HAU
(4)

TRAITÉ DE GÉOLOGIE

IV

Les Phénomènes géologiques

Les périodes géologiques.

GR 2360(4

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

CHAPITRE XXXIX

PÉRIODE NUMMULITIQUE

1° Caractères généraux : Caractères paléontologiques. — Principaux faciès. — Limite inférieure. — Subdivisions.
2° Répartition géographique et principaux types : Série Éo- et Mésonummulitique du bassin Anglo-Parisien. — Série Néonummulitique de l'Europe septentrionale. — France occidentale. — Pyrénées et Languedoc. — Versants occidental et septentrional de la chaîne des Alpes. — Dinarides. — Europe orientale. — Bords méridional et occidental de la Méditerranée. — Chaînes de l'Asie méridionale. — Pourtour de l'océan Indien. — Régions circumpacifiques. — Rivages atlantiques. — Continent Nordatlantique. — Continents de l'hémisphère austral.
3° Résultats généraux : Résultats paléogéographiques. — Provinces zoologiques et climats. — Mouvements orogéniques et épirogéniques. — Phénomènes volcaniques et métamorphisme.

Ceux des terrains tertiaires que, suivant l'exemple de Renevier [XXX, 24], nous réunissons sous la dénomination de *système Nummulitique* ont d'ordinaire été désignés sous les noms de *Paléogène*[1], qui peut être trop aisément confondu avec celui de Paléocène, ou d'*Éogène*, qui est absolument dépourvu de sens. Les termes de *Paléocène*[2], d'*Éocène*[3] et d'*Oligocène*[4], qui sont assez généralement en usage pour désigner les trois subdivisions principales du système, ne sont guère plus heureux. Alcide d'Orbigny [0,14] se servait, pour désigner les mêmes subdivisions, des termes de *Suessonien*[5], de *Parisien*[6] et de *Tongrien*[7], qui sont l'équivalent des groupes *Éonummulitique*, *Mésonummulitique* et *Néonummulitique*, employés dans le

1. De παλαιος, ancien, et γενος, naissance; Naumann, 1866.
2. Éocène ancien; Schimper, 1874.
3. De Ἠως, l'aurore, et καινος, récent, l'aurore des temps récents; Ch. Lyell, 1833.
4. De ὀλιγος, peu, et καινος, récent; Beyrich, 1854.
5. De *Suessones*, Soissons; A. d'Orbigny, 1852.
6. De Paris; *id.*
7. De Tongres, Limbourg belge; A. Dumont, 1839.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

présent ouvrage. On a reproché au terme de Nummulitique de ne pas convenir à des terrains qui ne renferment pas de Nummulites, mais la même critique pourrait être adressée au Carbonifère ou au Crétacé, qui, dans bien des pays, ne renferment ni charbon ni craie.

1° CARACTÈRES GÉNÉRAUX

Caractères paléontologiques. — Il n'y a aucune utilité, si ce n'est pour les Mammifères, à donner, comme nous l'avons fait pour les périodes précédentes, une liste des familles et, à plus forte raison, des genres qui sont représentés dans la flore et dans la faune du Nummulitique, car cela équivaudrait presque à donner une liste des êtres actuels, allégée, bien entendu, de tous les types qui ne sont pas susceptibles de conservation à l'état fossile et de tous ceux qui sont encore inconnus, par suite de lacunes dans nos connaissances géologiques. Le nombre des familles et des genres qui, jusqu'ici, ont été rencontrés exclusivement dans les terrains nummulitiques est fort restreint et ce n'est que parmi les Mammifères que nous pourrons citer des ordres absolument spéciaux à la période qui nous occupe.

Il n'y a aucun intérêt à mentionner les principaux genres de Végétaux qui sont cantonnés dans les terrains nummulitiques, car aucun d'eux ne se trouve dans toute la hauteur de la série et aucun n'est particulièrement caractéristique. Aussi bien les flores sont-elles désormais essentiellement sous la domination du facteur climatique, de sorte qu'il n'est plus possible de déterminer leur âge d'après leur degré d'évolution.

Parmi les Invertébrés, les Foraminifères renferment certainement le plus grand nombre de genres caractéristiques de la période. Encore la plupart d'entre eux ne font-ils qu'atteindre leur maximum au Nummulitique, sans y être étroitement confinés. Ainsi, les genres *Orbitolites*, *Alveolina*, *Operculina*, qui y sont si communs, ont déjà des représentants crétacés. Par contre, le genre *Nummulites* [31-36], qui a donné son nom à la période, vit encore de nos jours dans l'océan Pacifique, tandis que son existence aux époques antérieures n'est basée que sur des documents dont la valeur est très discutable. Le genre *Orthophragmina*, enfin, qui succède au genre *Orbitoides*, exclusivement crétacé, dont il a été démembré, débute déjà dans le Danien et se rencontre dans les deux groupes Éonummulitique et Mésonummulitique. Dans le Néonummulitique supérieur, il est remplacé par *Lepidocyclina*, qui persiste encore au début de la période Néogène.

On ne peut guère citer de genre de Zoanthaires qui appartienne uniquement aux terrains nummulitiques et, si l'on a décrit quelques Hydrozoaires qui s'y trouvent cantonnés, on ne les a rencontrés jusqu'ici que dans des gisements isolés (*Loftusia*, *Qerunia*). Les Crinoïdes, les Astéroïdés, sont dans le même cas. Parmi les Échinides [2], les genres *Conoclypeus* et *Echinanthus*, généralement envisagés comme caractéristiques du Nummulitique, commencent déjà dans les étages supérieurs du Crétacé, tandis qu'*Echinolampas*, *Macropneustes*, *Eupatagus*, *Maretia*, *Hemipatagus*, etc., s'élèvent jusque dans le

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Néogène ou existent encore dans les mers actuelles. Les Hétérognathes tétrabasales n'ont pas survécu à la fin de l'époque Crétacée.

Les Bryozoaires sont nombreux, mais appartiennent en général à des genres qui débutent dans le Crétacé ou qui vivent encore de nos jours.

Les Brachiopodes sont réduits à un petit nombre de genres, dont aucun n'est spécial à la période.

Aucune famille de Lamellibranches ni de Gastéropodes n'est exclusivement nummulitique, mais on pourrait sans peine citer des genres qui remplissent cette condition, surtout si l'on fait usage des coupures génériques étroites qui sont actuellement employées par les conchyliologistes.

Parmi les Céphalopodes, plusieurs genres de Bélemnoïdés sont strictement cantonnés dans les terrains éo- et mésonummulitiques. Tels sont *Bayanoteuthis*, *Vasseuria*, *Beloptera*, *Belosepia*, etc.

Les Arthropodes ne méritent guère de mention spéciale, bien que certains gisements aient fourni de nombreuses espèces de Myriapodes, d'Arachnides et d'Insectes, dont la plupart appartiennent à des genres de la faune actuelle.

On pourrait citer un certain nombre de genres de Poissons [3] qui ne sont connus jusqu'ici que de certains gisements privilégiés, tel que le Monte Bolca, dans le Vicentin, ou les schistes d'Elm, dans le canton de Glaris, mais ils appartiennent tous à des familles qui vivent encore de nos jours. Les genres *Meletta* et *Amphisyle* peuvent servir à caractériser les gisements néonummulitiques de l'Europe centrale.

Ni les Urodèles, ni les Anoures, parmi les Batraciens, ni les Rhynchocéphales, ni les Crocodiliens, ni les Chéloniens, ni les Lacertiens, ni les Ophidiens, parmi les Reptiles, ne sont représentés par des familles spéciales et il serait difficile, dans ces divers ordres, de citer un seul genre qui possède une extension verticale et horizontale suffisante pour qu'on puisse l'envisager comme vraiment caractéristique de l'époque qui nous occupe.

Parmi les Oiseaux, dont presque tous les ordres et sous-ordres ont fourni des représentants, les genres actuels prédominent sur les genres spéciaux, qui sont peu nombreux et ne sont connus, pour la plupart, que d'un seul gisement.

Enfin, les Mammifères jouent, à l'époque Nummulitique, un rôle si important qu'il est utile de donner la répartition par ordres et sous-ordres de leurs genres les plus caractéristiques [0,15].

I. PROTOTHÉRIENS.

ALLOTHÉRIENS. *Plagiaulacidæ : Ptilodus, Neoplagiaulax; Polymastodontidæ : Polymastodon; Odontomysopidæ; Promysopidæ; Polydolopidæ.*

II. MÉTATHÉRIENS.

DIPROTODONTES. *Abderitidæ, Epanorthidæ, Garzoniidæ.*

POLYPROTODONTES. *Didelphyidæ : Didelphys; Sparassodontidæ : Proborhyæna, Pseudothylacinus, Borhyæna.*

III. NEKTOTHÉRIENS.

CÉTACÉS. Archæoceti. *Zeuglodontidæ : Protocetus, Eocetus, Zeuglodon.*

IV. EUTHÉRIENS.

1° Aganodontes.

TILLODONTES. *Notostylopidæ : Esthonychidæ : Esthonyx, Platychœrops; Tillotheriidæ : Tillotherium, Anchippodus.*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

GANODONTES. *Conoryctes, Onychodectes, Hemiganus, Psittacotherium, Stylinodon, Calamodon.*

PHOLIDOTES. *Orycteropodidæ : Archæorycteropus, Palæorycteropus; Manidæ : Necromanis, Leptomanis, Necrodasypus.*

ÉDENTÉS. Gravigrades. *Protobradyidæ, Megalonychidæ, Orophodontidæ.*

Glyptodontes. *Palæopeltidæ, Propalæhoplophoridæ.*

Dasypodes. *Chlamydotheridæ, Dasypidæ, Astegotheridæ, Stegotheridæ.*

RONGEURS. *Protrogomorphes, Sciuromorphes.*

2° Sarcothériens.

INSECTIVORES. *Spalacotheridæ, Ictopsidæ, Adapisoricidæ, Talpidæ, Erinaceidæ.*

CHIROPTÈRES.

CRÉODONTES. *Oxyclænidæ; Arctocyonidæ : Arctocyon, Clænodon, Anacodon, Triisodontidæ; Mesonychidæ : Mesonyx, Dissacus, Pachyæna; Proviverridæ : Hyænodictis, Procynictis, Deltatherium, Sinopa, Proviverra, Quercytherium; Palæonictidæ; Hyænodontidæ : Oxyæna, Protopsalis, Pterodon, Hyænodon; Miacidæ.*

CARNIVORES. *Canidæ : Cynodictis, Cynodon; Mustelidæ : Stenoplesictis, Palæoprionodon, Plesictis, Palæogale; Viverridæ : Amphictis.*

3° Ungulés.

TYPOTHÉRIENS. *Eutrachytheridæ, Hegetotheridæ, Protypotheridæ.*

TOXODONTES. *Nesodontidæ : Nesodon; Xotodontidæ.*

LITOPTERNÉS. *Macrauchenidæ : Theosodon; Proterotheridæ : Diadiaphorus, Proterotherium, Deuterotherium; Astrapotheridæ : Astrapotherium.*

AMBLYPODES. *Coryphodontidæ : Coryphodon; Dinoceratidæ : Uintatherium, Eobasileus, Tinoceras, (?) Arsinoitherium.*

HYRACOÏDÉS. *Palæohyracidæ : Megalohyrax, Saghatherium, Pachyhyrax, Mixohyrax, Bunohyrax, Geniohyus; Acœlodidæ.*

PROBOSCIDIENS. *Carolozittelia, Pyrotherium, Mœritherium, Palæomastodon.*

CONDYLARTHRES. *Pantostylopidæ; Pantolambdidæ; Periptychidæ : Periptychus, Ectoconus; Phenacodontidæ : Phenacodus, Protogonia; Meniscotheridæ : Meniscotherium, Hyracops, Meniscodon; Pleuraspidotheridæ : Pleuraspidotherium, Orthaspidotherium.*

PÉRISSODACTYLES. *Lophiodontidæ : Heptodon, Lophiodon, Lophiodochœrus, Tapiridæ : Systemodon, Protapirus; Colpodontidæ; Notohippidæ; Equidæ : Hyracotherium, Eohippus, Pachynolophus, Propalæotherium, Palæotherium, Paloplotherium, Anchilophus; Rhinocerotidæ : Hyrachius, Amynodon, Cadurcotherium, Aceratherium, Cænopus; Titanotheridæ : Lambdotherium, Palæosyops, Titanotherium, Megacerops, Brontotherium, Symborodon.*

ANCYLOPODES. *Isotemnidæ; Homalodontotheridæ : Homalodontotherium, Colpodon; Leontiniidæ, Leontinia, Scaphops.*

ARTIODACTYLES. *Suidæ : Homacodon, Cebochœrus, Achænodon, Chœropotamus, Elotherium; Anthracotheridæ : Anthracotherium, Ancodus, Rhagatherium; Anoplotheridæ : Anoplotherium, Diplobune, Dichobune, Amphimeryx, Xiphodon; Oreodontidæ : Protoreodon; Camelidæ : Leptotragulus; Tragulidæ : Lophiomeryx, Gelocus, Prodremotherium.*

SIRÉNIENS : *Eosiren, Prorastomus, Manatherium, Halitherium.*

4° Primates.

PROSIMIENS. *Archæopithecidæ; Notopithecidæ; Pachylemuridæ : Pelycodus, Hyopsodus, Adapis, Cænopithecus; Anaptomorphidæ : Anaptomorphus, Plesiadapis, Necrolemur.*

SIMIENS. *Cebidæ : Homunculus, Mœropithecus, Parapithecus; Anthropomorphidæ : Propliopithecus.*

Parmi tous ces ordres, sous-ordres et familles de Mammifères, les Zeuglodontes, les Tillodontes, les Ganodontes, les Créodontes (à de rares exceptions près), les Amblypodes, les Condylarthres, les Pachylémuriens et les Anaptomorphes sont, dans l'état actuel de nos connaissances, étroitement cantonnés dans le système Nummulitique.

A côté de ces caractères positifs, on peut citer encore un certain nombre de caractères négatifs, qui permettent de distinguer nettement la période Nummulitique des périodes qui l'encadrent. La disparition complète des Pharétrones, des Stromatoporidés, des Rudistes, des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Nérinées, des Ammonites, des Bélemnites, parmi les Invertébrés; celle des Sauroptérygiens, des Ichthyoptérygiens, des Dinosauriens, des Ptérosauriens, des Pythonomorphes et des *Ornithuræ*, parmi les Vértébrés, permettent d'établir une limite très tranchée entre la faune crétacée et la faune nummulitique. Nous verrons, de même, que l'apparition d'un certain nombre de types nouveaux marque le début de la période Néogène.

Principaux faciès. — Les *formations continentales* jouent, à l'époque Nummulitique, un rôle bien plus important qu'aux époques antérieures. C'est ainsi que l'on rencontre, pour la première fois, des dépôts de *travertins*, formés par le ruissellement, sur des pentes, d'eaux très chargées de bicarbonate de calcium. Le travertin de Sézanne, célèbre par sa richesse en empreintes végétales et en moulages de fruits, de fleurs, d'Insectes et de Mollusques terrestres, appartient à l'un des premiers étages du système. Les cailloutis et les sables fluviatiles sont très répandus à divers niveaux et renferment souvent des ossements de Mammifères terrestres. Il en est de même des calcaires lacustres, qui alternent fréquemment avec des marnes blanches, des argiles rouges ou vertes. Les coquilles terrestres, appartenant aux genres *Helix*, *Pupa*, *Succinea*, *Megalomastoma*, sont associées à celles des genres *Planorbis*, *Physa*, *Limnæa*, *Unio*, *Anodonta*, qui vivent exclusivement dans les eaux douces.

Les *formations lagunaires* sont extrêmement répandues, surtout dans les cuvettes, où, comme dans le bassin Anglo-Parisien, la salure des eaux est soumise à de grandes variations, par suite de la communication, souvent imparfaite, de ces cuvettes avec la haute mer. Dans ces conditions, la faune est constituée soit par des organismes sténohalins, soit par des animaux adaptés à une salure plus élevée ou plus basse que la salure normale.

Lorsque certaines parties d'un bassin sont séparées de la haute mer par un seuil sous-marin, dû, par exemple, à la formation d'une ride, qui prendrait naissance par la réapparition d'un anticlinal posthume, les eaux de surface peuvent seules pénétrer dans la lagune formée en arrière du seuil [4]. Si ces conditions coïncident avec une période de climat sec, une évaporation intense permettra la précipitation tout au moins des sels les moins solubles qui se trouvent en dissolution dans l'eau de mer, en première ligne du sulfate de calcium, qui se déposera sous la forme de gypse, et, plus rarement, du sel gemme. Le gypse lui-même ne renferme pas de restes d'organismes marins, mais on y trouve souvent, et notamment dans celui des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

environs de Paris, des squelettes de Vertébrés terrestres, qui ont été entraînés accidentellement dans la lagune. Les différents bancs de gypse sont séparés les uns des autres par des couches argileuses ou marneuses, qui renferment des Mollusques marins ou fluviatiles.

Aux périodes où les précipitations atmosphériques sont abondantes, les cours d'eau qui se jettent dans les lagunes ont un débit suffisamment grand pour y déterminer un abaissement considérable de la salure. Les lagunes se trouvent ainsi peu à peu transformées en lacs d'eau douce ou d'eau saumâtre, où vivent des animaux lacustres ou des organismes qui peuvent supporter une forte dessalure des eaux, tels que les genres *Mytilus*, *Cyrena*, *Lucina*, *Psammobia*, *Paludina*, *Melania*, *Melanopsis*, *Neritina*, *Bayania*, *Cerithium*, *Potamides*, *Hydrobia*, *Nystia*. Les Diatomées se trouvent alors quelquefois en telle abondance dans ces lagunes d'eau douce que la silice de leurs frustules donne naissance ultérieurement, dans les calcaires, à des nodules de calcédoine. Lorsque le seuil sous-marin n'existe pas, la communication des eaux de la cuvette avec la haute mer est plus facile et la dessalure par les fleuves qui s'y jettent est beaucoup moins forte, de sorte que l'on rencontre, associés dans une même couche, des Mollusques marins, tels que les genres *Ostrea*, *Arca*, *Cytherea*, *Scalaria*, *Natica*, *Murex*, *Fusus*, des Mollusques d'eau saumâtre, ou d'eau douce, comme *Cyrena*, *Melania*, *Melanopsis*, *Neritina*, *Potamides*, et des Mollusques terrestres, accidentellement entraînés dans la lagune, comme les genres *Helix*, *Megalomastoma*, etc. [4]. Les conditions sont alors très analogues à celles qui règnent dans les estuaires.

Des débris végétaux sont souvent charriés en telle quantité dans les lagunes qu'il s'y forme des dépôts de *lignites*, comme par exemple en Hongrie, mais on ne connaît pas de dépôts de combustibles autochtones d'âge nummulitique.

Les *formations néritiques* sont de beaucoup celles qui acquièrent la plus grande importance. Bien que les récifs coralliens ne semblent guère développés, les formations organogènes jouent un rôle très considérable. Ce sont des *calcaires à Lithothamnium*, des *calcaires à Échinides* et surtout des *calcaires à Foraminifères*. Ceux-ci sont constitués soit par des genres de grande taille, comme les Nummulites, les *Orthophragmina*, les Alvéolines, soit par des formes microscopiques, telles que les *Miliolidæ*, dont les accumulations constituent par exemple, dans le Calcaire Grossier des environs de Paris, les bancs connus sous la dénomination de *calcaire à Milioles*. Les *calcaires grossiers* eux-mêmes sont des formations zoogènes où

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

le calcaire des organismes a subi une recristallisation partielle, si bien que le test des Mollusques a le plus souvent disparu. C'est ce qui s'est produit pour le *calcaire à Cérithes* des environs de Paris. D'autres calcaires sont franchement détritiques et rappellent certaines craies, certains tuffeaux du Crétacé.

Les formations détritiques à éléments siliceux sont très abondantes. Ce sont des sables plus ou moins fins, des grès à ciment calcaire ou siliceux, des sables glauconieux. Les argiles, les marnes jouent également un rôle important dans la zone néritique. Les grès schisteux, alternant avec des argiles, acquièrent des épaisseurs considérables dans la région alpine, où on les désigne d'ordinaire par le terme local de *flysch*. Les empreintes de Fucoïdes et les traces mécaniques s'y rencontrent en abondance.

Les *formations bathyales* ne sont guère représentées que par des masses puissantes de schistes sans fossiles, quelquefois avec nodules de silex ménilites (*Menilit-Schiefer*), et par des calcaires bien stratifiés, à cassure conchoïde, riches en Globigérines.

Limite inférieure. — Il y a peu de systèmes dont la délimitation ait donné lieu à d'aussi grandes divergences d'opinions que le Nummulitique. Pour ce qui est de la limite supérieure, on verra dans le chapitre suivant les raisons qui militent en faveur de l'attribution de l'étage Aquitanien au Néogène. Quant à la limite inférieure [5-30], il est d'autant plus nécessaire d'en discuter sérieusement la position que, dans beaucoup de régions, il existe un passage tout à fait insensible entre les derniers termes du Crétacé et les premiers termes du Nummulitique. Ailleurs, les deux systèmes sont séparés par une grande lacune, qui comprend souvent la partie supérieure du Sénonien et tout le groupe Éonummulitique.

Les couches litigieuses sur lesquelles ont porté les discussions relatives à la délimitation des deux systèmes constituent les étages généralement connus sous les noms de *Danien* et de *Montien*. Leurs affinités sont suffisamment grandes pour que certains auteurs se soient trouvés conduits à les réunir. Hébert les confondait, en les plaçant tous deux dans le Crétacé. A. de Grossouvre les considère comme synchroniques et les place à la base des terrains tertiaires [5; XXXVIII, 12]. Munier-Chalmas, qui insistait avec d'excellents arguments sur la nécessité de les distinguer, les rangeait cependant tous deux dans le système Crétacé [14]. On a vu dans le chapitre précédent que nous attribuons le Danien au groupe Néocrétacé, et nous ferons donc débuter le système Nummulitique par le Montien.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Pour justifier cette classification, il est nécessaire de donner les caractères des deux étages ou de leurs équivalents continentaux dans les régions où ils sont le mieux développés.

Danemark et Scanie. — Le type du *Danien* a été pris par Desor [6] au Danemark et, en effet, cet étage est particulièrement bien représenté dans ce pays, où il forme souvent, aussi bien dans le Nord du Jutland que dans les îles, le soubassement des dépôts glaciaires [7]. Il existe également en Scanie [XXXIII, 22 *bis*]. Dans les deux pays, il repose en concordance sur le Maestrichtien et comprend principalement des calcaires zoogènes, souvent riches en silex. Le faciès le plus développé est un calcaire peu fossilifère, à coccolithes, connu sous le nom de *calcaire de Saltholm*. On y observe des intercalations irrégulières de calcaires à Bryozoaires, de calcaires à Coralliaires, avec Zoanthaires (*Dendrophyllia*, *Lobopsammia*, *Parasmilia*) et Alcyonaires (*Mollkia*, *Isis*, *Corallium*). C'est le calcaire de Faxe, qui renferme en outre de nombreux Échinides (*Cidaris Forchhammeri*, *Temnocidaris danica*, *Holaster faxensis*, *Ananchytes sulcatus*), des Brachiopodes, des Lamellibranches, des Gastéropodes, pour la plupart carnivores, des Nautiles (*Hercoglossa danica* [fig. 405], *Nautilus Bellerophon*, *fricator*), des Crustacés décapodes (*Glyphæa*, *Galathea*, *Dromiopsis*, *Necrocarcinus*, *Panopæus*), des Poissons. Les éléments de la faune sont à peu près exclusivement crétacés et plusieurs espèces, comme *Crania ignabergensis*, *Pycnodonta vesicularis*, sont communes au Maestrichtien. Les Bélemnites et les Ammonoïdés font totalement défaut. Au sommet se trouve un niveau caractérisé par *Crania tuberculata* et *Terebratula lens*.

Le Danien est recouvert au Danemark par des couches que tous les auteurs rangent dans le Paléocène et qui constituent sans doute un équivalent du Montien belge. Elles ne sont pas connues en Scanie. Elles débutent souvent par un conglomérat, dont les galets sont empruntés aux calcaires daniens et dont le ciment renferme une association de Brachiopodes du Danien supérieur et de Mollusques paléocènes [7]. A Copenhague, le calcaire à *Crania tuberculata* supporte directement des marnes glauconieuses, épaisses de 2,50 m, dont la faune, étudiée par A. von Kœnen [8], comprend plus de 100 espèces de Foraminifères, de Zoanthaires (*Trochocyathus*, *Sphenotrochus*), de Lamellibranches (*Pectunculus*, *Nucula*, *Leda*, *Lucina*, *Corbula*, *Pholadomya*), de Gastéropodes (*Murex*, *Cancellaria*, *Fusus*, *Pseudoliva*, *Ancilla*, *Pleurotoma*, *Voluta*, *Mitra*, *Natica*, *Turritella*, *Dentalium*), de Poissons (représentés par leurs otolithes), appartenant pour la plupart à des espèces spéciales. Beaucoup d'entre elles ont été trouvées en diverses localités du Jutland et dans l'île de Fyn, où les marnes glauconieuses supportent des marnes à Foraminifères, spicules de Spongiaires, Diatomées.

Tandis que les faunes daniennes sont constituées exclusivement par des éléments crétacés, la faune des marnes glauconieuses a déjà des affinités tertiaires incontestables. Il est donc logique de placer la limite des deux systèmes entre les deux formations. Le parallélisme avec les premières couches tertiaires de Belgique est, toutefois, rendu très difficile à préciser, en raison de l'absence de fossiles dans les argiles qui font suite aux marnes à Foraminifères de l'île de Fyn.

Allemagne du Nord. — Des dépôts identiques aux marnes glauconieuses de Copenhague ont été observés en un certain nombre de points dans le Nord-Ouest de l'Allemagne, principalement dans des sondages.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Ces formations sont particulièrement bien développées dans le Holstein et en Poméranie, où elles débutent souvent par un conglomérat formé d'éléments crétacés et surtout de silex de la craie parfaitement roulés, qui repose directement sur le Sénonien et s'étend sur de très grandes surfaces, dans des régions où les marnes glauconieuses ne sont pas connues, comme par exemple dans le Hanovre, dans le Brandebourg et, vers l'est, jusque dans la Prusse orientale. C. Gagel [10] a conclu de l'extension de ces conglomérats à une grande transgression paléocène.

Un sondage foré à Lichterfelde, près Berlin, a atteint, entre 333 et 340 m de profondeur, des argiles fossilifères, qui ont fourni à A. von Kœnen [9] une faunule composée d'espèces nouvelles (*Leda*, *Astarte*, *Corbula*, *Ampullina*, *Cerithium*, *Tornatella*, *Actæonina*, *Ringicula*), différentes de toutes les espèces nummulitiques connues. Il semble que l'on soit ici aussi en présence de couches appartenant à la base du Paléocène.

Russie orientale. — A. P. Pavlow et Archangelsky [11] ont fait connaître, sur les bords de la Volga, en aval de Grodnia, une succession qui n'est pas sans analogies avec celle du Danemark. Le Sénonien à Bélemnitelles se termine par une couche de grès glauconieux à *Hercoglossa danica*, qui représente le Danien. La surface ravinée de cet étage supporte les *couches de Sysran*, qui comprennent, à la base, une argile siliceuse à Diatomées, avec quelques-unes des espèces les plus caractéristiques des marnes glauconieuses de Copenhague, et, à la partie supérieure, des grès glauconieux, renfermant des espèces des Thanet sands d'Angleterre et du Landénien de Belgique.

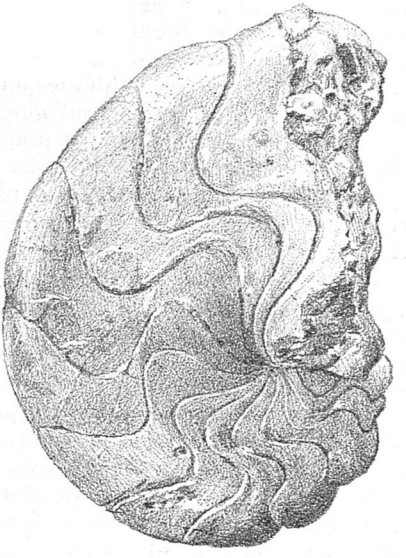


Fig. 405. — *Hercoglossa danica.* Danien. Annetorp, près Malmö, Scanie (d'après Moberg), gr. nat.

Les couches à faune de Copenhague se trouvent donc incontestablement à un niveau inférieur au Thanétien et occupent exactement la même position stratigraphique que le Montien de Belgique dont il va être question.

Belgique. — Jusqu'ici on ne connaît en Belgique aucun dépôt que l'on puisse, d'une manière certaine, rapporter au Danien. Le *tuffeau de Ciply*, qu'on attribue quelquefois à cet étage, semble devoir être placé à la base du Montien, dont il renferme déjà les fossiles les plus caractéristiques. Il est transgressif et son conglomérat de base repose indifféremment sur les divers termes du Maestrichtien (p. 1303, fig. 391). A plusieurs niveaux on y observe des lits minces de Bryozoaires, d'Échinides, de Brachiopodes roulés, qui appartiennent à des espèces crétacées. La faune du tuffeau lui-même comprend des Zoanthaires, des Échinides, des Lamellibranches, des Gastéropodes (*Cerithium montense*, *Fusus Heberti*, *Voluta Mariæ*), dont la plupart se retrouvent plus haut dans le calcaire de Mons. Dans les couches

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

supérieures, on rencontre de grands Cérithes, qui sont très abondants à Cuesmes.

Le *calcaire de Mons*, qui a servi de type à Cornet et Briart pour la création de leur étage Montien [12], s'étend au delà des limites occupées par le tuffeau de Ciply et repose souvent directement sur la Craie Blanche. C'est un calcaire grossier, organogène (Foraminifères, Algues calcaires), dont la faune avait été confondue autrefois avec celle, beaucoup plus récente, du Calcaire Grossier des environs de Paris. Cornet et Briart ont montré qu'elle est constituée presque exclusivement par des espèces spéciales et que néanmoins son caractère est déjà essentiellement tertiaire. Elle comprend des Échinides (*Cidaris distincta, Tombecki, Temnocidaris Forchhammeri, Goniopygus minor, Cassidulus elongatus, Echinanthus Corneti, Linthia Houzeaui*), des Lamellibranches (*Arcoperna gibbosula, Modiolaria hastata, Limopsis minuscula, Cardium trifidum, Corbulomya seminulum, Corbula Kœneni, Clavagella primigenia*) [13] et surtout des Gastéropodes (*Turritella montensis, Cerithium inopinatum, montense, Potamides montensis, Pseudoliva robusta, Mitra Dewalquei, Fusus Edmondi, Triton Mariæ*), etc. Les couches terminales renferment surtout des Mollusques d'eau douce, appartenant aux genres *Melanopsis, Auricula, Pupa, Physa*. Les couches marines qui viennent ensuite font partie de l'étage Thanétien, dont il sera question plus loin.

Les affleurements montiens sont à peu près cantonnés aux environs de Mons. En Angleterre, l'étage Montien fait entièrement défaut, de même que le Danien.

Bassin de Paris. — Contrairement à ce qui a lieu en Belgique, le Danien et le Montien semblent être tous deux représentés dans la région centrale du bassin de Paris. Toutefois, on ne les a observés nulle part en superposition directe et ils n'existent qu'à l'état de lambeaux isolés. Ils occupaient sans doute autrefois des surfaces beaucoup plus étendues, mais leurs dépôts ont été détruits lors de l'invasion de la mer thanétienne ou pendant l'émersion qui a précédé la transgression londinienne. Les témoins qui ont échappé à l'ablation sont généralement conservés dans des creux de la Craie Blanche, que les couches daniennes et montiennes ont dû, pour ainsi dire, mouler.

On se souvient que les couches supérieures du Maestrichtien manquent dans le bassin de Paris; il y a donc eu une émersion entre le dépôt de la craie de Meudon et l'arrivée de la mer danienne ou montienne. Les couches qui nous occupent ont été souvent désignées par le terme de *calcaire pisolithique*, qui est incorrect, car les masses sphériques que l'on prenait pour des pisolithes sont en réalité, d'après Munier-Chalmas [14], des *Lithothamnium*.

Parmi les lambeaux que l'on pourrait être tenté de rapporter au Danien, l'un des plus connus est celui de Vigny, qui est constitué par des calcaires à *Lithothamnium*, avec Foraminifères, Échinides, Zoanthaires, articles de Stellérides, radioles d'Échinides, Mollusques. On y rencontre encore quelques espèces maestrichtiennes, telles que *Lima texta, Neithea quadricostata, Chlamys subgranulata*, associées à deux des espèces caractéristiques du Danien, *Hercoglossa danica* et *Nautilus Bellerophon* et à plusieurs formes considérées habituellement comme caractéristiques du Montien, comme *Cidaris Tombecki, Goniopygus minor, Corbis sublamellosa, multilamellosa, Mitra Dewalquei, Pseudoliva robusta* [14]. On est probablement en présence d'un terme de passage entre le Danien et le Montien.

D'autres lambeaux renferment des restes organiques trop peu caractéris-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

tiques pour qu'il soit possible de préciser leur âge. Ainsi, au mont Aimé, près Épernay, on ne trouve que des *Lithothamnium* et des restes de Poissons et de Reptiles (*Gavialis macrorhynchus*). Le lambeau de Laversine, près Beauvais, est principalement constitué par une lumachelle de *Lima carolina*.

Par contre, le lambeau de Meudon appartient indubitablement au Montien. Il repose sur la surface supérieure de la Craie, durcie et percée de nombreuses tubulures, provenant de la décalcification par des racines de végétaux terrestres (fig. 406). Il est constitué par des calcaires zoogènes, qui ont fourni plusieurs des espèces les plus caractéristiques du calcaire de Mons : *Cidaris Tombecki, distincta, Goniopygus minor, Corbis sublamellosa, Turritella montensis, Pseudoliva robusta, Mitra Dewalquei*. On ne trouve ici aucune espèce maestrichtienne ou danienne.

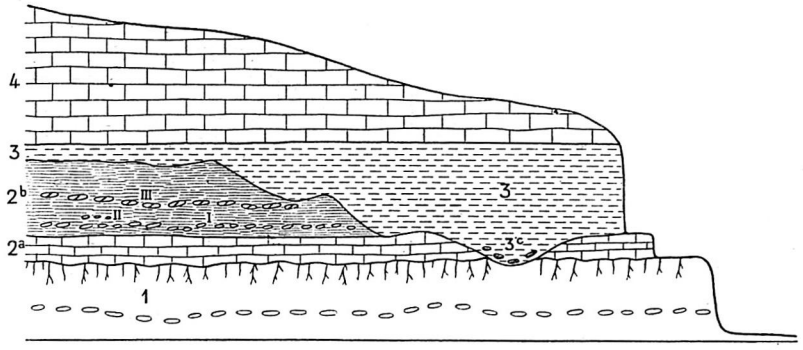


Fig. 406. — Coupe du côteau des Moulineaux, près Meudon, Seine (d'après un croquis inédit de MUNIER-CHALMAS).

1, craie blanche à silex (Maestrichtien); 2^a, calcaire à *Turritella montensis* (Montien); 2^b, marnes blanches (id.); 3, Lignites et Argile Plastique (Sparnacien); 3^c, conglomérat à ossements de Vertébrés à la base de 3; 4, Calcaire Grossier inférieur, avec *Nummulites lævigatus* à la base (Lutétien inférieur).

I, II, III, cordons calcaires dans les marnes blanches.

Ces calcaires à *Turritella montensis* sont surmontés par les *marnes blanches de Meudon*, dans lesquelles Munier-Chalmas a reconnu la présence de trois cordons de blocs calcaires à *Miliolidæ*, dissociés et corrodés, qui sont sans doute le résultat de la décalcification de couches primitivement plus étendues. Les fossiles y étaient autrefois assez abondants. Le cordon inférieur renferme des Algues calcaires (*Uteria, Larvaria, Acicularia*) et des Mollusques marins du calcaire de Mons (*Turritella montensis, Triton sublæve, Ampullina Lavallei*), associés à des espèces d'estuaire (*Cornetia modunensis, Briartia Velaini, Melanopsis Briarti, Cerithium inopinatum*) et à quelques formes lacustres et terrestres (*Paludina, Physa, Helix, Rillya, Auricula*). Le cordon calcaire supérieur est formé surtout de *Miliolidæ* et contient, à l'état d'empreintes, des Lamellibranches (*Cardita, Tellina*) et des Gastéropodes. Les marnes blanches se terminent par un banc de calcaire lacustre à Physes et Paludines [14]. Le Thanétien manque à Meudon, le Sparnacien faisant suite immédiatement au Montien.

Il y a donc eu, comme en Belgique, une dessalure progressive de la mer montienne, mais l'invasion marine qui a suivi l'exondation du bassin

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Anglo-Parisien à la fin de l'époque Crétacée paraît s'être produite un peu plus tôt aux environs de Paris que dans le Hainaut.

Pyrénées. — Les dépôts daniens et montiens sont inconnus sur les bords du massif Armoricain et dans la partie du bassin de l'Aquitaine qui confine au Plateau Central. C'est ainsi qu'à Royan, comme l'a montré H. Douvillé [15], le Nummulitique moyen repose directement sur la surface arasée du Maestrichtien (pl. CXX, 1). Par contre, dans la zone sous-pyrénéenne, le Danien fait suite en concordance à cet étage. Dans la fosse aturienne, les calcaires maestrichtiens de Tercis supportent des calcaires, compacts à la base, marneux dans leur partie supérieure, qui renferment *Cidaris Beaugeyi*, *Cyphosoma pseudomagnificum*, *Echinoconus tercensis*, *Ananchytes semiglobus, pyrenaicus*, *Coraster Munieri*, *Isopneustes Gindrei*, *Micraster tercensis*, *Hercoglossa danica* [XXXVIII, 57]. C'est le Danien. Les Ammonites font entièrement défaut, mais la présence des *Ananchytes* et des *Isopneustes* confère à la faune un caractère essentiellement crétacé. Plus haut, des marnes et des calcaires à *Lithothamnium* alternent avec des bancs de grès, de sables, de conglomérats; l'on y trouve encore quelques espèces daniennes et même un *Ananchytes*, associés à *Operculina Heberti*, à une *Orthophragmina* et à une Nummulite de petite taille, à laquelle on a donné à tort le nom de *Nummulites spileccensis*. Il est probable que l'on est ici en présence du Montien, qui est relié au Danien par un passage insensible. Il est logique de faire débuter les terrains tertiaires par l'apparition des premières Nummulites et des premières *Orthophragmina*.

Plus à l'est, dans les Petites Pyrénées, se trouve une région classique, où Leymerie a décrit depuis longtemps [XXXVIII, 58] une série de couches réalisant un passage insensible du Crétacé au Nummulitique. Au-dessus du Maestrichtien néritique, dont il a été question plus haut (p. 1310), viennent des couches lagunaires et lacustres, qui constituent le *Garumnien* de Leymerie. Loin de correspondre exactement au Danien marin, comme on l'admet quelquefois, cette formation débute sans doute déjà dans le Maestrichtien et s'élève jusque dans le Montien.

Le GARUMNIEN INFÉRIEUR comprend des calcaires marneux et des argiles bigarrées, à faune saumâtre (*Cyrena garumnica*, *Melanopsis avellana*, *Dejanira Heberti*), mais on y observe des intercalations de bancs de calcaires compacts, pétris de *Trochactæon Baylei* et renfermant fréquemment des Rudistes, en particulier *Præradiolites Leymeriei* et des Hippurites. Ce sont des intercalations marines, analogues à celles que l'on observe au même niveau en Catalogne. Roussel et A. de Grossouvre [XXXVIII, 12] admettent que cette formation saumâtre n'est qu'un faciès latéral du calcaire nankin, c'est-à-dire du Maestrichtien supérieur néritique.

Le GARUMNIEN MOYEN est un calcaire lithographique à silex, qui n'a fourni jusqu'ici que des Mollusques d'eau douce spécifiquement indéterminables.

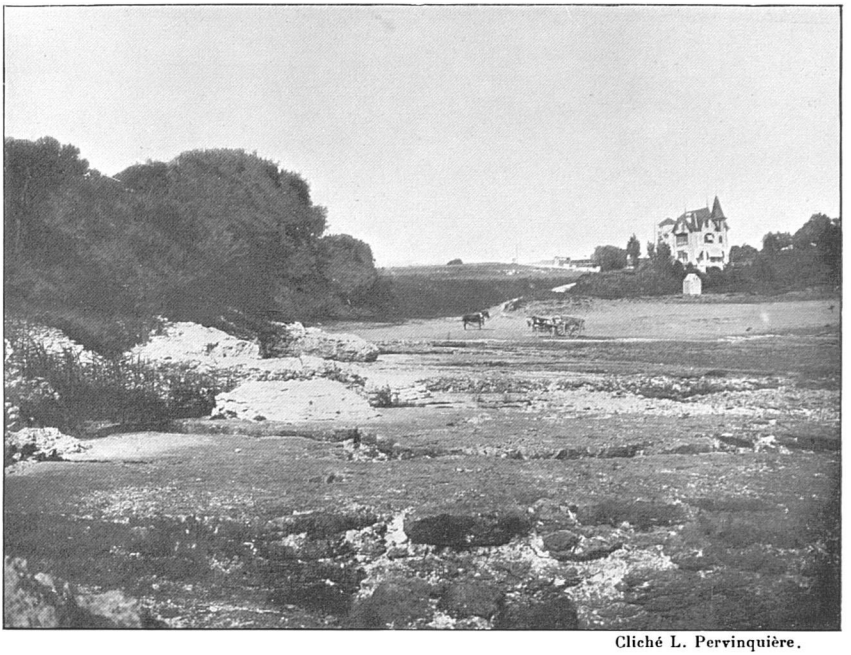
Le GARUMNIEN SUPÉRIEUR est remarquable par la coexistence d'espèces maestrichtiennes, d'espèces montiennes et d'espèces à affinités nummulitiques incontestables. Leymerie y distingue trois niveaux.

Le niveau inférieur est un calcaire marneux, souvent rougeâtre, avec *Venus striatissima*, *Natica brevispira* et autres Mollusques tertiaires, associés à de nombreux *Micropsis*.

Le niveau moyen est principalement constitué par des calcaires à Milioles et à *Echinanthus* (*E. Heberti*, *carinatus*, *Pouechi*, etc.), genre généralement considéré comme nummulitique, mais qui, au Béloutchistan, est connu dès le Maestrichtien. Près de Vivès (Haute-Garonne), Pégot a découvert à ce niveau un lit fossilifère qui renferme de nombreuses espèces identiques à celles du calcaire de Mons : *Trochus Lefebvrei*, *Natica Lavallei*, *Cerithium inopinatum*, *montense*, *Rostellaria Houzeaui*, *Pleurotoma Pauli*, etc. [XXXVIII, 12; 5].

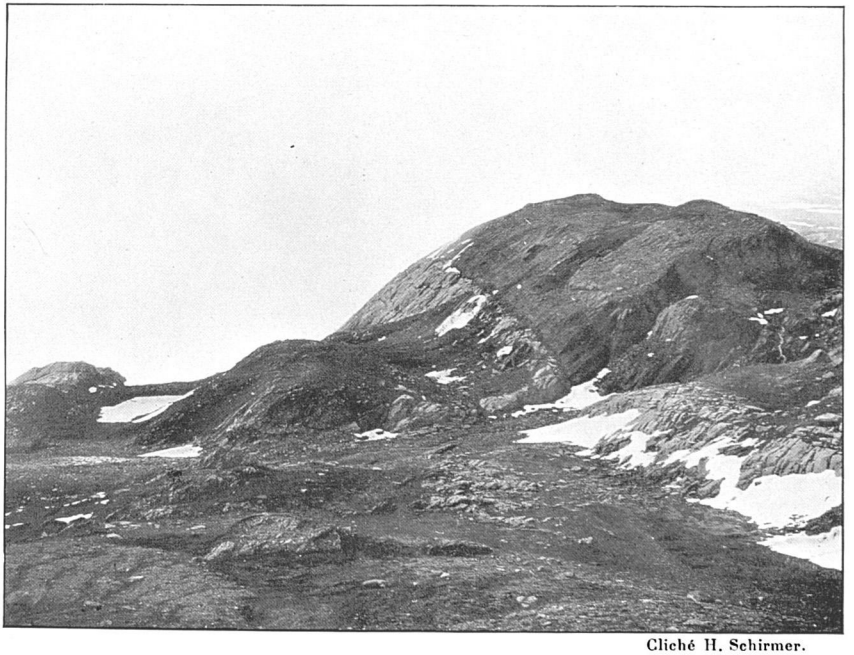
Le niveau supérieur est un calcaire glauconieux, renfermant, associées à quelques espèces éonummulitiques, comme *Echinolampas Michelini*, *Echinanthus subrotundus*, *Ostrea*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Cliché L. Pervinquière.

SURFACE D'ABRASION DU MAESTRICHTIEN PORTANT DES LAMBEAUX DE NUMMULITIQUE MOYEN (à gauche de la figure).
Terre Nègre, près Royan (Charente-Inférieure).



Cliché H. Schirmer.

SUPERPOSITION DIRECTE DU LUTÉTIEN AU CRÉTACÉ SUPÉRIEUR.
Kistenpass, Alpes de Glaris.

Document numérisé par la Bibliothèque interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

uncifera, *Lucina corbarica*, *Natica brevispira*, de nombreuses espèces crétacées, telle que *Salenia granulosa*, *Cyphosoma pseudomagnificum*, *Micropsis Desori*, *Leymerici*, *Ananchytess semiglobus*, *Cyclaster coloniæ*, *Hemiaster nasutulus*, *canaliculatus*, *Micraster tercensis*. Cette extraordinaire récurrence d'espèces d'affinités maestrichtiennes a conduit Leymerie [XXXVIII, 58] à envisager la faune de ce niveau comme une *colonie* crétacée, ayant vécu au milieu d'une faune déjà en majeure partie tertiaire.

La limite supérieure du Garumnien est marquée presque partout par un banc à *Operculina Heberti*, au-dessus duquel se montrent de nouveau des calcaires à Milioles.

Plus à l'est, dans l'Ariège, le Maestrichtien, qui est représenté par les grès de Labarre, supporte une puissante série de marnes rouges, avec conglomérats et intercalations de calcaires lacustres. La première masse de ces calcaires garumniens correspond aux calcaires lithographiques de la Haute-Garonne et a fourni ici des Mollusques d'eau douce, *Cyclostoma*, *Limnæa* et notamment *Bauxia Baylei*, que nous retrouverons au même niveau en Provence. Les intercalations supérieures renferment de grandes Physes. J. Roussel a observé le passage latéral de ce Garumnien supérieur lacustre aux calcaires à Milioles et à *Echinanthus* de la Haute-Garonne, faciès qui existe également dans l'Ariège, au-dessus du Garumnien, avec une faune éonummulitique, mais qui fait place, dans l'est des Pyrénées, à des formations exclusivement lacustres.

Languedoc. — Dans les Corbières, les grès d'Alet maestrichtiens sont surmontés par des grès et des marnes panachées, qui supportent eux-mêmes une barre épaisse de calcaires lithographiques lacustres, avec les espèces suivantes : *Bauxia disjuncta*, *bulimoides*, *Vivipara Bosquiana*, *Beaumonti*, *Cyclophorus heliciformis*, *Matheroni*, *Palæostoa marignanensis*, etc. [XXXVIII, 61]. C'est la faune des calcaires de Rognac, dans la Basse-Provence, que l'on attribue au Danien. Au-dessus viennent encore des marnes panachées, des calcaires à pisolithes et des poudingues, qui représentent probablement le Montien.

Dans l'Hérault et le Gard, où le Néocrétacé fait entièrement défaut et où l'existence d'une longue phase d'émersion est attestée par des dépôts de bauxite, le Danien lacustre est transgressif. Dans le bassin de Villeveyrac, toutefois, il existe des marnes ligniteuses à *Melania Goureti*, des grès et des marnes bariolées et des calcaires noduleux à *Physa doliolum*, que F. Roman [XXXVII, 43] parallélise avec le Bégudien, formation qui représente, dans la Basse-Provence, le Maestrichtien supérieur. Dans le même bassin, le Danien est constitué par des marnes et des grès à *Unio Cazalisi* et par les calcaires de Vallemagne à *Cyclophorus heliciformis*, *Vivipara Dieulafaiti*, *Bauxia bulimoides*, qui supportent des argiles rouges et des bancs gréseux sans fossiles, attribués par Roman au Nummulitique inférieur. Dans les environs de Saint-Chinian, la série lacustre débute par des grès grossiers à Reptiles (*Cratæomus*, *Hypselosaurus*, *Rhabdodon*), que des calcaires compacts à *Bauxia* et *Cyclophorus heliciformis* séparent d'argiles rutilantes, contenant également des ossements de Reptiles (*Titanosaurus*, *Dryptosaurus*). Tandis que les deux niveaux inférieurs sont daniens, ce niveau supérieur est assimilé par Depéret aux argiles de Vitrolles de Provence, qui renferment des espèces montiennes. Au-dessus viennent, en concordance parfaite, des calcaires à *Physa prisca*, qui appartiennent au Thanétien.

Basse-Provence. — On a vu plus haut (p. 1313) que, dans le golfe de la Basse-Provence, les formations marines ne s'élèvent pas plus haut que le Santonien. Avec le Campanien débute une série, d'abord saumâtre, puis lacustre, qui, dans le bassin d'Aix, s'élève, sans discontinuité aucune,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

jusqu'au milieu du Nummulitique moyen. Nous ne nous occuperons, pour le moment, que de la partie néocrétacée et éonummulitique de cette succession, dont voici, d'après les travaux de L. Collot [XXXVIII, 29], Roule [18] et G. Vasseur [19] les principaux termes, avec les noms d'étages qui ont été introduits par Matheron [16] et par Villot [17] :

Valdonnien (Campanien). Calcaires compacts et marnes des Martigues, du Peynier, du Plan d'Aups, de Puyloubier, du Beausset, avec *Cyrena globosa*, *Corbicula cuneata*, *Melanopsis galloprovincialis*, *Melania nerineiformis*, *Pyrgulifera lyra*, *Paludina novemcostata*, *Neritina Brongniarti*, *Bulimus tenuicostatus*.

Fuvélien (Maestrichtien inférieur). Puissante série (400 m) de calcaires marneux et de marnes, alternant avec des lits de lignites, souvent épais et exploités à Fuveau, Gardanne, Trets, Ollières, etc. Les surfaces planes des calcaires bruns, toujours bien stratifiés, sont couvertes de coquilles d'eau douce, fréquemment écrasées, mais conservées avec leur test. Les espèces les plus communes sont *Unio galloprovincialis*, *Corbicula cuneata*, *concinna*, *Melanopsis galloprovincialis*, *Cyclophorus Heberti*, *Cyclotus primævus*. Les débris végétaux sont très abondants, ce sont surtout des Palmiers, des Rhizocaulées, des *Nelumbium*, indiquant une végétation palustre.

Bégudien (Maestrichtien supérieur). Calcaires noduleux, en bancs épais, souvent pisolithiques, de la Bégude, près Fuveau, de Trets, d'Ollières, avec *Melania Goureti*, *Melanopsis Munieri*, *Paludina Mazeli*, *Cyclophorus Heberti*, *Physa gallo provincialis*, *doliolum*, *Draparnaudi*, *Lychnus Marioni*, *ellipticus*.

Rognacien (Danien). Grès bigarrés et marnes rouges à Reptiles (*Hypselosaurus priscus*, *Crocodilus vetustus*, *Aplolidemys Gaudryi*), puis calcaires blancs de Rognac, formant une barre, avec *Paludina Beaumonti*, *Ampullaria Dieulafaiti*, *Pyrgulifera armata*, *Leptopoma disjunctum*, *Cyclophorus Luneli*, *Cyclotus solarium*, *Bauxia Baylei* et surtout *Lychnus Matheroni*.

Vitrollien (Montien). Argiles rutilantes de Vitrolles, avec poudingues et calcaires marmoréens à *Physa montensis*.

Thanétien. Calcaire compact et noduleux de Saint-Marc-de-l'Arc à *Physa prisca*, *Limnæa*, *Megalomastoma*, *Megaspira*.

Londinien. Calcaire de Langesse à *Physa Draparnaudi*, *columnaris*, *Planorbis subcingulatus*, Auriculidés.

La présence de *Bauxia Baylei* dans le calcaire de Rognac permet d'établir le parallélisme de ce niveau avec les calcaires lacustres daniens de l'Ariège et de la Haute-Garonne. Comme les argiles de Vitrolles renferment des espèces du calcaire de Mons, leur attribution au Montien ne saurait faire de doute. C'est donc entre le Rognacien et le Vitrollien qu'il convient, dans la série continue des formations lacustres de la Basse-Provence, de placer la limite entre le Crétacé et le Tertiaire.

Ces formations lacustres s'étendent bien au delà des limites occupées par les dépôts sénoniens marins. Ainsi aux Baux, dans le Nord des Bouches-du-Rhône, il existe une série très puissante, allant du Valdonnien à *Bulimus proboscideus* au Rognacien à *Lychnus Matheroni*, et le Valdonnien n'est séparé de l'Hauterivien à *Toxaster retusus* que par une couche de bauxite. Dans le nord du bassin d'Aix, le même terme s'appuie souvent directement sur les dolomies du Jurassique supérieur. Dans l'est du même bassin, le Fuvélien est transgressif et les calcaires de Rognac s'étendent encore davantage vers le nord et vers l'est [XXXVIII, 29]. Ils atteignent Mirabeau, Quinson, Aups, Draguignan. Quant aux calcaires lacustres éonummulitiques, l'intensité des dénudations ultérieures ne permet pas de préciser les limites de leur dépôt.

Istrie et Dalmatie. — On n'a encore observé, dans aucune région du bord occidental et septentrional des Alpes, des couches de passage reliant insensiblement le Crétacé au Nummulitique, il existe toujours une lacune à la limite des deux systèmes, correspondant en général à l'étage Danien et

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

à tout le groupe Éonummulitique (pl. CXX, 2). Sur le versant méridional, on constate, par contre, en Istrie et en Dalmatie, des faits analogues à ceux que nous ont fournis les Pyrénées. Les calcaires à Rudistes du Sénonien sont séparés des calcaires éonummulitiques par une série de couches d'eau douce, qui permettent de conclure à une transformation du géosynclinal dinarique en une lagune complètement dessalée.

La substitution du régime lagunaire au régime marin ne s'est pas opérée brusquement, car G. Stache [20] a observé des alternances répétées de calcaires à Rudistes, de calcaires à Milioles et autres Foraminifères, de bancs à *Ostrea* et *Anomia*, de calcaires fétides, avec oogones de Characées, et de schistes ligniteux à Mollusques d'eau douce (*Melanopsis*, *Cosinia*). Munier-Chalmas attribuait les Rudistes aux genres *Sphærulites* et *Apricardia* et considérait comme daniennes les couches qui les renferment [0, 1].

La partie moyenne de la série des couches de passage a reçu de G. Stache le nom de *couches de Cosina*. Elle est constituée par des alternances de gros bancs de calcaires bitumineux et de marnes. Elle contient exclusivement des restes de Characées (*Nitella*, *Cosmogyra*, *Cristatella*, *Lagynophora*), des Mollusques terrestres (*Callomastoma*, *Helix*) et d'eau douce (*Cyrena*, *Melanopsis*, *Cerithium*, *Goniobasis*, *Hydrobia*). La présence de *Cerithium inopinatum* permettrait, d'après Munier-Chalmas, de rapporter ces couches à l'étage Montien.

Les couches supérieures comprennent, d'après Stache, des alternances de niveaux à fossiles d'eau douce ou d'eau saumâtre (*Foibalia*), de calcaires à Characées et de calcaires à Foraminifères (*Coscinolina*), où apparaissent déjà les genres *Nummulites* et *Alveolina*. Des couches à plantes terrestres renferment des restes d'une flore qui rappelle celle des travertins de Sézanne, d'âge thanétien.

G. Stache a proposé, pour l'ensemble des couches de passage entre le Crétacé et le Nummulitique, le nom d'étage *Liburnien*, mais on voit que les divers termes de cette série se répartissent sans trop de difficultés entre les étages Danien, Montien et Thanétien.

Afrique du Nord. — Laissant de côté les dépôts daniens d'Espagne, de Hongrie et du Caucase, qui sont séparés par une grande lacune des premiers dépôts nummulitiques, nous pouvons passer directement aux régions de l'Afrique du Nord, où le passage du Sénonien au Nummulitique inférieur s'opère d'une manière insensible, par une série de couches parfaitement concordantes.

Cette condition est réalisée notamment dans la Tunisie centrale et aux environs de Tébessa. Au-dessus du Maestrichtien à *Parapachydiscus colligatus* viennent des marnes bleues ou noirâtres, dans lesquelles Pervinquière [XXXVIII, 37] a recueilli *Pentacrinus Peroni*, *Balanocrinus africanus*, *Adelopneustes Lamberti*, *Terebratulina chrysalis*, avec des Lamellibranches et des Gastéropodes indéterminables. Elles semblent correspondre au Danien et supportent des marnes noirâtres sans fossiles, qui ont jusqu'à 200 m d'épaisseur. Elles sont recouvertes, à leur tour, par un niveau phosphaté à *Nautilus Forbesi* et par des bancs calcaires, où apparaissent les premières Nummulites.

Dans le Sud de la Tunisie, il existe, par contre, une lacune, voire une discordance, entre le Maestrichtien et les couches phosphatées mésonummulitiques.

En Égypte également, le passage du Crétacé au Tertiaire a lieu d'une manière insensible, par une série de couches concordantes. Le Maestrichtien à *Exogyra Overwegi*, souvent considéré à tort comme danien, supporte des marnes et des argiles feuilletées, gris verdâtre, dont la faune renferme près d'un tiers d'espèces communes aux couches sous-jacentes et dont les espèces les plus caractéristiques appartiennent aux genres *Trochocyathus*,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Thecocyathus, Caryosmilia, Palæopsammia, Nucula, Leda, Cypricardia, Natica, Alaria, Chrysodomus, Volutilithes, Tornatella, Avellana, c'est-à-dire à des formes assez indifférentes. On y trouve en outre quelques Nautiles, parmi lesquels *Hercoglossa danica*, qui ne laisse guère de doute sur l'âge danien de la faune [22]. D'ailleurs les marnes feuilletées sont surmontées, dans les Grandes Oasis, par une craie blanche à fossiles silicifiés, dont les couches inférieures passent souvent latéralement aux marnes. La faune de cette formation est remarquable par la présence de plusieurs espèces essentiellement crétacées, telle que *Ananchytes ovatus, Terebratulina gracilis, chrysalis, Spondylus Dutempleanus, Pycnodonta vesicularis, Turritella plana, Triton tuberculosum, Nautilus Dekayi, Pollicipes glaber, Olodus serratus, Corax pristodontus, Oxyrhina Mantelli.* Wanner [21] cite en outre un Radiolitidé et un *Baculites* spécifiquement indéterminables. La plupart des Zoanthaires, des Lamellibranches et des Gastéropodes appartiennent à des espèces spéciales, qui, toutefois, accusent de grandes affinités avec des formes tertiaires.

A sa partie supérieure, cette craie passe insensiblement à une formation tout à fait semblable, qui renferme déjà la faune de l'étage *Libyen* de Zittel et notamment des Operculines, des Nummulites, des *Bothryolampas*, etc. La position de ces couches au-dessus d'une série incontestablement danienne permet d'attribuer au Montien les plus inférieures d'entre elles. Ici aussi on peut sans inconvénient faire coïncider la limite inférieure du Nummulitique avec l'apparition des Nummulites.

Asie méridionale. — Il existe plusieurs régions, dans l'Inde et dans les pays voisins, où le Nummulitique paraît reposer en concordance sur le Crétacé et où l'on éprouve quelquefois certaines difficultés à délimiter les deux formations. Les couches à *Venericardia Beaumonti* du Béloutchistan, de la province de Sind et de la Basse-Birmanie fournissent alors un bon point de repère, car, en raison de leur superposition immédiate au Maestrichtien à *Hemipneustes* et *Orbitoides*, on est en droit de les assimiler au Danien.

Au Béloutchistan (p. 1339), elles sont séparées des couches qui renferment les premières Nummulites par des schistes noirs sans fossiles. Dans le Sind, elles sont surmontées par une coulée de roche éruptive basique (fig. 400), qui supporte elle-même les couches éonummulitiques de Ranikot, dont il sera question plus loin. La faune montienne n'est pas connue en Inde.

Dans le Nord-Ouest de l'Inde péninsulaire, des couches d'eau douce maestrichtiennes et sans doute aussi éonummulitiques témoignent de l'existence d'un régime lacustre semblable à celui qui régnait dans la Basse-Provence.

Dans l'Inde méridionale, le Danien à *Hercoglossa danica*, sans Ammonites, est bien représenté, mais il n'est pas surmonté de dépôts plus récents.

Bord pacifique des deux Amériques. — Pendant longtemps on avait cru, sur la foi des meilleurs auteurs, à l'existence, sur le bord pacifique des deux Amériques, d'un mélange, dans les mêmes couches, des faunes crétacées et tertiaires.

Pour ce qui est de la Californie, on pouvait lire, il y a moins de vingt ans, dans un excellent ouvrage de vulgarisation, qu' « ici il ne peut subsister le moindre doute que des types du Tertiaire se sont mélangés avec la faune du Crétacé supérieur, d'abord insensiblement, puis de manière à prédominer, si bien que nous voyons s'éteindre les Ammonites, entourées d'une population appartenant à une ère nouvelle ». Grâce aux travaux des géologues américains, cette opinion, qui était basée surtout sur les affirma-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

tions de Marcou et qui tendait de plus en plus à s'accréditer, a été reconnue erronée.

Un travail de Stanton, publié en 1898 [23], est venu jeter un tout nouveau jour sur les relations qui existent entre le Crétacé et le Tertiaire des Coast Ranges de Californie. L'auteur y fournit la démonstration que le *groupe de Chico* et le *groupe de Tejon*, considérés précédemment comme intimement soudés et reliés entre eux par des espèces communes, attribués tous deux par certains auteurs au Tertiaire, sont en réalité indépendants l'un de l'autre et que le premier est crétacé, le second, tertiaire. Dans l'Oregon, les couches de Tejon reposent en transgressivité sur l'Éocrétacé; en Californie, tantôt elles reposent en légère discordance sur les couches de Chico, tantôt elles en sont séparées par une formation spéciale, qui a reçu le nom de *groupe de Martinez*.

La faune des couches de Chico est nettement maestrichtienne, comme on l'a vu plus haut (p. 1347), et c'est à elle qu'appartiennent les Ammonites, les Baculites et autres fossiles crétacés que l'on avait à tort attribués au Nummulitique. Les prétendus types tertiaires, que l'on a recueillis associés aux Céphalopodes sénoniens, sont, en réalité, des types indifférents, qui ont vécu sans se modifier pendant de longues périodes géologiques.

La faune des couches de Tejon est, par contre, nettement tertiaire et il est même peu probable qu'elle appartienne à l'Éonummulitique, car elle n'est pas sans offrir des analogies avec celle du Calcaire Grossier des environs de Paris. Aucun des types crétacés que l'on prétendait y avoir rencontrés n'a été retrouvé par les auteurs récents, et c'est le cas, en particulier, pour l'*Ammonites jugalis*, que Gabb avait signalé dans les couches de Tejon. Le nombre des espèces communes aux deux formations se réduit à 6 et ce sont des types persistants, d'une grande extension verticale. Enfin, les prétendues couches de passage entre les groupes de Chico et de Tejon, qui devaient contenir un mélange d'espèces des deux groupes, appartiennent en réalité aux couches de Tejon et ne contiennent aucun type mésozoïque.

Pour ce qui est de l'Amérique du Sud, on avait également admis, depuis le célèbre voyage de Darwin, que des Ammonites et des Baculites se rencontraient au Chili jusque dans les couches tertiaires. Steinmann [XXXVIII, 372] a fait justice de cette légende et a démontré que les couches renfermant des Céphalopodes sont indubitablement sénoniennes, tandis que les couches tertiaires qui leur sont superposées appartiennent au Néogène inférieur, de sorte que l'hiatus entre les dépôts crétacés et les dépôts tertiaires est encore plus considérable que dans l'Amérique du Nord.

Région centrale de l'Amérique du Nord. — Sur le bord oriental des Montagnes Rocheuses, depuis le Canada jusqu'au Mexique, le Crétacé se termine par des couches saumâtres ou d'eau douce, voire continentales, auxquelles font suite des couches tertiaires, également continentales.

Cette puissante formation, comprise entre les dernières couches marines du Sénonien et les premières couches à Mammifères monodelphes du Nummulitique, est constituée par des alternances de grès, d'argiles et de lignites, qui atteignent jusqu'à 4 000 m d'épaisseur. On lui a souvent appliqué le nom de *Laramie*, proposé par Clarence King dans un sens plus restreint, à l'exclusion des parties de la série qui reviennent au Tertiaire. Aujourd'hui encore l'accord ne s'est pas encore établi sur le niveau exact où il convient de placer la limite entre les deux systèmes [24-26].

La limite inférieure du groupe de Laramie est elle-même indécise, car

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

les eaux marines n'ont pas fait place partout en même temps aux eaux douces, et la dessalure des eaux n'a pas été partout définitive, car on observe à divers niveaux des récurrences de couches marines intercalées au milieu des couches d'eau douce. Dans l'état de Colorado, il existe déjà une intercalation de dépôts continentaux, les *couches de Judith River*, au milieu des couches marines du groupe du Montana, c'est-à-dire en plein Maestrichtien. L'abondance des Dinosauriens a fait confondre ces couches avec les couches à *Triceratops*, qui occupent un niveau très élevé dans le Laramie. Mais les *Ceratopsidæ* de Judith River (*Ceratops*, *Monoclonius*) se distinguent de ceux des couches à *Triceratops* par un degré d'évolution beaucoup moins élevé.

Les couches de Laramie proprement dites renferment surtout en grande abondance des Mollusques d'eau douce (*Unio*, *Anodonta*, *Vivipara*, *Physa*) et des restes d'une flore qui se rapproche assez de celle du groupe du Dakota. Leur âge crétacé n'a jamais été sérieusement contesté.

Il n'en est pas de même de la série qui leur fait suite et qui comprend les *couches de Livingston* du Montana, les *couches à Triceratops* du Wyoming et les *couches d'Araphoe et de Denver* du Colorado. L'existence d'une discordance à sa base et le caractère récent de sa flore ont déterminé plusieurs auteurs [25] à la placer à la base des terrains tertiaires. Les Mollusques d'eau douce que l'on y rencontre ne diffèrent cependant guère de ceux du Laramie proprement dit. Les éléments les plus caractéristiques de la faune sont les grands Dinosauriens herbivores de la famille des *Ceratopsidæ* (*Triceratops*, *Diceratops*, *Torosaurus*) et les petits Mammifères multituberculés (*Ptilodus*, *Meniscoessus*) et tituberculés (*Pediomys*, *Didelphops*, *Cimolestes*, *Batodon*, *Telacodon*, *Stagodon*, etc.). La détermination précise de l'âge de cette curieuse association acquiert un intérêt tout particulier, car les *Ceratopsidæ* sont étroitement reliés à leurs ancêtres des couches de Judith River, tandis que les Mammifères dont on ne connaît d'ailleurs que des fragments de mâchoires et des dents isolées ne diffèrent que fort peu de ceux des couches de Puerco, c'est-à-dire du premier niveau à Mammifères monodelphes que tous les auteurs s'accordent à placer dans le Tertiaire et qui correspond sans doute au Montien.

Dans le Montana, le Wyoming et le Colorado, les couches à *Triceratops* sont recouvertes par les *couches de Fort Union*, quelquefois appelées *Upper Laramie*, mais généralement attribuées au Tertiaire. On n'y rencontre plus de Dinosauriens et les Mammifères y sont assez rares. Au Nouveau-Mexique, ces couches sont remplacées par les couches de Puerco et de Torrejon, dont le parallélisme avec le Montien et le Thanétien sera démontré plus tard.

Il est probable, dès lors, que les couches à *Triceratops* appartiennent au Danien. On se souvient d'ailleurs que c'est également dans des couches daniennes que Depéret a signalé, dans l'Hérault, le genre *Cralæomus*, le seul représentant européen des *Ceratopsidæ*. Il convient donc provisoirement de placer, aux États-Unis, la limite entre le Crétacé et le Nummulitique entre les couches à *Triceratops* et celles de Fort Union.

Patagonie. — On appliquait, il y a quelques années, à la série de couches qui constitue, en Patagonie, le passage du Crétacé au Tertiaire, la dénomination de *formation guaranienne*. Aujourd'hui, on y distingue plusieurs termes, les uns marins, les autres continentaux, dont les relations stratigraphiques respectives ne sont pas encore pleinement élucidées. Les travaux de Carlos et de Florentino Ameghino [28], complétés par les recher-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

ches de H. von Ihering [29] sur les Mollusques des gisements patagoniens, permettent cependant d'établir, pour chacune de ces deux catégories de dépôts, une chronologie qui est assez bien d'accord avec les données paléontologiques.

Les couches marines les plus anciennes de la Patagonie septentrionale ont reçu le nom de ROCANÉEN (de Roca, sur le Rio Negro). Elles renferment surtout de nombreuses huîtres (*Gryphæa Burckhardti, Rothi, concors, Exogyra callophylla, Ostrea Claræ, hemisphærica, Ameghinoi, Wilckensi, rionegrensis, Orbignyi, Hatcheri, patagonica, Torresi*), d'autres Lamellibranches (*Chlamys patagoniensis, Nucula dynastes, Malletia ornata, Venericardia Iheringi, Dosinia Burckhardti, Lutraria Ameghinoi*) et quelques Gastéropodes mal conservés. On y signale aussi *Nautilus Valenciennesi* et des Ammonites qui n'ont pas encore été décrites.

Le SALAMANQUÉEN comprend les couches marines de la région du golfe de San Jorge, d'où le nom de *Géorgien*, introduit par Wilckens [30] pour désigner l'ensemble des intercalations marines du Guaranien, mais employé déjà antérieurement pour le Cambrien inférieur. On y trouve *Gryphæa pyrotheriorum, concors, Ostrea Ameghinoi, Cytherea chalcedonica, Turritella malaspina, Aporrhais striatissimus* et de nombreuses dents de Poissons (*Asteracanthus, Synechodus, Scapanorhynchus, Oxyrhina Mantelli, Lamna appendiculata, Corax falcatus*). Plusieurs espèces de Mollusques sont communes au Roncanéen.

Le SÉHUÉNÉEN n'a fourni que de rares Mollusques (*Ostrea guaranitica, Corbula sehuena, Potamides patagonensis*), associés à des restes de Poissons (*Lepidotus patagonicus, Ceratodus Iheringi, Protosphyræna, Lamna appendiculata, Oxyrhina Martelli, Corax falcatus*).

H. von Ihering considère les Mollusques de ces trois niveaux comme présentant un singulier mélange de types crétacés et tertiaires. Jusque dans le niveau supérieur les Poissons appartiennent incontestablement à des types crétacés. Le Rocanéen possède, d'après Wilckens, 3 espèces communes aux couches à *Lahillia Luisa* de la Patagonie méridionale, dont l'âge maestrichtien est indubitable (p. 1348). Il ne saurait lui-même être beaucoup plus récent, surtout si l'assertion qu'il renferme des Ammonites se trouvait confirmée. Le Salamanquéen pourrait donc être danien et le Séhuéen serait tout au plus montien.

L'étude des formations continentales contemporaines conduit au même résultat sur l'âge du Guaranien.

Fl. Ameghino comprend sous le nom de PÉHUENCHÉEN des grès rouges, d'origine subaérienne, qui renferment des ossements de Tortues, de Crocodiliens et surtout de Dinosauriens géants (*Argyrosaurus superbus, Titanosaurus australis, Microcœlus patagonicus*), mais aucune trace de Mammifères.

Au-dessus viennent les couches à *Notostylops* (NOTOSTYLOPÉEN), remarquables par le mélange de Dinosauriens et de Mammifères que les frères Ameghino y ont constaté. Nous reviendrons plus tard sur les Mammifères, qui appartiennent aux types les plus variés de Monodelphes. Les Dinosauriens sont représentés par le genre *Titanosaurus*, les *Megalosauridæ*, par *Genyodectes;* les Crocodiliens, par *Notosuchus terrestris*, Goniopholidé à affinités mésozoïques; les Tortues, par l'extraordinaire *Miolania argentina*, qui est représentée en Australie par une forme voisine.

Osborn a signalé quelques Mammifères extrêmement voisins de types caractéristiques des couches à *Notostylops* dans les couches de Puerco des États-Unis, qui appartiennent au Montien. Malgré la présence de Reptiles à affinités crétacées, on doit donc attribuer le même âge aux couches à

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Notostylops. Par conséquent, les formations continentales suivantes, l'Astraponotéen et le Pyrothérien d'Ameghino, qui ne renferment plus de Dinosauriens, ne peuvent pas être plus anciennes que le Thanétien.

Telle n'est cependant pas la conclusion à laquelle arrive Fl. Ameghino. Cet auteur place le Pyrothérien, avec ses Mammifères déjà si évolués, dans le Danien; l'Astraponotéen serait pour lui du Sénonien; le Notostylopéen, le Pehuenchéen et leurs équivalents marins, le Salamanquéen et le Rocanéen, de même que les couches à *Lahillia Luisa*, appartiendraient au Cénomanien! Or nous savons que ces dernières couches sont en réalité maestrichtiennes, ce qui réduit à néant tout le parallélisme d'Ameghino, inspiré manifestement par le désir de vieillir dans une large mesure les plus anciennes couches à Mammifères de Patagonie.

En plaçant le Montien à la base du système Nummulitique, nous faisons coïncider la limite inférieure des terrains tertiaires avec l'apparition simultanée, dans l'Amérique du Nord et dans l'Amérique du Sud, des premiers Mammifères monodelphes.

Récapitulation. — Il résulte avec évidence des pages précédentes que le Danien et le Montien constituent deux étages distincts, que l'on observe en superposition dans beaucoup de pays, par exemple au Danemark, dans la Russie orientale, dans les Pyrénées, dans la Basse-Provence, en Istrie, en Égypte, aux États-Unis, en Patagonie.

Le Danien possède encore d'étroites affinités avec le système Crétacé. Sa faune comprend de nombreuses espèces sénoniennes et l'on y rencontre fréquemment des Rudistes, comme par exemple en Catalogne (p. 1333), en Istrie et en Égypte. Les Dinosauriens y atteignent des proportions gigantesques. Les Bélemnitelles semblent avoir entièrement disparu et la présence des Ammonoïdés est extrêmement douteuse. Par contre, on n'a encore signalé nulle part, dans le Danien, ni Nummulites ni Mammifères monodelphes.

Le Montien renferme encore quelquefois des survivants des faunes crétacées : des *Ananchytes*, des *Micraster*, des Crocodiliens à vertèbres biconcaves, des Mégalosauriens, des Dinosauriens. Les Rudistes ont, toutefois, entièrement disparu. Les premières Operculines et les premières *Orthophragmina* ont été trouvées dans le Montien des Pyrénées [XXXVIII, 6]. Les Nummulites font leur apparition, dès la base du Montien, dans les Pyrénées, en Istrie, en Égypte, tandis que, d'autre part, dans les couches de Puerco des États-Unis et dans les couches à *Notostylops* de Patagonie, qui, en raison de leur position stratigraphique, doivent être attribuées au Montien, les Mammifères monodelphes se rencontrent brusquement en telle abondance et avec une telle variété de formes que l'on ne peut expliquer, autrement que par une immigration simultanée dans les deux Amériques, cette invasion soudaine de types cryptogènes. En Europe, cependant, on ne connaît pas encore de Mammifères dans le Montien.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Malgré ce changement brusque dans la faune, le passage stratigraphique du Crétacé au Nummulitique s'opère quelquefois d'une manière insensible. Il se trouve notamment réalisé, par une série de couches marines concordantes, dans la Russie orientale, en Tunisie, en Égypte et dans l'Inde occidentale. Partout ailleurs il s'est produit, à la limite des deux périodes, des mouvements du sol, qui ont donné lieu soit à une exondation complète d'une durée variable, dans l'Allemagne du Nord, — comme dans le bassin de Paris et sur les bords du Pacifique, — soit à l'établissement temporaire d'un régime lagunaire ou lacustre — comme dans les Pyrénées et en Istrie. Le retour de la mer a eu lieu dès le Montien, dans le bassin Franco-Belge. Plus fréquemment, la transgression marine ne s'est produite qu'à l'époque Mésonummulitique, comme dans la région alpine et en Californie. Ailleurs, enfin, le retrait de la mer a été définitif, le régime lacustre persistant jusqu'à l'exondation finale, comme dans certaines parties de la Provence et du Languedoc et comme dans le Centre de l'Amérique du Nord.

Subdivisions. — La division du système Nummulitique en trois groupes est aujourd'hui à peu près généralement admise et ces groupes sont même, par certains géologues, élevés au rang de systèmes sous les noms de *Paléocène*, d'*Éocène (s. str.)* et d'*Oligocène*. Nous emploierons ici, comme nous l'avons fait pour les autres systèmes, les noms d'*Éonummulitique*, de *Mésonummulitique* et de *Néonummulitique*, ou leurs synonymes, *Suessonien*, *Parisien* et *Tongrien*.

La délimitation de ces trois groupes est basée sur des faits d'ordre stratigraphique. Le groupe Mésonummulitique est transgressif dans l'Aquitaine, dans la région alpine, dans certaines régions de l'Afrique du Nord, en Californie, etc., où le groupe Éonummulitique n'est pas représenté. La transgression néonummulitique ou oligocène est une des plus importantes que l'histoire géologique ait à enregistrer. Elle envahit tout le Nord de l'Europe, depuis le Sud de l'Angleterre jusque dans la Russie orientale et fait sentir également ses effets sur de vastes régions de l'Asie occidentale. Comme toutes les transgressions, la mésonummulitique et la néonummulitique n'ont pas atteint tout de suite le maximum de leur extension, aussi la limite inférieure des groupes correspondants a-t-elle fait l'objet de discussions nombreuses, dans les pays où l'invasion de la mer n'a pas eu lieu dès le début. Pour préciser ces limites, il est nécessaire de définir préalablement les étages que l'on a distingués dans le Nummulitique.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

La division en étages dont il sera fait usage ici est empruntée au bassin Anglo-Parisien, pour les deux groupes inférieurs, à la Belgique et à l'Allemagne, pour le groupe supérieur. Elle peut être résumée de la manière suivante :

Groupe Néonummulitique (Tongrien, Oligocène)	CHATTIEN [1].
	RUPÉLIEN [2].
	LATTORFIEN [3].
Groupe Mésonummulitique (Parisien, Éocène *s. str.*)	LUDIEN [4].
	BARTONIEN [5].
	AUVERSIEN [6].
	LUTÉTIEN [7].
Groupe Éonummulitique (Suessonien, Paléocène)	LONDINIEN [8].
	THANÉTIEN [9].
	MONTIEN.

On remarquera qu'à part le Rupélien, il n'a été adopté aucun des noms d'étages employés en Belgique et dont quelques-uns, comme le *Landénien* (Dumont, 1839) et l'*Yprésien*, sont d'un usage courant en France. Les principes qui ont présidé à l'établissement d'étages dans le Nummulitique de la Belgique ne sont pas du tout les mêmes que ceux qui ont guidé Alcide d'Orbigny, lorsqu'il cherchait à fonder une classification *générale* des terrains sédimentaires sur la connaissance des faunes et sur l'extension géographique des diverses unités stratigraphiques. Les étages des géologues belges sont des subdivisions *locales*, établies le plus souvent sans aucune préoccupation paléontologique. Plusieurs termes ont été créés pour des formations dépourvues de fossiles caractéristiques. Dans de pareils cas, il n'est plus permis d'invoquer les considérations de priorité. De plus, on verra que plusieurs étages de la classification belge chevauchent sur les étages qui sont généralement adoptés en France; on ne pourrait donc les employer qu'en les détournant de leur sens primitif.

On s'étonnera peut-être de ne pas voir figurer, parmi les étages adoptés dans ce Traité, des termes tels que *Sparnacien*, *Cuisien*

1. Th. Fuchs, 1894; des *Chatti*, tribu habitant la Hesse à l'époque romaine.
2. Dumont, 1849; du Rupel, affluent de l'Escaut.
3. Mayer-Eymar, 1893; de Lattorf, village de la principauté d'Anhalt.
4. Munier-Chalmas et Lapparent, 1893; de Ludes, commune du département de la Marne.
5. Mayer-Eymar, 1857; de Barton Cliff, dans le Hampshire.
6. G. Dollfus, 1880; d'Auvers, commune de l'Oise.
7. A. de Lapparent, 1883; de *Lutetia*, Paris.
8. Mayer-Eymar, 1857; de *Londinium*, Londres.
9. Renevier, 1873; de Thanet, île du Kent.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

(*Yprésien*), *Sannoisien*, *Stampien*. Le Sparnacien et le Cuisien sont deux subdivisions, ou plus exactement deux faciès successifs du Londinien, pris dans son acception primitive. Le Sannoisien n'est qu'un faciès lagunaire du Lattorfien. Quant au Stampien, il tombe en synonymie du Rupélien, qui a été créé quatre ans plus tôt pour des formations bathyales ou tout au moins déposées dans des eaux plus profondes que les sables de Fontainebleau, type du Stampien de P. de Rouville. Le terme de *Ligurien*, proposé par Mayer-Eymar pour les couches terminales de l'Éocène, a dû être remplacé par celui de *Ludien*, car les couches de la Ligurie, pour lesquelles il a été créé, possèdent en grande partie un âge tout différent [XXX, 23]. Le *Priabonien* des Alpes correspond à la fois au Bartonien et au Ludien.

Il est beaucoup plus difficile de caractériser par leur faune les étages du système Nummulitique qu'on ne l'a fait pour les étages des terrains secondaires et primaires. En effet, les Ammonites et les Bélemnites ont disparu, et les autres Mollusques ont en général une assez grande longévité, leurs espèces n'étant que rarement cantonnées dans un étage déterminé. Cependant J. Boussac a montré, par des exemples empruntés notamment aux Cérithes, que certaines espèces, en passant d'un étage dans un autre, subissent de légères modifications qui permettent de les envisager comme des mutations successives [36 *bis*, 36 *ter*]. Chaque zone étant caractérisée, par définition, par une mutation, on pourra conclure que, dans le Nummulitique, le nombre des zones n'est guère supérieur à celui des étages. Mais le moment n'est pas encore venu où l'on pourrait dresser un tableau des zones successives et des espèces de Lamellibranches ou de Gastéropodes qui caractérisent chacune d'elles.

Si les Échinides étaient abondants, ils fourniraient, pour chaque étage, d'excellents fossiles caractéristiques, mais nous ne pourrons les utiliser que lorsqu'il s'agira de classer les dépôts de la région méditerranéenne.

Ce sont, jusqu'ici, si paradoxal que cela puisse paraître au premier abord, les Foraminifères qui ont donné les résultats les plus précis, lorsqu'on s'est avisé de les utiliser pour l'établissement d'une chronologie des dépôts marins du système qui nous occupe. Les Nummulites, en particulier, ont permis de paralléliser la série sédimentaire des régions méditerranéenes et alpines avec celle du bassin Anglo-Parisien.

Le vicomte d'Archiac et Jules Haime [31] avaient reconnu depuis longtemps l'importance des Nummulites pour la Stratigraphie et c'est Max von Hantken [32] qui, le premier, tenta d'établir une *échelle* des Nummulites,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

ou, en d'autres termes, un schéma de leur distribution verticale. Cette échelle fut ensuite améliorée par Ph. de la Harpe [33], par H. Douvillé [35] et, en dernier lieu, J. Boussac [36] y apporta quelques modifications importantes.

Les Nummulites, dont la répartition verticale permet de caractériser les zones successives du système Nummulitique, appartiennent en réalité à plusieurs séries distinctes, qui évoluent parallèlement, et ces séries se répartissent dans deux grands groupes, les Nummulites striées ou radiées, à filets cloisonnaires rayonnants, et les Nummulites réticulées, à filets cloisonnaires anastomosés. Chacun de ces groupes peut encore être subdivisé en deux sous-groupes, comprenant l'un les espèces non granulées, c'est-à-dire sans piliers, l'autre les espèces granulées, pourvues de piliers faisant saillie à la surface des tours [1]. De ce fait se trouve condamné le système de Ph. de la Harpe, qui consistait à caractériser un niveau par la présence des Granulées, un autre par celle des Réticulées et à distinguer plusieurs niveaux des Lisses.

Il est nécessaire d'ajouter que chaque espèce est en général représentée, dans les mêmes gisements, par une grande forme à microsphère et par une petite forme à mégalosphère, représentant deux générations alternantes. Les deux formes ont d'ordinaire reçu chacune un nom spécifique distinct. Le *couple* est désigné par la réunion des deux noms. Ex. : *Nummulites contortus-striatus*.

Le tableau ci-contre, établi d'après les travaux de H. Douvillé [35] et de J. Boussac [36], donne la répartition, dans les niveaux successifs du système Nummulitique, des principaux couples de Nummulites. On y a ajouté quelques espèces du genre *Assilina*, qui diffère de *Nummulites* par une spire à tours beaucoup moins embrassants.

Au point de vue stratigraphique, il ressort de ce tableau que les Nummulites atteignent leur maximum à l'époque Mésonummilitique, où elles varient avec une grande rapidité, si bien que, pendant la durée du Lutétien, deux faunes différentes se succèdent. A l'époque Éonummulitique, elles sont représentées par des formes peu différenciées, encore assez voisines du genre *Operculina*, qui semble leur avoir donné naissance. A l'époque Néonummulitique, il existe encore trois couples, qui sont toutefois les mêmes que ceux qui vivaient à l'époque du Ludien. Les Assilines ne semblent pas avoir survécu à l'Auversien.

D'autres Foraminifères de grande taille fournissent également des documents stratigraphiques intéressants : tels sont les Alvéolines et les Orbitoïdes. La distribution verticale du genre *Alveolina* et des genres voisins est encore incomplètement connue, mais celle des Orbitoïdes nummulitiques a fait l'objet, de la part de Ch. Schlumberger et de H. Douvillé, de travaux d'une importance capitale. On sait déjà que le genre *Orbitoides* s. str. ne survit pas à la fin de la période Crétacée et qu'il est remplacé, dès le Montien, par le genre *Orthophragmina*. Celui-ci atteint son maximum dans le Lutétien supérieur, où il est représenté par de nombreuses espèces. Les dernières se rencontrent dans le Ludien. Aucun Orbitoïdé n'est connu dans le Lattorfien; mais, dans le Rupélien, on voit apparaître le genre *Lepidocyclina*, qui se continue jusque dans le groupe inférieur du Néogène, où il est associé à *Miogypsina*. Si les Nummulites permettent de définir les

1. L. Prever [34] a proposé d'ériger au rang de *genres* les *groupes* distingués précédemment par divers auteurs, mais les noms qu'il a introduits ne sont guère en usage.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

RÉPARTITION VERTICALE DES PRINCIPALES ESPÈCES DE NUMMULITES, D'APRÈS H. DOUVILLÉ ET J. BOUSSAC

	Nummulites radiées	Nummulites réticulées	Assilines
Rupélien	*N. Bouillei-Tournoueri.*	*N. intermedius-Fichteli.*	
Lattorfien	*N. vascus-Boucheri.*	*N. intermedius-Fichteli.*	
Ludien	*N. Bouillei-Tournoueri.*	*N. Fabianii.*	
Bartonien	*N. Bouillei-Tournoueri.* *N. contortus-striatus.*	*N. Fabianii.*	
Auversien	*N. contortus-striatus.* *N. Heberti-variolarius.*	*N. Brongniarti.* *N. aturicus-Rouaulti.*	*A. exponens.*
Lutétien supérieur	*N. atacicus-Guettardi.* *N. irregularis.*	*N. Brongniarti. N. lævigatus.* *N. aturicus-Rouaulti.* *N. complanatus, gizehensis.*	*A. granulosa.* *A. exponens.*
Lutétien inférieur	*N. atacicus.* *N. irregularis.*	*N. lævigatus-Lamarcki.*	*A. spira.*
Londinien	*N. elegans-planulatus.*		
Thanétien	*N. spileccensis-bolcensis (?)*		

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

zones et les étages, les Orbitoïdés fournissent donc des caractères précieux pour délimiter les grandes divisions.

En ce qui concerne les formations continentales, il est probable que, dans un avenir rapproché, la répartition verticale des Mollusques terrestres et lacustres sera suffisamment bien connue pour que l'on puisse distinguer, dans ces formations, des zones successives, caractérisées chacune par des espèces propres, appartenant aux genres *Unio*, *Helix*, *Limnæa*, *Planorbis*, etc. En attendant, ce sont les Mammifères qui seuls permettent de discuter les parallélismes à grande distance. Cet élément de la faune terrestre se renouvelle constamment, tant par modification sur place que par immigration de types étrangers, de sorte que chaque étage se trouve caractérisé par une faune spéciale, différente de celle de l'étage précédent. On verra plus loin combien sont satisfaisants les résultats auxquels a conduit dès à présent l'étude de la distribution verticale des Mammifères, et celle de leur extension géographique.

2° RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET PRINCIPAUX TYPES.

Série Éo- et Mésonummulitique du bassin Anglo-Parisien. — A l'époque Néocrétacée, une vaste dépression, comprenant toute la plaine de l'Allemagne du Nord, réunissait la mer du Nord actuelle à la Russie méridionale (fig. 389). Il est possible que ce même bras de mer se soit reformé, après une exondation momentanée, au début de l'époque Éonummulitique, mais rien ne nous autorise à admettre qu'il ait continué d'exister après l'époque thanétienne. Jusqu'au début de la transgression néonummulitique, la mer ne semble pas s'être étendue vers l'est au delà de la Poméranie et il est peu probable qu'elle ait recouvert le Brandebourg. En revanche, elle baignait le bord méridional du massif Scandinave et occupait, en Allemagne, en Hollande, en Belgique et dans le Sud de l'Angleterre, les régions riveraines de la mer du Nord actuelle. Vers le sud, elle pénétrait profondément dans l'intérieur du bassin de Paris. Le *bassin Anglo-Parisien* des époques Éonummulitique et Mésonummulitique peut donc être assimilé à une mer du Nord qui aurait débordé bien au delà de ses limites actuelles. Son axe, dirigé N.-S., est transversal par rapport à la direction des plissements armoricains-varisques et il doit être lui-même envisagé comme une aire d'ennoyage, comparable à celle qui, à l'époque du Lias, avait permis la pénétration de la mer jusque dans les zones plissées de l'Europe centrale.

Au lieu de décrire séparément les diverses régions du bassin Anglo-Parisien où la série qui nous occupe a laissé des dépôts, nous envisagerons l'ensemble du bassin et nous décrirons les termes successifs de la série, en étudiant, pour chacun d'eux, les variations de faciès et les changements dans la distribution des mers. Suivant les nécessités particulières, nous commencerons notre exposé soit par le Sud de l'Angleterre, soit par la région parisienne, mais nous devons en général placer la Belgique au second ou au troisième rang, pour des raisons qui apparaîtront clairement dans la suite.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

La région parisienne est en quelque sorte le berceau de la Paléontologie. Tandis que Georges Cuvier faisait connaître les ossements fossiles du Gypse de Montmartre, Lamarck s'attachait à décrire les Invertébrés des riches gisements de coquilles qui entourent la capitale [37]. Cette étude était complétée plus tard par Deshayes [38, 39] et par Cossmann [40, 41]. En même temps, Edwards et Wood [42, 42 *bis*] publiaient, au moins partiellement, la description des Mollusques de l'Éocène d'Angleterre.

Les premières études stratigraphiques sur les terrains tertiaires des environs de Paris sont dues à Al. Brongniart [43, 44]. Plus tard, Graves [45], le vicomte d'Archiac [XXXVIII, 25], Edmond Hébert [46, 47] édifiaient sur des données de plus en plus précises la chronologie des dépôts. Dans une période plus récente, Munier-Chalmas [4; XXX, 23], Gustave F. Dollfus [48-53], H. Thomas[1] [54], Léon Janet [88] et d'autres s'efforçaient de poursuivre les variations de faciès extrêmement compliquées que présentent la plupart des étages du Tertiaire parisien. Il n'existe pas encore de monographie d'ensemble des terrains nummulitiques de la région parisienne, mais le *Traité de Géologie* d'A. de Lapparent [0,1] est, tout particulièrement ici, une mine inépuisable de documents souvent inédits. Enfin, on trouvera, dans quelques guides dénués de prétentions scientifiques [55-58], une foule de renseignements précieux sur les localités fossilifères.

Pour le Nord de la France, on consultera avec fruit les excellents travaux de J. Gosselet [71], d'Ortlieb et Chelloneix [59], de Maurice Leriche [3, 60, 61].

La Stratigraphie des terrains éocènes et paléocènes du Sud de l'Angleterre a fait l'objet de publications magistrales de la part de J. Prestwich [62-65], de Starkie Gardner [66 *bis*, 67], et d'excellentes études locales de Judd [66], Tawney et Keeping [90], Osmond Fisher [78], etc.

Ces auteurs ont fort bien mis en évidence les différences profondes qui distinguent la série nummulitique du *bassin de Londres* de celle du *bassin du Hampshire*. Les faciès et la succession des dépôts ne sont pas les mêmes dans les deux bassins, qui sont séparés par l'axe anticlinal du Weald, de même que le bassin belge est séparé du bassin de Paris par l'axe ancien de l'Artois.

Les géologues belges, de leur côté, ont étudié avec le plus grand soin la Stratigraphie des terrains nummulitiques de leur pays [69 *bis*].

Enfin, nous possédons aujourd'hui, grâce à un certain nombre de sondages, des données sommaires sur la répartition des dépôts paléocènes et éocènes du Nord-Ouest de l'Allemagne [10, 69 *ter*].

L'étage THANÉTIEN, quoique son nom actuel soit beaucoup plus récent, a été en réalité défini dès 1852 par J. Prestwich, au cours de ses recherches mémorables sur les couches comprises, dans le bassin de Londres, entre la Craie et le London clay [63]. Les *Thanet sands* furent, dès cette époque, parfaitement délimités et ils peuvent encore aujourd'hui servir de type pour l'étage. Ils n'existent que dans le bassin de Londres, à l'exclusion du bassin du Hampshire.

Reposant toujours directement et en concordance sur la Craie blanche, l'étage débute par des sables glauconieux, qui renferment de nombreux silex à patine verte, empruntés aux couches sous-jacentes. Les Thanet sands sont des sables plus ou moins argileux, généralement glauconieux, dont l'épaisseur varie de 1 à 20 m et atteint son maximum dans l'ouest du comté

1. Les feuilles revisées de la *Carte géologique détaillée de la France* (1/80 000) relatives à la région parisienne (Beauvais, Soissons, Évreux, Paris, Meaux, Melun, Provins) sont l'œuvre de H. Thomas, Gustave Dollfus et L. Janet.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

de Kent. Des sondages nombreux les ont traversés sous la ville de Londres. Ils ne s'étendent pas vers l'ouest au delà de Windsor, vers le nord, au delà d'Ipswich. Les fossiles sont très abondants lorsque les sables sont très argileux, comme dans le Kent; ils sont très rares lorsque les sables sont perméables. Outre les Foraminifères, les spicules de Spongiaires, les restes de Poissons et quelques Gastéropodes (*Scalaria Bowerbanki*, *Ampullaria subdepressa*, *Fusus subnodosus*), on ne rencontre guère que des Lamellibranches (*Nucula Bowerbanki*, *fragilis*, *Leda substriata*, *Cucullæa crassatina*, *Cyprina Morrisi*, *Cytherea orbicularis*, *Corbula regulbiensis*, *Pholadomya Koninckı*, *Thracia oblata*).

Jusqu'ici il n'a pas été possible d'établir des subdivisions dans le Thanétien d'Angleterre.

En Belgique, les dépôts montiens sont exclusivement localisés aux environs de Mons; le Thanétien y possède, par contre, une grande extension et il repose très généralement sur la surface ravinée des dépôts sénoniens. Il est constitué par les couches dont les géologues belges ont fait le *Heersien* et le *Landénien marin*. La partie supérieure du Landénien est lagunaire et correspond à la base du Londinien. Le terme de Landénien, qui a, d'ailleurs, reçu successivement des acceptions très variées, n'est donc nullement synonyme de celui de Thanétien; l'étage de Dumont est, en réalité, à cheval sur le Thanétien et le Londinien et ne peut être utilisé dans une classification générale.

Le Heersien, que Dumont a séparé sans raisons sérieuses du Landénien, est constitué par des sables glauconieux à *Cyprina Morrisi*, *Cytherea orbicularis*, *Nucula Bowerbanki*, *Pholadomya cuneata*. A Gelinden, il est représenté par des marnes qui ont fourni de nombreuses empreintes végétales. Nous aurons l'occasion d'y revenir.

Le Landénien marin est constitué principalement par des argiles, des tuffeaux et des sables glauconieux. Il est transgressif par rapport au Heersien et repose souvent directement sur le Crétacé, voire sur les terrains primaires. Il débute, comme le Heersien, par un niveau à silex roulés. Les espèces les plus communes que l'on y rencontre sont *Turritella bellovacina*, *Cucullæa crassatina*, *Cardium Edwardsi*, *Cytherea bellovacina*, *Pholadomya Koninckı* [69 *bis*].

Dans les Flandres, le Thanétien est tout entier à l'état d'argiles sableuses, atteignant 50 m d'épaisseur, et il est difficile d'y établir des subdivisions.

Dans le nord du bassin de Paris, par contre, les faciès sont plus variés, les fossiles deviennent abondants, de sorte que l'on a pu reconnaître l'existence de plusieurs niveaux paléontologiques. Munier-Chalmas [XXX, 23] distingue, dans le Thanétien marin, les horizons suivants :

1° niveau de Carvin, à *Cyprina Morrisi;*
2° niveau de Bracheux, à *Cyprina scutellaria;*
3° niveau de Jonchery, à *Cyprina lunulata.*

Le niveau inférieur, qui correspond à peu près au Heersien, n'existe que dans le Nord et dans le Pas-de-Calais, où il est représenté soit par des tuffeaux, soit par les grès de Carvin. M. Leriche [72] a reconnu, à la partie supérieure des tuffeaux, un niveau à *Pholadomya Koninckı*.

Le niveau moyen dépasse considérablement les limites occupées par le précédent. Dans l'Aisne et dans l'Oise, il repose directement sur la Craie.

A la Fère, il est à l'état de tuffeau, avec Diatomées et Spongiaires, mais généralement il est constitué par des sables glauconieux, les *sables d'Ostricourt* et les *sables de Bracheux*. Ce dernier nom est souvent appliqué à l'en-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

semble du Thanétien. Les fossiles les plus fréquents à ce niveau moyen sont les suivants : *Cucullæa crassatina*, *Cardium Edwardsi*, *Venericardia pectuncularis*, *Crassatella bellovacina*, *Cytherea orbicularis*, *Cyprina scutellaria*, *Corbula regulbiensis*, *Turritella bellovacina*, *Calyptræa suessoniensis*, *Pseudoliva prima*.

Le niveau supérieur comprend les *sables de Jonchery et de Châlons-sur-Vesle*, dont la faune est constituée par un mélange d'espèces marines (*Ostrea bellovacina*, *Cardium Edwardsi*, *Cytherea orbicularis*, *Cyprina lunulata*, *Voluta depressa*, *Pseudoliva fissurata*), d'eau saumâtre (*Cyrena tellinaria*, *Batillaria*, *Melania*, *Melanopsis*), d'eau douce (*Physa gigantea*, *Planorbis Roissyi*, *Pisidium*), auxquelles s'associent même quelques espèces terrestres (*Auricula adversa*, *Helix hemisphærica*, *Cyclostoma Arnouldi*, *Clausilia*, *Carychium*, etc.). Ce mélange correspond à une forte dessalure des eaux par un cours d'eau qui débouchait dans le bassin de Paris et qui tendait à transformer toute sa partie orientale en une lagune d'eau douce. Tandis qu'aux environs de Beauvais, les couches à fossiles d'eau douce forment des intercalations au

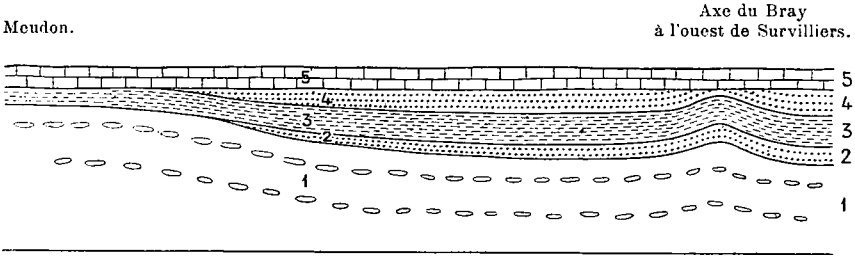


Fig. 407. — Coupe schématique passant par le dôme de Meudon et l'anticlinal du Bray, à l'époque du Lutétien supérieur (d'après un croquis inédit de Munier-Chalmas).

1, craie sénonienne; 2, Thanétien; 3, Argile Plastique et Lignites (Londinien inférieur); 4, sables de Cuise (Londinien supérieur); 5, Calcaire Grossier (Lutétien).

milieu d'une série à faune saumâtre, qui débute par des bancs à *Ostrea bellovacina*, dans la montagne de Reims, au S.E. de Rilly, le Thanétien supérieur est exclusivement constitué par un calcaire d'eau douce, le *calcaire de Rilly*, dont la faune, composée uniquement de Mollusques fluviatiles et terrestres, sera étudiée plus tard. A Verzenay, ce calcaire repose directement sur la Craie. Le Thanétien supérieur accentue donc encore la transgression des termes précédents.

Les renseignements que nous possédons sur le rivage occidental de la mer thanétienne sont très précaires. G. F. Dollfus signale un lambeau isolé de grès avec faune de Bracheux à la Haye-en-Lyons, dans la Seine-Inférieure. Quant à la limite méridionale des dépôts thanétiens, elle passe à environ 30 km au nord de Paris (fig. 407), les premiers affleurements se trouvant à Viarmes et à Coye, entre Chantilly et Luzarches, où un poudingue à silex noir repose sur la surface ravinée de la Craie.

La mer thanétienne formait donc, dans le bassin de Paris, un golfe largement ouvert au nord et elle était sans communication aucune avec les régions méridionales de l'Europe. Dans ces conditions, il est naturel que sa faune présente, dans une certaine mesure, des caractères arctiques. Ceux-ci avaient depuis longtemps frappé Munier-Chalmas [4], qui insistait sur les affinités de *Cyprina scutellaria* avec *Cyprina arctica* des mers boréales actuelles et qui avait constaté que les *Astarte* du groupe d'*Astarte borealis*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

deviennent plus abondantes à mesure que l'on se dirige vers le nord. Max Semper [404] compte que, sur 15 genres de Lamellibranches encore actuellement vivants qui entrent dans la composition des Thanet sands, il s'en trouve 6 (*Astarte, Axinus, Cyprina, Dosiniopsis, Cyrtodaria, Thracia*) qui, de nos jours, vivent principalement dans les mers froides de l'hémisphère Nord.

Il serait intéressant de pouvoir confirmer ces résultats par l'étude de la faune des dépôts thanétiens du Nord-Ouest de l'Allemagne et du Danemark ; malheureusement, les marnes qui surmontent les argiles de Copenhague sont entièrement dépourvues de fossiles.

Le LONDINIEN a été créé, en 1857, par Mayer-Eymar, non seulement pour le *London clay*, mais encore pour l'ensemble des dépôts saumâtres qui séparent cette formation marine des Thanet sands et que les géologues anglais réunissent aujourd'hui sous la dénomination de *Woolwich and Reading beds*. Disons tout de suite que l'identité de ces dépôts avec l'*Argile Plastique* du bassin de Paris a été reconnue depuis longtemps, tandis que le London clay correspond à la fois à certains termes encore mal étudiés du bassin de Paris et aux *sables de Cuise*.

Le début du Londinien est marqué, dans le Sud de l'Angleterre [63], par un mouvement d'affaissement qui a pour résultat l'invasion du bassin du Hampshire, non pas tout de suite par la mer, mais par des eaux douces, qui formaient une vaste lagune, communiquant probablement avec la mer du bassin de Londres. Au nord de l'anticlinal du Weald, le Thanétien est recouvert, en effet, tantôt par des formations d'eau douce, auxquelles on applique, comme à celles du Hampshire, la dénomination de *couches de Reading;* tantôt par des formations lagunaires, les *couches de Woolwich*, qui renferment un mélange d'espèces marines et d'espèces d'eau douce; tantôt, enfin, par des sables à fossiles marins. Ces trois faciès se succèdent de l'ouest à l'est, depuis le Wiltshire jusque dans le Kent; ils débutent presque toujours par des sables glauconieux à silex roulés et par un lit à *Ostrea bellovacina*, dents de *Lamna* et restes de Tortues; ils reposent soit sur la Craie, soit sur le Thanétien. Les couches de Reading sont principalement constituées par des sables, avec intercalations lenticulaires d'argile plastique, presque toujours dépourvues de fossiles. Dans le Hampshire, l'argile plastique est tout à fait prédominante. Les couches de Woolwich, qui passent latéralement aux précédentes, comprennent surtout des sables, des conglomérats et des argiles à lignites. Elles renferment, outre quelques restes de Vertébrés (*Gastornis, Coryphodon*), un mélange de Mollusques d'eau douce (*Cyrena cuneiformis, Cerithium variabile, Melania inquinata, Melanopsis buccinoides, Hydrobia Parkinsoni*) et d'espèces marines, qui deviennent prédominantes dans les couches supérieures (*Modiola Mitchelli, Nucula fragilis, Cardium plumsteadiense, Psammobia Condaminei, Buccinum fissuratum, Fusus latus*). La faune des sables marins du Kent oriental est caractérisée par l'association d'espèces qui ont vécu déjà au Thanétien et d'espèces nouvelles.

Les couches de Reading et de Woolwich sont séparées du London clay par un niveau de sables marins d'épaisseur variable; mais bientôt, par suite d'un affaissement général du Sud-Est de l'Angleterre, la profondeur des eaux augmente et il se dépose une série très uniforme d'argiles, qui atteint plus de 150 m d'épaisseur. Ce sont les argiles de Londres, le *London clay* [62]. Elles ont fourni une faune très riche, qui n'est pas exclusivement marine, car des cours d'eau ont entraîné dans la mer des cadavres

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

de Mammifères, d'Oiseaux, de Reptiles terrestres, des coquilles de Mollusques d'eau douce, ainsi que d'abondants débris végétaux et en particulier des fruits. La faune marine indique plutôt une profondeur assez considérable. Elle comprend des Foraminifères de petite taille, des Zoanthaires à polypiers simples (*Turbinolia*, *Paracyathus*), des Échinodermes (*Pentacrinus*, *Ophiura*, *Cœlopleurus*, *Hemiaster*), de rares Brachiopodes, des Lamellibranches et des Gastéropodes très nombreux (*Avicula arcuata*, *Modiola elegans*, *Nucula similis*, *Cyprina planata*, *Pholadomya margaritacea*, *Panopæa intermedia*, *Solarium patulum*, *Aporrhais Sowerbyi*, *Rostellaria ampla*, *Fusus bifasciatus*, *Pirula Smithi*, *Cancellaria læviuscula*), quelques Céphalopodes (*Nautilus centralis*, *Aturia zic-zac*, *Belosepia sepioidea*, *Beloptera Levesquei*), des Ostracodes et des Décapodes macroures (*Hoploparia*) et brachyoures (*Xanthopsis*, *Dromolites*), enfin de très nombreux Poissons (*Odontaspis*, *Lamna*, *Pristis*, *Myliobates*, *Sphyrænodus*, *Cybium*, *Phyllodus*) et quelques Chéloniens marins.

Dans le bassin de Londres, le London clay est surmonté par une puissante série sableuse, les *Bagshot sands*, dont la partie inférieure, les *Lower Bagshot sands*, appartient encore au Londinien. Elle est représentée, dans le bassin du Hampshire, par des alternances de sables, d'argiles et de lignites, qui, à Alum Bay, dans l'île de Wight, ont fourni une flore très variée, dont les éléments se retrouvent dans le bassin de Paris.

En Belgique et dans le Nord de la France, l'ensemble des couches que l'on désigne d'ordinaire sous le nom de Landénien supérieur ou Landénien « fluvio-marin » constitue l'équivalent exact des couches de Reading et de Woolwich. Les sédiments sont, ici aussi, des sables à stratification entrecroisée, qui reposent sur la surface ravinée du Thanétien, et des argiles ligniteuses. Les fossiles sont ou terrestres, comme les Végétaux et les Mammifères (*Pachynolophus*, *Coryphodon*), ou fluviatiles, comme les Unios, les Poissons (*Amia*, *Lepidosteus*), les Reptiles (*Crocodilus*, *Trionyx*). La mer ne semble donc pas avoir recouvert l'axe de l'Artois au début du Londinien. Par contre, dans le Nord de la Belgique, les sondages artésiens d'Ostende et de Gand ont fourni *Ostrea sparnacensis*, *Cyrena cuneiformis*, *Melanopsis buccinoides*, *Melania inquinata*, *Cerithium funatum*, qui indiquent des dépôts d'eau saumâtre, comparables aux couches de Woolwich et aux lignites du Soissonnais.

Ces couches inférieures du Londinien sont surmontées, au nord de l'axe de l'Artois, par des argiles dont l'épaisseur dépasse quelquefois une centaine de mètres et qui correspondent exactement, par leur position stratigraphique, au London clay. On les désigne sous les noms d'*argiles des Flandres* ou *argiles d'Ypres* et Dumont en a fait le type de son étage *Yprésien*. On n'y rencontre guère d'autres fossiles que des Foraminifères de petite taille et *Xanthopsis Leachi*, Crustacé caractéristique de l'argile de Londres. Il est donc légitime de se servir du terme de Londinien de préférence à celui d'Yprésien, qui aurait la priorité, d'autant plus que la localité d'Ypres, ainsi que l'a fait remarquer G. Dollfus, ne permet plus aucune observation stratigraphique.

Aux environs de Calais et dans toute la Flandre française, le faciès argileux persiste jusqu'au sommet de l'étage et les argiles supérieures renferment alors, d'après Leriche [61], *Nummulites elegans-planulatus* et *Pholadomya margaritacea*. Par contre, dans les environs de Bruxelles et au sud de Lille, la partie supérieure est à l'état sableux. Les sables de Bruxelles et de Renaix sont très fossilifères et renferment notamment *Nummulites elegans-planulatus*, *Pecten corneus*, *Pectunculus decussatus*, *Lucina squamula*, *Turritella*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

edita, *hybrida*. Les *sables de Mons-en-Pévèle* ont fourni surtout, outre *Nummulites elegans-planulatus* et *Ostrea multicostata*, de nombreux restes de Poissons [3].

Le Londinien se termine, aux environs de Mons, par des sables qui reposent sur la surface ravinée des précédents et qui sont caractérisés par une faune spéciale. Dumont en a fait l'étage *Panisélien*, qui tire son nom du mont Panisel, près Mons, où la succession des divers termes du Londinien est bien visible. Les espèces les plus fréquentes dans ces sables sont les suivantes : *Pinna margaritacea*, *Nucula fragilis*, *Cardium porulosum*, *Lucina squamula*, *Venericardia suessoniensis*, *Cytherea proxima*, *Dentalium lucidum*, *Calyptræa suessoniensis*, *Turritella Dixoni*, *Voluta elevata*, *Pleurotoma Lajonkairei*, *Rostellaria fissurella* [69 *bis*].

Dans le *bassin de Paris* proprement dit, le Londinien est représenté par deux formations dont l'individualité stratigraphique a été reconnue depuis longtemps : les *lignites du Soissonnais*, avec leur équivalent l'*Argile Plastique*, et les *sables de Cuise*. On peut en faire deux sous-étages, le *Sparnacien* et le *Cuisien*. Les lignites du Soissonnais correspondent, comme âge et comme faciès, aux couches de Woolwich, tandis que l'Argile Plastique, transgressive vers le sud, vers l'ouest et vers l'est, est l'équivalent exact des couches de Reading. Par contre, il n'existe pas, dans le bassin de Paris, de formation argileuse comparable au London clay et à l'argile des Flandres, mais le *tuffeau de Mont-Notre-Dame*, dans l'Aisne, qui s'intercale entre les Lignites et les sables de Cuise, a fourni à Munier-Chalmas une faune très semblable à celle de l'argile de Londres. Les sables de Cuise viennent se placer au niveau des sables de Mons-en-Pévèle et du Panisélien, leur limite inférieure est marquée également par l'apparition de *Nummulites elegans-planulatus* qui manque dans les couches inférieures du Cuisien. Le tuffeau de Mont-Notre-Dame et les sables d'Aizy, qui occupent le même niveau, doivent être placés, non dans le Sparnacien, mais à la base du Cuisien, car ils marquent le début d'une phase d'approfondissement brusque du bassin de Paris, qui coïncide avec l'abandon, par les eaux, des espaces lagunaires périphériques, c'est-à-dire avec un rétrécissement de la cuvette.

Il importe d'étudier avec quelques détails les subdivisions locales et les variations de faciès de chacun des deux sous-étages.

Les régions classiques pour l'étude du SPARNACIEN sont le Valois, le Soissonnais, le Tardenois, pays de plateaux entamés par l'Oise, l'Aisne, la Marne et leurs affluents, où les Lignites apparaissent dans le fond des vallées, tandis que, vers le nord, ils disparaissent sur de vastes étendues, la dénudation ayant enlevé, entre le Soissonnais et la Pévèle, tout témoin de couches plus récentes que le Thanétien. Vers l'ouest et le sud, par contre, les Lignites et les sables de Cuise s'enfoncent sous le Calcaire Grossier, et, lorsqu'ils reparaissent dans la vallée de la Seine, les faciès ne sont plus les mêmes.

On observe souvent, à la base des lignites du Soissonnais, des conglomérats ou des sables, qui renferment quelquefois des ossements de Vertébrés (*Gastornis*, *Coryphodon*). Puis vient une formation argileuse, d'épaisseur variable, avec intercalations de sables et de lignites. Sa faune est principalement constituée par des espèces d'eau saumâtre, associées à de rares formes marines et à des Gastéropodes terrestres, entraînées dans la lagune (*Megalomastoma eurybasis*, *Rillya splendida*). Les espèces les plus communes sont *Cyrena cuneiformis*, *Melania inquinata*, *Cerithium funatum*, *alaxicum*, *turris*.

A Rilly, près de Reims, et au Mont Bernon, près d'Épernay, Munier-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Chalmas a reconnu, dans les argiles du Sparnacien inférieur, une série de niveaux successifs, caractérisés chacun par une espèce spéciale de *Cerithium* (pl. CXXI, 1); au milieu se trouve un banc calcaire, avec *Physa columnaris* et Characées (*Cosmogyra*, *Nitella*), qui indiquent une dessalure complète des eaux.

Le Sparnacien supérieur est constitué par les *sables de Sinceny*, qui sont quelquefois remplacés par des argiles à lignites, comme par exemple à Sarron, près Pont-Sainte-Maxence (Oise). La faune est beaucoup plus marine, comme l'atteste la présence d'*Ostrea bellovacina*, *Mytilus lævigatus*, *Nucula fragilis*, *Pectunculus terebratularis*, *Arca modioliformis*, *Cytherea Lamberti*, *Natica tenuicula*, *Pseudoliva semicostata*, *Murex sarronensis*, *Tritonidea lata*. Ces espèces sont cependant associées à des types saumâtres, comme *Cyrena cuneiformis*, *Melania inquinata*, *Melanopsis ovularis*, *buccinoides*, *Neritina consobrina*, *Cerithium funatum*, *turbinoides*, *variabile*.

Le bord est de la lagune sparnacienne n'est pas connu, la Craie ayant été débarrassée, dans la Champagne, du manteau de terrains nummulitiques qui la recouvraient. L'*outlier* le plus oriental qui soit conservé est le Mont-Berru, à l'est de Reims, où le Sparnacien affecte sensiblement le même faciès que dans le Soissonnais.

Par contre, on connaît, dans la direction de l'ouest, des lambeaux nombreux de dépôts sparnaciens, qui devaient rejoindre ceux du Hampshire et qui formaient sans doute une nappe transgressive continue, reposant tantôt sur le Thanétien, tantôt sur la Craie, ou plutôt sur l'argile à silex, formée à ses dépens par altération superficielle. Le Sparnacien de la Picardie et de la Normandie offre un caractère beaucoup plus lagunaire que celui du Soissonnais, mais il est également constitué par des alternances de sables, avec bancs de poudingues, et d'argiles, avec lignites. Il est rarement fossilifère; à Varangeville, près Dieppe, G. Dollfus [48 *bis*] a trouvé *Ostrea bellovacina*, *Cyrena cuneiformis*, *Melania inquinata*, *Potamides funatus*, etc.

Dans la partie méridionale du bassin de Paris, la transgression sparnacienne s'est étendue très loin vers le S.E.: on trouve ses traces jusque dans le Pays d'Othe et jusqu'à Saint-Fargeau. Vers le S.W., elle atteint les environs de Chartres. Vers le sud, le Sparnacien disparaît à partir de Dourdan sous des formations plus récentes et sa présence n'est connue que grâce à des sondages. Aux environs immédiats de Paris, les localités de Meudon, d'Issy et d'Auteuil fournissent un type excellent du faciès fluvio-lacustre, qui règne ici sans partage.

Le Sparnacien s'est déposé, dans la région parisienne, sur la surface profondément ravinée du Crétacé supérieur, moulant ses dépressions et reposant indistinctement sur les lambeaux montiens ou sur la Craie (fig. 406). Ses couches de base ne se rencontrent que dans les dépressions et représentent vraisemblablement le remplissage, par un cours d'eau, d'un fond de vallée. C'est le *conglomérat de Meudon*, formé d'éléments empruntés à la Craie et au Montien. Il a fourni des ossements de Vertébrés, sur lesquels nous reviendrons plus tard. Les couches suivantes sont encore fluviatiles, mais se sont déposées dans des eaux tranquilles. Ce sont des argiles brunâtres ou bleuâtres, renfermant des empreintes végétales, des Mollusques d'eau douce (*Unio Cordieri*, *Anodonta antiqua*, *Planorbis sparnacensis*, *Paludina Desnoyersi*, *antiqua*, et surtout *Physa Heberti*). Puis vient une série argileuse, rarement fossilifère, déposée vraisemblablement dans une lagune d'eau douce du littoral; on y distingue les termes suivants :

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

1° glaise panachée de rouge ;
2° argile plastique gris bleuâtre, exploitée pour la tuilerie ;
3° sables quartzeux, fins, à lignites, avec rognons de grès à ciment pyriteux, moules de Cyrènes ;
4° argile plastique gris bleuâtre ;
5° argile riche en matière charbonneuse et bancs de lignite ;
6° argile plastique avec nodules de pyrite de fer.

Les sables n° 3, appelés souvent *sables d'Auteuil*, ont une épaisseur très variable et ont fourni des bois fossiles, perforés par des Térédines.

Les argiles supérieures renferment, au nord de Paris, la faune saumâtre habituelle, mais les espèces sténohalines font défaut.

Sur la périphérie du bassin, les sables et les graviers, fréquemment cimentés en grès et en poudingues, deviennent tout à fait prédominants, indiquant peut-être des conditions littorales. Le *poudingue de Nemours* fait partie de ces formations. Mais il existe également, jusqu'au sommet du Sparnacien, des conglomérats fluviatiles, analogues au conglomérat de Meudon. Ainsi, au Breuillet, au confluent de l'Orge et de la Remarde, l'Argile Plastique est surmontée de grès à gros éléments et à ciment siliceux, avec cristaux de quartz, de rutile, de zircon et de sphène. Ces éléments, empruntés à des roches granitiques, ont été évidemment apportés dans la région parisienne par un cours d'eau originaire du Plateau Central [4].

Le Cuisien s'étend beaucoup moins loin vers le sud que le Sparnacien, il manque à Paris, mais a été rencontré à Saint-Denis dans des forages. Il affleure dans les vallées, au nord de Meulan et de Pontoise, mais les sables qui le constituent sont peu épais et ils ne deviennent fossilifères que dans le Valois et le Soissonnais.

C'est également dans ces régions qu'est localisé le Cuisien inférieur, représenté soit par les *sables d'Aizy* à *Ostrea raritamella*, *Turritella edita*, *hybrida*, *Nerita conoidea*, *Natica splendida*, *Rostellaria Geoffroyi*, *Dewalquei*, soit par le *tuffeau de Mont-Notre-Dame*, formation dont le synchronisme avec les argiles yprésiennes du Nord a été indiqué plus haut. Ce sont des sables très argileux, riches en spicules de Spongiaires (Lithistidés), qui donnent à la roche une forte teneur en silice. Ils reposent sur des lignites à *Cyrena cuneiformis*, *Potamides funatus*, *Melania inquinata*, qui correspondent à une récurrence saumâtre au-dessus des sables de Sinceny. On y trouve encore très rarement *Cyrena cuneiformis* et *Potamides funatus*, mais la faune est presque exclusivement marine. Elle comprend des Échinides (*Linthia Janneli*), des Lamellibranches nombreux (*Nucula*, *Cardium*, *Cytherea*, *Tellina*, *Solen*), des Gastéropodes (*Natica splendida*, *Voluta angusta*, *plicatella*, *Fusus longævus*), des Crustacés décapodes (*Xanthopsis Janneli*). Les Nummulites et les Alvéolines font encore totalement défaut, comme dans la partie inférieure de l'argile des Flandres.

Le Cuisien moyen est particulièrement bien représenté dans les environs de Pierrefonds, où le Cuisien inférieur est à l'état de sables sans fossiles. Il est constitué par les sables à *Nummulites elegans-planulatus*. Ce couple y forme des bancs entiers, où l'on trouve également *Alveolina oblonga* (pl. CXXII, 1). Les deux niveaux de Pierrefonds et de Cuise, que l'on y distingue parfois et que l'on observe en superposition à Cuise-Lamothe, ne diffèrent que par l'addition aux espèces marines, qui sont les mêmes dans les deux niveaux, d'un certain nombre d'espèces saumâtres, introduites probablement par un cours d'eau, qui produisait une dessalure locale des eaux, entraînait également des bois fossiles et donnait lieu à des dépôts à stratification torrentielle bien accusée.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Les espèces marines les plus communes sont les suivantes : *Ostrea multicostata, Nucula fragilis, Venericardia suessoniensis, Crassatella Tallavignesi, Cardium subporulosum, Corbula gallicula, Turritella hybrida, edita, Velates Schmiedelianus, Terebellum fusiforme, Voluta angusta, Pleuroloma terebralis, Fusus Noæ.*

Les espèces saumâtres principales sont *Cyrena Gravesi, Melanopsis ovularis, Lampania biserialis, acuta, Potamides papalis, gradatus.*

Le CUISIEN SUPÉRIEUR est représenté à Cuise par des sables verts sans fossiles, mais à Hérouval, dans l'Oise, il est caractérisé par une faune, composée de petites espèces (*Scutum pyramidale, Acroria Baylei, Tenagodus gracilis, Bayania herouvalensis*), qui, d'après de Raincourt [74], accuse déjà des affinités avec le Lutétien. Les *grès de Belleu*, qui, près de Soissons, représentent le même niveau, ont fourni une flore semblable à celle des Lower Bagshot Beds d'Alum Bay. Enfin, sur le bord est du bassin, c'est-à-dire dans les environs d'Épernay, en particulier à Ay, à Cuys et au Mont-Bernon, des sables à *Teredina personata* et *Unio truncatosa* représentent seuls le Cuisien et correspondent à son niveau supérieur, car, à Brasles et à Gland, près Château-Thierry, ils surmontent une série de sables sans fossiles, superposés aux Lignites, et renferment, d'après L. Janet, *Teredina personata, Cyrena Gravesi, Potamides involutus, funatus.* A Ay, ils ont fourni de nombreux Vertébrés terrestres, sur lesquels nous reviendrons. Les Poissons de cet horizon (*Labrodon, Egertonia, Phyllodus*) confirment, d'après Leriche, son attribution au Cuisien le plus élevé [73].

Pour compléter l'étude de l'Éonummulitique du Nord-Ouest de l'Europe, il nous reste à dire quelques mots du Londinien des régions baltiques, qui se rattache étroitement à celui du bassin Anglo-Parisien.

Dans la péninsule et dans les îles Danoises, le Thanétien est surmonté par des alternances de schistes à Diatomées marines et de tufs basaltiques, qui supportent des argiles plastiques. Les fossiles sont rares dans les couches en place, ils sont plus fréquents dans les blocs erratiques qui en proviennent et qui ont été recueillis entre l'Elbe et l'Oder. On signale entre autres *Valvatina raphistoma, Fusus trilineatus, Nautilus centralis, Aturia zic-zac, Plagiolophus Wetherelli*, c'est-à-dire surtout des espèces caractéristiques du London clay [69 *ter*].

En Scanie, des blocs ferrugineux, provenant de l'argile à blocaux glaciaire, ont fourni *Turritella hybrida*, espèce caractéristique des sables de Cuise.

Le LUTÉTIEN, étage inférieur du groupe Mésonummulitique ou Parisien, a été créé en 1883 par A. de Lapparent pour un type depuis longtemps bien connu et bien délimité, le *Calcaire Grossier* du bassin de Paris, dont les fossiles font l'ornement de toutes les collections paléontologiques, tandis que ses divisions stratigraphiques sont classiques. C'est pour cette raison que nous commencerons l'étude du Lutétien du bassin Anglo-Parisien, non par l'Angleterre ou la Belgique, où l'étage est moins bien représenté, mais par la région parisienne.

Avec le début du Lutétien, les sédiments argileux et sableux, qui avaient prédominé jusqu'ici, font place brusquement à une formation de calcaires zoogènes, les premiers calcaires marins qui se soient déposés dans tout le bassin, où l'on ne connaît, dans tout l'Éonummulitique, que quelques calcaires d'eau douce, comme celui de Rilly. Ce changement soudain dans les conditions de sédimentation ne peut s'expliquer que par l'arrivée de courants chauds, qui avaient déjà, à l'époque du Cuisien, introduit des éléments méditerranéens, tels que les Alvéolines, *Nummulites*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

elegans-planulatus et *Velates Schmiedelianus*, et qui, au Lutétien, permirent aux Algues Siphonées, aux grands Foraminifères, aux Échinides, aux Lamellibranches à test épais, aux grands Gastéropodes herbivores de pulluler dans le bassin.

En raison de sa grande résistance aux agents atmosphériques, le Calcaire Grossier forme en quelque sorte l'ossature de la région parisienne et c'est à sa présence qu'est due l'allure tabulaire qui, abstraction faite de quelques ondulations à grand rayon de courbure, caractérise les collines au nord de la Seine et de la Marne. Le Vexin français, la « France », le Parisis, le Valois, le Soissonnais, le Tardenois, etc., sont autant de *pays*, constitués par des plateaux de Calcaire Grossier, qui supportent une couverture ou des témoins isolés de terrains plus récents (Parisien supérieur, Tongrien), tandis que les termes inférieurs de la série tertiaire apparaissent dans les profondes coupures entaillées dans les plateaux par la Seine, la Marne, l'Oise, l'Aisne et leurs affluents. Au sud de la Seine et de la Marne, le Calcaire Grossier disparaît bientôt sous un manteau continu de terrains plus récents, qui donne lieu à d'autres plateaux. Il ne reparaît que dans les vallées du Petit et du Grand-Morin et sur les bords sud-est et ouest de ces plateaux, entre Épernay et Provins et entre Chartres et Châteaudun.

A l'ouest, au nord et à l'est, la région des plateaux lutétiens est délimitée par la « falaise tertiaire », qui domine les plaines crétacées, recouvertes à l'origine par la même couverture de terrains tertiaires. Nulle part cet escarpement ne correspond à l'ancien rivage de la mer lutétienne, dont l'emplacement exact n'est pas connu. Toutefois, vers l'ouest, vers le sud et vers l'est, l'étage qui nous occupe prend un caractère plus lagunaire que dans le centre du bassin. Comme aux époques précédentes, le golfe était largement ouvert au nord et nous verrons plus loin quels sont les vestiges qui relient encore aujourd'hui les dépôts lutétiens de la région parisienne à ceux de la Belgique.

L'étude des subdivisions du Calcaire Grossier et de leur répartition géographique va nous montrer que les termes successifs de l'étage accusent une transgressivité graduelle, qui ira encore en s'accentuant aux époques suivantes. Des mouvements du sol ont d'ailleurs précédé, dans le bassin de Paris, l'arrivée de la mer lutétienne. Ainsi, à Fosses, près Survilliers et à Luzarches, dans le prolongement de l'axe anticlinal du pays de Bray, le Lutétien, presque horizontal, repose, d'après Munier-Chalmas, en discordance angulaire sur les couches redressées du Cuisien. Une émersion a dû se produire localement entre le dépôt du Londinien et celui du Lutétien, car le même auteur [4] a trouvé à Mont-de-Magny, près Gisors, dans une couche de calcaire non modifié, des moules internes rubéfiés de *Velates Schmiedelianus* et de Turritelles, provenant des couches cuisiennes décalcifiées à l'air libre avant la transgression du Lutétien. Des blocs de grès cuisiens bien consolidés se trouvent quelquefois englobés dans les premières couches du Calcaire Grossier, même dans les endroits où le substratum de ces couches est constitué par des sables non cimentés ou par des argiles, ce qui prouve la destruction, lors de l'arrivée de la mer lutétienne, de bancs gréseux occupant le sommet du Cuisien. Les couches inférieures du Lutétien renferment d'ailleurs très souvent de nombreux exemplaires remaniés de *Nummulites planulatus*.

Les modifications dans la faune, à la limite des deux étages, sont, en général, tout aussi brusques que le changement dans la nature des sédiments.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le LUTÉTIEN INFÉRIEUR débute, dans les affleurements septentrionaux et notamment dans le Vexin, par des sables glauconieux à *Venericardia acuticosta*, qui reposent sur la surface ravinée du Cuisien. Ils ne renferment pas encore *Nummulites lævigatus* et on y trouve principalement *Maretia Omaliusi*, *Pleurotomaria concava*, *Turbo squamosus*, *Gisortia gisortiana*, *Fusus maximus*. Ce niveau manque en beaucoup de points, comme par exemple à Issy. Le Lutétien présente alors, à sa base, une glauconie grossière, riche en galets siliceux, ou des calcaires presque entièrement formés de *Nummulites lævigatus* (*pierre à liards* [1]) (pl. CXXII, 2); les couches reposent sur les sables cuisiens, ou, comme aux environs de Paris, sur l'Argile Plastique (pl. CXXIII, 1). Les couches glauconieuses renferment en abondance *Nummulites lævigatus-Lamarcki*, *Eupsammia trochiformis*, *Turbinolia elliptica*, *Lunulites urceolatus*, *Cardium gigas* et des dents de Squales (*Lamna*, *Otodus*, *Carcharodon*). Au-dessus viennent des bancs calcaires, glauconieux ou non [2], quelquefois exploités (*banc Saint-Leu*). On y trouve surtout *Ditrupa strangulata*, *Cardium porulosum*, *Venericardia planicosta*, *Corbis lamellosa*, *Lucina gigantea*, *Cytherea semisulcata*, *Turritella terebellata*, *carinifera*, *Voluta crenulifera*, *Nautilus Lamarcki*. D'après Leriche [77], ces couches débordent, aux environs de Reims, au delà de la limite orientale des couches à *Nummulites lævigatus*.

Le LUTÉTIEN MOYEN présente à la base un niveau très constant à *Campanile giganteum*, espèce de grande taille, quelquefois d'une admirable conservation, mais représentée aux environs immédiats de Paris, de même que tous les Gastéropodes qui l'accompagnent, seulement par le moule interne (*bancs à vérins*). Les espèces les plus abondantes sont *Orbitolites complanatus*, *Echinolampas calvimontanum*, *Echinanthus issyavensis*, *Crassatella tumida*, *Lucina gigantea*, *Chama lamellosa*, *Turritella carinata*, *Voluta cithara*, *Clavilithes Noæ*, etc.

La partie supérieure du Lutétien moyen est souvent représentée par les *calcaires à Milioles*, formation zoogène entièrement composée de coquilles de *Biloculina*, de *Triloculina*, de *Quinqueloculina*, qui fournit une très belle pierre de construction (*banc royal*). Les fossiles y sont en général peu nombreux (*Orbitolites complanatus*, *Lithocardium aviculare*, *Cerithium lamellosum*). Par contre, lorsque les éléments de la roche ne sont pas agglutinés, on est en présence d'un sable calcaire, où le test de tous les Mollusques est parfaitement conservé. On distingue alors, en particulier dans le Vexin français, un niveau inférieur à *Corbis pectunculus*, *lamellosa*, *Lucina gigantea*, *Strombus ornatus*, *Pygorhynchus grignonensis*, et un niveau supérieur à *Cerithium Benechi*, espèce que l'on retrouve, de même que *Corbis pectunculus*, dans les régions méditerranéennes. A Grignon, les trois niveaux du Lutétien moyen sont fossilifères et constituent un falun extrêmement riche en coquilles d'une très belle conservation. A la ferme de l'Orme, près Neauphle, les Algues Siphonées sont très abondantes (*Acicularia*, *Cymopolia*, *Terquemella*).

A Damery, dans la Marne, le Lutétien inférieur fait défaut et c'est le Lutétien moyen, tout entier représenté par des sables calcaires, qui repose directement sur les lignites du Soissonnais. On y trouve surtout de beaux exemplaires de *Pectunculus pulvinatus*, *Crassatella plumbea*, *Corbis lamellosa*, *Lucina gigantea*, *Turritella imbricataria*, *Rimella fissurella*, *Voluta cithara*, *musicalis*, *Clavilithes longævus*, etc. *Campanile giganteum* est cantonné à la base, *Cerithium serratum* au sommet.

1. Les dénominations employées par les carriers sont placées entre parenthèses.

2. Ces couches et les suivantes ont été souvent transformées en dolomie pulvérulente, probablement par des sources magnésiennes.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Au LUTÉTIEN SUPÉRIEUR, la transgression, qui se faisait sentir au Lutétien moyen, est encore plus accusée, mais la mer perd en profondeur ce qu'elle gagne en étendue; de nombreux îlots émergent et, de plus, les cours d'eau qui se jetaient dans le bassin de Paris y amènent une dessalure locale des eaux, de sorte que l'on voit coexister des formations marines, des formations saumâtres, des formations d'eau douce et des dépôts qui ont pris naissance, par précipitation chimique, dans les bassins d'évaporation. Ce sont les formations saumâtres, les *calcaires à Cérithes* qui prédominent, tout en alternant avec des calcaires à Milioles et autres formations marines. On y trouve surtout *Lucina saxorum*, *Natica parisiensis*, *Potamides lapidum*, *cristatus*, *cinctus*, *Batillaria echinoides*, *calcitrapoides*, *Cerithium tricarinatum*. Des intercalations de lits d'eau douce renferment *Megalomastoma mumia*, *Cyrena depressa*, etc. Le *banc vert* est une couche marneuse, comprise entre deux bancs de calcaires à Cérithes (*banc Saint-Nom* et *Cliquart*), qui a fourni, au Trocadéro, des restes de Mammifères nageurs et de nombreux débris végétaux attestant la présence, dans cette partie du bassin de Paris, d'îlots couverts de végétation. La partie supérieure des calcaires à Cérithes (*bancs francs* et *bancs de roche*) supporte les *caillasses*, série de bancs calcaires peu épais, alternant avec des marnes. Leur partie inférieure renferme les mêmes Cérithes que les couches sous-jacentes; leur partie supérieure est caractérisée par *Cerithium Hericarti* et *Faunus clavatus*.

La faune saumâtre du Lutétien supérieur n'a pas envahi brusquement le bassin de Paris : à Villiers-Neauphle, on rencontre ses espèces les plus caractéristiques dès le Lutétien inférieur. Sur la périphérie du bassin, et en particulier dans l'est, ce sont les formations d'eau douce qui prédominent. Déjà à Longpont, dans l'Aisne, un calcaire à *Planorbis Chertieri*, *Bythinia conica*, *Deschiensi*, *Potamides lapidum* s'intercale au niveau du banc vert. A Damery, des calcaires bien stratifiés, alternant avec des marnes, font suite directement au Lutétien moyen et renferment *Paludina Orbignyana*, *Planorbis Chertieri*, *pseudammonius*, *Limnæa Michelini*, *Glandina Naudoti*. Les mêmes calcaires existent plus au sud, à la Pierre-aux-Fées, dans la vallée du Grand-Morin, et à Mœurs. Entre Villenauxe et Montereau, dans la « falaise tertiaire », et à Provins [54], le Lutétien supérieur est transgressif et il n'est séparé de la Craie que par une faible épaisseur d'Argile Plastique. En même temps, son caractère lacustre s'accentue et les *Potamides* font place à des Mollusques terrestres (*Helix Edwardsi*, *Chertieri*, *Berthelini*). Son épaisseur est de 15 à 18 m, d'après H. Thomas, mais il peut disparaître entièrement, par suite de la transgressivité des termes plus récents de la série tertiaire.

On constate également une transgression graduelle des divers termes du Lutétien vers l'ouest. A Neauphle, le Calcaire Grossier inférieur fait défaut et la série débute par les couches à *Campanile giganteum*, qui débordent les Lignites sparnaciens. Le Lutétien supérieur est lagunaire dans la région de Vernon, Louviers, Pacy-sur-Eure et les *Potamides* y sont très abondants, à l'exclusion des Mollusques d'eau douce [50].

L'extension du Calcaire Grossier vers le sud, sous les dépôts plus récents, est connue grâce à plusieurs sondages [75]. Ici aussi sa partie inférieure fait défaut et le Lutétien moyen est représenté par des sables et des marnes bleuâtres et ne dépasse guère Étampes. Par contre, le Lutétien supérieur lagunaire s'étendait beaucoup plus loin, de manière à rejoindre les dépôts de la région de Nogent-le-Rotrou, Le Mans, etc., dont il sera question plus loin.

Revenons maintenant vers le nord.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Les témoins les plus septentrionaux du Calcaire Grossier en place se trouvent dans le nord du bassin de Paris proprement dit, aux environs de Noyon, Saint-Gobain et Laon, mais il en existe d'autres, au nord de l'axe de l'Artois, aux environs de Cassel et de Bailleul et dans l'Avesnois, dans le département du Nord. Entre les deux régions s'étendent de vastes surfaces, où affleure la Craie, supportant quelques lambeaux de Thanétien, mais où le Lutétien n'existe plus en place. Par contre, dans toute cette contrée, et en particulier dans le Nord de l'Aisne, dans la Somme, dans le Pas-de-Calais et aux environs de Valenciennes, les dépôts quaternaires renferment des blocs d'un grès siliceux très dur, souvent fossilifère. *Nummulites lævigatus* y abonde et s'y trouve accompagné des fossiles les plus caractéristiques du Lutétien inférieur [76, 77]. On est là manifestement en présence de produits d'un remaniement sur place d'une assise qui s'étendait, d'une manière continue, depuis la Flandre jusqu'à l'Ile-de-France, reliant les témoins du Nord à ceux de l'Oise et de l'Aisne. Le caractère lithologique particulier que présentent ces blocs remaniés résulte, d'après L. Cayeux [4 *bis*], de la silicification du ciment, primitivement calcaire, d'un grès à quartz détritique semblable à celui que l'on observe à la base du Lutétien dans toute la région centrale du bassin de Paris.

Les blocs empruntés au Lutétien inférieur ne sont jamais accompagnés d'autres blocs, provenant de niveaux plus élevés du Calcaire Grossier. Leriche en conclut que les termes supérieurs de l'étage ne se sont pas déposés dans le Nord de la France. Et, en effet, dans les *collines de Cassel et des environs de Bailleul*, le Lutétien inférieur supporte directement des couches qui représentent l'Auversien. Il est à l'état de sables blancs, calcaires et légèrement glauconieux. On y trouve surtout *Nummulites lævigatus*, *Lamarcki*, *Maretia Omaliusi*, *Lenita patellaris*, *Scutellina rotunda*, *Ostrea cymbula*, *Cytherea lævigata*, *Cardium porulosum*, *Gladius Baylei*.

Dans l'*Avesnois*, le Lutétien inférieur débute par un épais gravier de base, qui repose soit sur le Sparnacien soit directement sur les terrains primaires, dont la surface est ravinée. Les termes supérieurs de l'étage manquent ici aussi, de même d'ailleurs que les étages supérieurs du Méso-nummulitique.

En *Belgique* [69 *bis*], le Lutétien couvre des surfaces considérables au nord de la Sambre et dans tout le Brabant. Il est représenté par une série plus complète que dans le Nord de la France. Les géologues belges y distinguent les deux termes suivants :

1° le Bruxellien, identique au Lutétien inférieur à *Nummulites lævigatus* de Cassel, avec toutefois une faune beaucoup plus riche, mais généralement d'une conservation fort médiocre, qui renferme encore un certain nombre d'espèces des sables de Cuise;

2° le Laekenien, qui débute par un gravier, avec fossiles bruxelliens remaniés et nombreux restes de Poissons, et comprend surtout des sables calcaires à *Nummulites variolarius-Heberti*, *Lenita patellaris*, *Scutellina rotunda*, *Ditrupa strangulata*, *Anomia sublævigata*, *Turritella brevis*, correspondant probablement à l'horizon à *Ditrupa strangulata* du sommet du Lutétien inférieur des environs de Paris.

Dans le *Sud-Est de l'Angleterre* le Lutétien présente des caractères différents suivant qu'on l'étudie au sud ou au nord de l'anticlinal du Weald. Dans le bassin du Hampshire, il est constitué par la partie inférieure des *couches de Bracklesham* [69,78], sables et argiles glauconieuses, qui débutent par un conglomérat de base formé de galets de silex crétacés. La présence de *Nummulites lævigatus*, *Venericardia planicosta*, *Crassatella grignonensis*, *Chama calcarata*,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Voluta cithara ne laisse pas de doute sur l'âge lutétien de cette partie inférieure.

Dans le bassin de Londres, les *Middle Bagshot Sands* renferment *Ostrea flabellula*, *Venericardia planicosta*, *Corbula gallica*, des dents de Squales et des ossements de Tortues et semblent également constituer un équivalent du Calcaire Grossier.

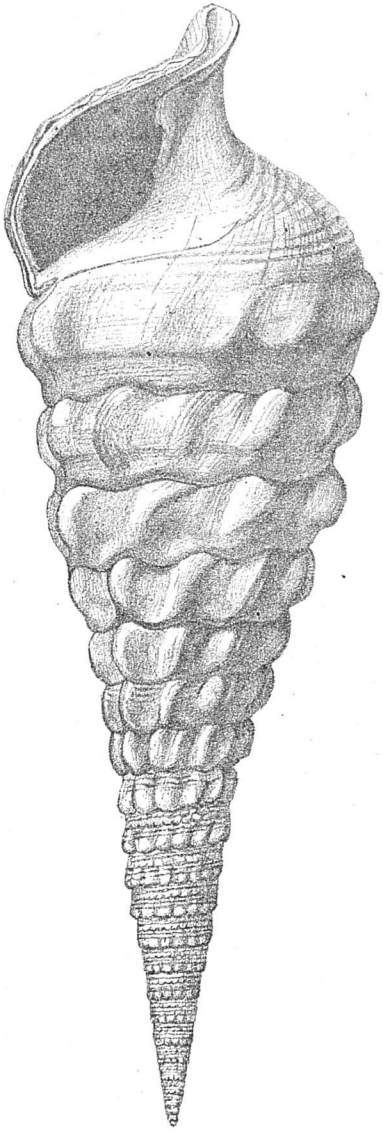


Fig. 408. — *Campanile cornucopiæ* mut. *Bigoti*. Auversien? Cotentin (d'après DESHAYES), 2/3 gr. nat.

L'étage AUVERSIEN, tel qu'il est aujourd'hui compris, a pour type les *sables moyens* ou *sables de Beauchamp* des anciens auteurs parisiens. Il est donc naturel que nous commencions son étude par le bassin de Paris.

Au point de vue paléontologique, l'Auversien possède les plus étroites affinités avec le Lutétien. La plupart des espèces que l'on y rencontre sont déjà connues dans le Calcaire Grossier. On peut citer, comme espèces spécialement auversiennes, *Nummulites variolarius*, *Turritella sulcifera*, *Voluta stromboides*, *Clavella longæva*. Il s'est donc produit une invasion brusque de quelques types nouveaux, mais la grande masse de la faune est restée la même, de sorte que, si le caractère lithologique des deux étages n'était pas totalement différent, il est probable qu'on n'aurait pas eu l'idée de les séparer. Il y a eu cependant, dans le bassin de Paris, au début de l'Auversien, des mouvements orogéniques qui ont modifié totalement les conditions de sédimentation. Désormais, les sables prédominent de nouveau et les intercalations calcaires que l'on observe dans la série ont toutes pris naissance dans des lagunes dessalées.

On a vu plus haut que, à l'époque du Cuisien, l'anticlinal du Bray a commencé à se dessiner. Il a été ensuite entièrement recouvert soit par la mer, soit par des lagunes pendant tout le Lutétien, et il semble en avoir été encore de même au début du Bartonien. Mais l'anticlinal ne tarde pas à rejouer, il émerge et aussitôt il est battu par la mer et démantelé, puis finalement à nouveau recouvert par les eaux. Munier-Chalmas [4,79,80] a reconnu, en effet, que les sables auversiens d'Auvers renferment de nombreux galets et des fossiles remaniés, provenant de la craie sénonienne, du Thanétien, du Sparnacien, du Cuisien, du Lutétien et d'un niveau auversien qui n'existe plus en place dans la région et qui a fourni des galets

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

de grès marins fossilifères (*Corbula gallica*, *Diplodonta bidens*, *Turritella Heberti*, *Bayania lactea*), de calcaires à Mollusques d'eau saumâtre (*Cerithium Bouei*, *mixtum*, *Potamides*), et de calcaires d'eau douce (*Megalomastoma mumia*, *Limnæa longiscata*). Ces éléments, originaires du Bray, sont d'autant plus roulés que l'on s'éloigne de la région et il en est qui ont été transportés jusqu'aux environs de Château-Thierry, c'est-à-dire à plus de 100 km de leur lieu d'origine. La mer a certainement fait une incursion très brusque dans le bassin de Paris, elle a souvent raviné le Calcaire Grossier, et les



Fig. 409. — Carte représentant l'étendue de la mer auversienne dans le bassin de Paris (d'après Gustave-F. DOLLFUS).

Les hachures indiquent les affleurements des sables à *Nummulites variolarius*.

Sables moyens ont alors rempli les creux. Cette ingression soudaine s'explique par un mouvement épirogénique, qui a produit un nouvel approfondissement de la partie centrale de la cuvette parisienne. La mer a atteint tout de suite son maximum de profondeur, car, dans le centre du bassin, la faune de l'horizon d'Auvers renferme de grands *Campanile* (fig. 408), des *Clavella longæva* géants, des Volutes, associés à *Lucina gigantea* et *Venericardia planicosta*. Les conditions bathymétriques sont exactement les mêmes qu'au début du Lutétien moyen.

Les limites atteintes par les sables de l'horizon d'Auvers sont jalonnées par les points suivants : ouest de Reims, Damery, ouest de Montmirail, Esternay, nord de Provins, Melun, sud de Corbeil, sud-ouest de Versailles,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

cours de l'Eure (fig. 409). Sur la périphérie du bassin, les sables passent latéralement à des argiles verdâtres, à faune saumâtre.

Les sables auversiens possèdent une épaisseur assez variable (4-50 m), ils sont souvent agglutinés en grès, qui forment par exemple le sol des forêts de Villers-Cotterets et de Crépy-en-Valois. Les fossiles sont très irrégulièrement répartis dans la masse; dans les sables siliceux perméables, ils ont en général disparu et ne sont conservés que dans les bancs préservés, par des couches imperméables, de la dissolution par les eaux d'infiltration.

On a distingué, dans l'Auversien du bassin de Paris, une série d'horizons [XXX, 23; 4], qui n'ont nullement la valeur de zones. Ce sont des niveaux caractérisés par des associations d'espèces déterminées par les conditions bathymétriques et par la salure des eaux, mais on n'observe nulle part d'immigration d'éléments nouveaux et les espèces dont les modifications dans le temps ont pu être étudiées ne présentent pas, dans les horizons supérieurs, de nouvelles mutations. Voici ces horizons, avec leurs fossiles les plus caractéristiques et l'indication des localités les plus favorables à leur étude :

1° *horizon de Mont-Saint-Martin.* Sables, concordants avec le Lutétien, alternant, à la base, avec des marnes à *Potamides lapidum* et caractérisés par *Turritella sulcifera, Ampullina ponderosa, Voluta digitalina, Melongena minax, Clavilithes longævus* (Mont-Saint-Martin, Monneville).

2° *horizon d'Auvers* [51, 80], marquant presque toujours le début de l'étage, séparé du Lutétien par un ravinement. Sables à stratification entrecroisée. Nombreux galets et fossiles remaniés. Faune propre : *Nummulites variolarius-Heberti*, nombreux Zoanthaires, Échinides, *Ostrea multistriata, Arca subrudis, Venericardia planicosta, Crassatella parisiensis, Lucina saxorum, Cardium porulosum, Cypricardia elegans, Cytherea lævigata, Corbula gallica, Dentalium grande, Trochus auversensis, Bayania lactea, Nerita granulosa, auversensis, Campanile auversense, Cerithium mutabile, tiarella, mixtum, Batillaria Bouei, echinoides, Clavilithes longævus, Melongena minax, Sycum bulbiforme, Ancilla buccinoides, Volutilithes cithara, labrella, musicalis, scabriuscula* (Auvers, le Fayel, Luzancy, Acy-en-Multien, Mary, Senlis, la Ferté-sous-Jouarre, etc.).

3° *horizon du Guespel* [81]. Sables très fossilifères : *Lucina ermenonvillensis, Cytherea lævigata, Corbula gallica, Dentalium grande, Trochus monilifer, Turritella Heberti, Batillaria Bouei, Cerithium crenatulatum* (le Guespel, Gland, Beauval, Lizy-sur-Ourcq).

4° *horizon d'Ermenonville.* Sables, souvent calcarifères, renfermant en abondance *Lucina saxorum, Cerithium mixtum, mutabile, Lampania Bouei, Portunus Hericarti.*

5° *horizon de Beauchamp.* Sables et grès : *Cyrena deperdita, Lucina saxorum, Bayania hordacea, lactea, Cerithium mutabile, tuberculosum, Batillaria Bouei.*

6° *horizon d'Ézanville.* Sables et calcaires sableux à faune saumâtre, avec *Potamides perditus, scalaroides.*

7° *horizon de Ducy.* Calcaire d'eau douce à *Limnæa arenularia, Planorbis goniobasis, Nystia microstoma, Hydrobia tuba.*

8° *horizon de Mortefontaine.* Sables très fossilifères (pl. CXXI, 1) : *Avicula fragilis, Lucina albella, Cardium impeditum, Cytherea cuneata, Venus texta, Corbula angulata, Bithynia pulchra, Cerithium subula, Cordieri, tricarinatum* mut. *crispiacensis, Batillaria pleurotomoides, Fusus subcarinatus* (Mortefontaine, Crépy-en-Valois).

La dessalure du bassin est progressive à partir de l'horizon d'Ermenonville, mais elle n'est que rarement générale, les faunes marines et les faunes d'eau douce amenées par les cours d'eau coexistent et alternent : le *calcaire de Luzancy* à *Limnæa arenularia* s'intercale entre l'horizon du Guespel et celui d'Ermenonville; le *calcaire de Nogent-l'Artaud* occupe le niveau de l'horizon de Beauchamp et inversement; au milieu du calcaire de Ducy, Munier-Chalmas a observé une intercalation sableuse, renfermant quelques-unes des espèces les plus caractéristiques de la faune de Mortefontaine [4].

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

On place quelquefois l'horizon de Mortefontaine à la base de l'étage suivant, mais la faune est une récurrence de celle d'Auvers, et J. Boussac a montré que les mutations des Cérithes sont les mêmes que celles que l'on observe dans les niveaux inférieurs de l'Auversien [36 *ter*].

En *Belgique* et dans la *Flandre française*, l'Auversien est représenté d'une manière assez rudimentaire par des sables calcaires, dont M. Mourlon a fait l'étage *Ledien* [82].

A Cassel et au mont des Recollets [3, 61], il repose directement sur le Lutétien inférieur, dont la surface est ravinée. Il renferme en abondance *Nummulites variolarius*, associé à *Echinolampas affinis*, *Ostrea gigantea*, *Sanguinolaria Hollowaysi* et, surtout à la base, à de nombreux restes de Poissons (*Pristis*, *Myliobatis*, *Odontaspis*, *Lamna*, *Carcharodon*, *Xiphiorhynchus*, *Diodon*, etc.). Trois bancs de grès calcarifères intercalés sont caractérisés respectivement par la présence d'un grand *Campanile*, de *Nautilus Burtini* et d'*Ostrea inflata*.

Dans la région de Bruxelles, les sables lediens à *Nummulites variolarius* sont très peu épais et débutent par un gravier qui repose sur la surface ravinée du Laekenien.

Dans le *bassin du Hampshire*, l'Auversien est représenté, comme l'a pressenti Leriche [69] et comme l'a démontré J. Boussac [83], par la partie supérieure des couches de Bracklesham. Au-dessus des argiles à faune lutétienne reposent en parfaite concordance, à Whitecliff Bay, des couches à *Nummulites variolarius*, qui ont fourni à Boussac des Mollusques dont plusieurs se rencontrent, dans le bassin de Paris, exclusivement dans l'Auversien : *Arca appendiculata*, *Crassatella donacialis*, *Venericardia planicosta*, *Sanguinolaria Hollowaysi*, *Dentalium grande*, *Cerithium scalaroides*, *submarginatum*, *Rimella rimosa*.

Dans la baie de Bracklesham, le même géologue a recueilli, au même niveau, des espèces non moins caractéristiques : *Pectunculus depressus*, *Nemocardium parile*, *Cerithium Morgani*, *conarium*, *Clavilithes longævus*. Au-dessus se trouvent des calcaires zoogènes à Milioles et grandes *Alveolina elongata*.

Dans le *bassin de Londres*, il est probable que l'équivalent de l'Auversien se trouve dans la partie inférieure des couches de Bagshot supérieures.

Le type de l'étage BARTONIEN est le *Barton clay* du Hampshire et de l'île de Wight [84], qu'il y a lieu de définir avant de décrire ses équivalents dans le bassin de Paris. C'est une formation argileuse, qui atteint environ 100 m d'épaisseur. Elle rappelle le London clay, mais avec un caractère bathyal plus accentué. Sa faune est très riche et comprend plus de 500 espèces. On y trouve notamment *Nummulites Prestwichi*, espèce décrite en Belgique sous le nom de *N. wemmelensis*, des Zoanthaires, des Échinides, des Lamellibranches (*Ostrea plicata*, *gigantea*, *Arca appendiculata*, *Crassatella sulcata*, *Corbula pisum*, *revoluta*), *Dentalium striatum*, de nombreux Gastéropodes (*Rimella rimosa*, *Gladius amplus*, *Tritonidea canaliculata*, *Sycum bulbiforme*, *Clavilithes longævus*, *Volutilithes ambiguus*, *athletus*, *scalaris*, *Cancellaria lævisculata*), parmi lesquels les Pleurotomes sont particulièrement abondants (*Pleurotoma rostrata*, *callifera*, *lanceolata*). Les Ostracodes, les restes de Poissons ne sont pas rares.

Dans le *bassin de Londres*, il semble que l'on doive attribuer au Bartonien les sables de Bagshot supérieurs, qui renferment *Ostrea flabellula*, *Corbula gallica*, *Turritella imbricataria*.

En *Belgique*, les sables dont on a fait l'étage *Wemmelien* correspondent exactement au Bartonien. Ils renferment en effet, en abondance, *Nummulites*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Prestwichi (= *wemmelensis*) et un certain nombre de Mollusques caractéristiques du Barton clay. Ils débutent par un gravier à *Eupsammia Burtiniana*. Leur faune est très riche, mais les listes qui en ont été publiées [69 *bis*] auraient besoin d'être débarrassées des espèces de l'Auversien et du Ludien qui s'y trouvent mêlées.

Dans le *bassin de Paris* (fig. 410), le Bartonien est constitué par des alternances de calcaires à Mollusques d'eau douce et de sables à Mollusques marins ou d'eau saumâtre. Les calcaires prédominent à la base et sont connus sous le nom de *calcaire de Saint-Ouen;* les sables prédominent au sommet, ce sont les *sables de Cresnes*. Les deux formations peuvent aussi se remplacer latéralement. Le calcaire de Saint-Ouen est un calcaire blanc, accompagné de marnes, de couches de gypse et de couches de magnésite. On y trouve notamment *Limnæa longiscata*, *pseudopyramidalis*, *Planorbis goniobasis* et quelques Mollusques terrestres (quartier de l'Europe, Saint-Ouen, Noisy-le-Sec, Pont-Sainte-Maxence, Nogent-le-Rotrou).

Sa partie inférieure, à faune lacustre, est séparée, d'après Munier-Chalmas [4], à Montagny (Oise), par des sables marins à *Lucina saxorum*, *Bayania sulpiciensis*, *Potamides arenularius*, *Melongena minax*, d'une partie supérieure, dont la faune est plutôt lagunaire que lacustre et qui renferme surtout *Bithinella pusilla*.

Les sables de Cresnes, de Marines, du Rueil, de la plaine de Monceau, qui font suite au calcaire de Saint-Ouen, avaient été confondus autrefois avec les sables auversiens, qui affectent le même faciès. Leur faune comprend plusieurs espèces caractéristiques du Barton clay et notamment *Volutilithes ambiguus* et *athletus*. On y rencontre en outre *Mytilus Biochei*, *Corbula pisum*, *Natica ambulacrum*, *Conus cresnensis*, *Cerithium Dupontailleri* et d'autres Cérithes, qui doivent être envisagés, d'après J. Boussac [36 *ter*], comme des mutations d'espèces auversiennes.

Vers la partie supérieure des sables de Cresnes, on observe, à Montagny, à Noisy-le-Sec, à Ludes, une intercalation de calcaires, renfermant une faune très voisine de celle des calcaires de Saint-Ouen (*Limnæa longiscata*, *ovum*, *arenularia*, *Planorbis goniobasis*, *Cerithium tiara*, *Potamides moniliferus*, *Hydrobia pyramidalis*). C'est le calcaire du *Bois du Mulot* de Munier-Chalmas [4]. Le faciès sableux reparaît au-dessus.

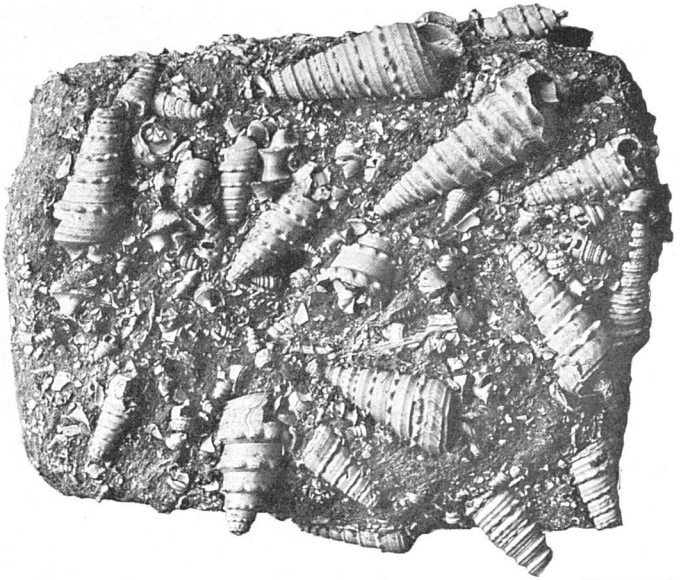
On ne peut s'expliquer ces alternances de formations lacustres et marines qu'en assimilant le bassin de Paris à une vaste lagune dont les eaux étaient dessalées par des cours d'eau et où la mer faisait des incursions périodiques, ramenant la salure à sa valeur normale.

L'étage Ludien a été créé par Munier-Chalmas et A. de Lapparent pour un ensemble de couches qui, dans le bassin de Paris, étaient connues depuis longtemps sous les dénominations de *marnes à Pholadomya ludensis* et de *Gypse*. Le premier de ces termes est marin, le deuxième est lagunaire.

Il y a eu, dans certaines parties du bassin de Paris et en particulier dans la région de Montjavoult, des mouvements du sol après le dépôt du Bartonien. Les couches de cet étage ont été redressées, puis en partie arasées par les eaux de la mer ludienne. Dans tout le bassin, le Ludien est transgressif [85], il s'étend bien au delà des limites de la mer bartonienne, reposant, dans les régions périphériques du bassin, comme par exemple dans les environs de Provins et de Beynes, sur le Bartonien lacustre.

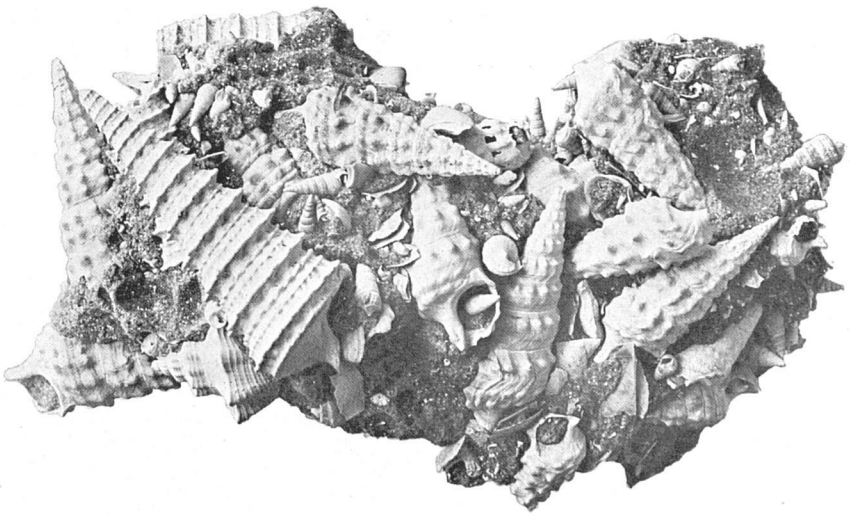
Les calcaires et marnes à *Pholadomya ludensis* sont bien représentés dans la région de Reims et notamment à Ludes. On y trouve, outre l'espèce caractéristique, qui y est très abondante, *Macropneustes Prevosti*, *Mytilus*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Cliché H. Ragot.

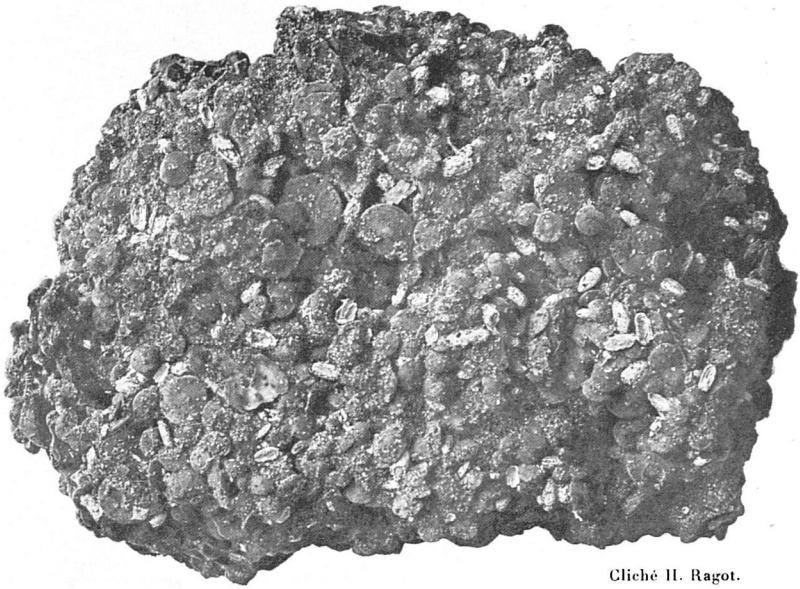
Cerithium funatum (diverses variétés).
Sparnacien, Épernay (Marne).



Cliché H. Ragot.

Cerithium pleurotomoides, Cerithium tricarinatum mut. *crispiacensis, Melongena subcarinata.*
Sables auversiens de l'horizon de Mortefontaine, Crépy-en-Valois (Oise).

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Cliché H. Ragot.

Nummulites elegans — planulatus, Alveolina oblonga, gr. nat.
Sables de Cuise (Londinien), Cuise-Lamothe (Oise).



Cliché H. Ragot.

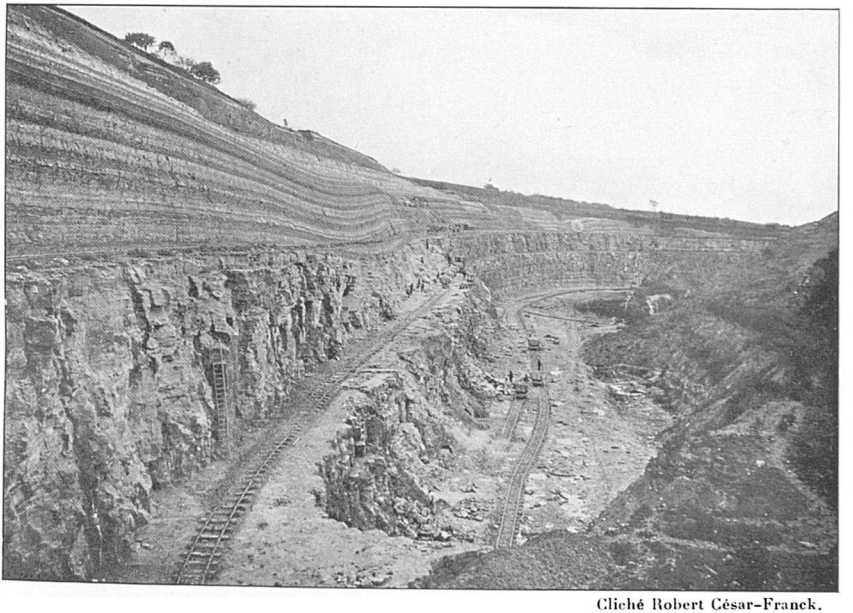
Nummulites lævigatus — Lamarcki, 2/3 gr. nat.
Lutétien inférieur, Soissonnais.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Cliché Robert César-Franck.

SUPERPOSITION DIRECTE DU CALCAIRE GROSSIER (Lutétien)
A L'ARGILE PLASTIQUE (Sparnacien).
Carrière de Vaugirard, commune de Vanves (Seine).



Cliché Robert César-Franck.

GYPSE ET SÉRIE DES MARNES SUPRAGYPSEUSES (Ludien et Sannoisien).
Carrière de Cormeilles-en-Parisis (Seine-et-Oise).

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Rigaulti, *Cardium granulosum*, *Crassatella rostrata*, *Corbula aulacophora*, *Psammobia neglecta*, *Batillaria pleurotomoides*, *Voluta Fabrei*. Ces fossiles sont en général mal conservés, et il en est de même à Argenteuil, par exemple, où l'on rencontre également le faciès marneux. Mais, dans le nord-ouest du bassin, notamment au Vouast, près Montjavoult [86, 87], ainsi qu'au Rueil et à Quoniam, au N.E. de Marines, le Ludien inférieur présente, à la base, des sables calcaires, où les fossiles, très abondants, ont conservé leur test. D'après J. Boussac [86], sur 83 espèces 50 sont identiques à des formes

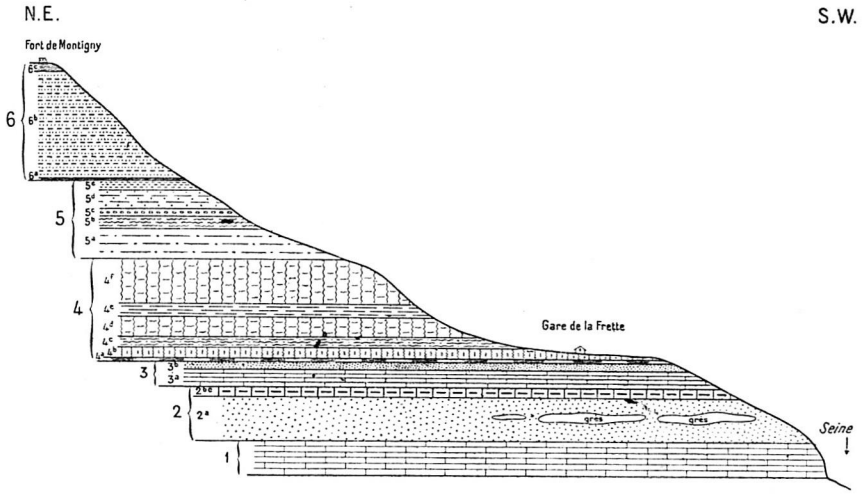


Fig. 410. — Coupe des coteaux de la Frette et de Montigny, Seine-et-Oise (d'après Vasseur et Carez).

1, Lutétien supérieur (caillasses à Cérithes); 2, Auversien : 2^a, sables de Beauchamp avec bancs irréguliers de grès intercalés, peu fossilifères (*Nummulites variolarius*, *Ostrea cucullaris*, *Cerithium mutabile*, *Bayania hordacea*); 2^b, calcaire de Ducy, sans fossiles; 2^c, niveau de Mortefontaine (calcaire gréseux à *Avicula fragilis*). 3, Bartonien : 3^a, calcaire de Saint-Ouen à *Limnæa longiscata*, *Megalomastoma mumia*; 3^b, sables de Cresnes, jaune verdâtre à fossiles mal conservés. 4, Ludien : 4^a, marnes jaunâtres à *Pholadomya ludensis*; 4^b, masse inférieure de gypse (non visible à la surface); 4^c, marnes à *Lucina inornata* (id.); 4^d, masse moyenne de gypse; 4^e, marnes marines à *Cerithium tricarinatum*; 4^f, masse supérieure de gypse, à *Palæotherium magnum*, *Xiphodon gracile*, etc. 5, Lattorfien : 5^a, marnes bleues à *Sphæroma margarum*, *Nystia Duchasteli*; 5^b, marnes blanches à *Limnæa strigosa*; 5^c, marnes à *Cyrena convexa* et *Cerithium plicatum*; 5^d, argiles vertes sans fossiles; 5^e, marnes marines à *Cerithium plicatum*, *Cytherea incrassata* (équivalent latéral du calcaire de Brie). 6, Rupélien : 6^a, marnes à huîtres (*Ostrea cyathula*, *longirostris*, *Cerithium plicatum*, *Natica crassatina*); 6^b, sables de Fontainebleau sans fossiles; 6^c, calcaire de Beauce (argile avec meulières).

bartoniennes (*Modiola ambigua*, *Arca biangula*, *Cardium porulosum*, *granulosum*, *Psammobia tellinella*, *Sphenia resecta*, *Corbula ficus*, *Chama rusticula*, *Siphonodentalium parisiense*, *Megalomastoma mumia*, *Calyptræa aperta*, *Bayania hordacea*, *Turritella elongata*, *Ampullina parisiensis*, *Ancilla dubia*, *Bullinella denudata*, etc.). Les 33 autres sont spéciales au Ludien; ce sont ou des formes nouvelles (*Crassatella Desmaresti*, *Diplodonta Guyerdeli*, *Corbula aulacophora*, *Voluta Fabrei*) ou des mutations spéciales d'espèces bartoniennes (*Rissoia nana*, *Cerithium tiarella*, *Morgani*, *tricarinatum*, *Batillaria pleurotomoides*). Les espèces caractéristiques de la faune oligocène font encore totalement défaut.

Au-dessus de ce niveau de sables viennent des couches marneuses, renfermant *Planorbis nitidulus*, *Potamides monilifer*, *Nematura mediana*, *Corbula*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

minuta, puis des calcaires blancs pulvérulents, qui ont fourni à J. Raspail [87] des formes terrestres (*Pupa*, *Helix*, *Vouastia*, *Limnoscala*, *Microcyclas*, etc.) et d'eau douce (*Bithinella*).

Malgré la présence de pareils épisodes, la faune des couches à *Pholadomya ludensis* doit être envisagée comme essentiellement marine. La présence locale d'espèces terrestres ou d'eau douce (*Limnæa*, *Hydrobia*, *Nystia*, *Bithinella*, etc.) doit être attribuée à des apports d'eau douce par des fleuves. En certains points, par contre, la lagune tendait à se transformer en bassin d'évaporation. A Argenteuil, par exemple, les marnes à *Pholadomya ludensis*, épaisses de 3 à 4 m, renferment vers la base plusieurs intercalations de gypse [88, 89].

Les marnes à *Pholadomya ludensis* sont directement recouvertes, dans la région située au nord de la Seine et de la Marne, par une masse de gypse, atteignant à peine 2 m de puissance, qui est la *masse inférieure* de la série du Gypse parisien. Elle comprend un banc inférieur de gypse saccharoïde, séparé, par une mince couche de marne, d'une série de bancs supérieurs, avec cristaux en pieds d'alouette, à la base, et gypse saccharoïde, à la partie supérieure. Les fossiles font à peu près défaut dans cette première masse [1].

La masse inférieure de gypse est séparée d'une masse moyenne par des marnes bleues ou jaunes, souvent gypseuses, avec bancs ou grosses lentilles de gypse, renfermant en abondance *Lucina inornata*, associée quelquefois à *Nucula Lyelliana*, *Corbulomya Nysti*, *Corbula subpisum*, *Turritella incerta*.

La *masse moyenne*, épaisse d'environ 7 m, comprend des alternances de bancs de gypse saccharoïde et de gypse en pieds d'alouette. Elle a fourni des restes de Crocodiles et de Tortues, ainsi que des bois fossiles, plus rarement des ossements de Mammifères.

La masse moyenne est séparée de la masse supérieure par des marnes blanches ou verdâtres à cassures verticales tapissées de dendrites. On y observe des intercalations de lits minces de gypse et des bancs riches en silex ménilite. A Pantin, Goubert a trouvé autrefois, à ce niveau, *Cerithium tricarinatum* et *Lampania pleurotomoides*, qui militent en faveur de l'attribution de ces couches au groupe Parisien et non au groupe Tongrien.

La masse supérieure est constituée par une grande épaisseur (16-18 m) de gypse saccharoïde, en gros bancs, débités en gros prismes, les *hauts piliers* des carriers, par des fentes verticales de retrait (pl. CXXIII, 2).

C'est dans cette masse supérieure que se trouvent les ossements de Vertébrés qui ont rendu célèbres les anciennes carrières de Montmartre. Nous y reviendrons plus tard.

Il n'y a plus de doute aujourd'hui sur l'origine sédimentaire des gypses parisiens, envisagés autrefois comme des dépôts d'origine hydrothermale. Ce sont des produits de précipitation, dans des bassins d'évaporation, comparables à de véritables cristallisoirs. La concentration des eaux n'a été que rarement poussée assez loin pour amener la précipitation du chlorure de sodium, dont on trouve cependant la trace sous la forme d'empreintes de trémies, conservées dans les marnes.

Il est difficile de se rendre un compte exact des conditions bathymétriques que présentait la lagune où se déposait le gypse. On connaît cependant approximativement ses limites : au sud, elles coïncident grossièrement avec le cours de la Marne et le cours inférieur de la Seine jusque vers Mantes; à l'ouest, avec le cours de l'Epte; au nord, elles passent au sud des vallées de la Nonette et de l'Ourcq; à l'est, elles laissent en dehors la montagne de Reims et la région d'Épernay. Vers le nord, le Gypse fait place à des formations marines encore mal connues. Dans la montagne

1. Appelée *troisième masse* par les carriers, qui numérotent les 3 masses de haut en bas.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

de Reims, les calcaires marneux à *Pholadomya ludensis* sont recouverts par un ensemble de marnes et de calcaires marneux à *Limnæa longiscata*. Au sud et à l'ouest, par contre, le Gypse passe latéralement, comme l'a montré Hébert dès 1860 [XI, 7], à une formation d'eau douce, le *travertin de Champigny*, calcaire sans fossiles, avec veines et géodes de calcite et de quartz, qui paraît correspondre surtout aux deux masses supérieures du Gypse.

L'aire où se déposait le Gypse était donc accompagnée, sur ses bords ouest, sud et est, d'une auréole périphérique de dépôts d'eau douce, qu'aucune ride ne semble avoir séparée de la partie centrale de la cuvette, car le passage entre les deux formations paraît s'être effectué par des indentations répétées.

Ce n'est guère qu'à Meudon qu'il a été possible de constater une lacune dans la succession des dépôts parisiens supérieurs, qui indiquerait l'existence d'une ride émergée, séparant deux cuvettes secondaires. Le tunnel de la ligne du Champ de Mars à Versailles, entre le Bas-Meudon et Viroflay, a permis, en effet, à Munier-Chalmas [4] d'observer la superposition directe des couches terminales du Gypse aux sables de Mortefontaine, profondément ravinés. Tout le Bartonien et la plus grande partie du Ludien font donc ici défaut. Il est probable que les lagunes du Ludien du bassin de Paris communiquaient directement avec celles du Hampshire, mais aucune trace ne subsiste des dépôts qui reliaient les deux régions.

En *Angleterre*, l'étage Ludien est représenté, dans le bassin du Hampshire, par les couches qui font suite immédiatement au Barton clay. Dans des sables blancs, qui, dans les falaises de Long Mead End, entre Barton et Hordwell, surmontent le Bartonien et qui forment un horizon constant dans l'île de Wight, J. Boussac [91] a, en effet, constaté la présence de nombreuses espèces bartoniennes (*Nucula Cossmanni*, *Cyrena deperdita*, *Calyptræa aperta*, *Bayania hordacea*, *Ringicula ringens*, *Bullinella attenuata*), associées à des espèces propres (*Corbula aulacophora*, *Neritina concava*, *Melanopsis fusiformis*, *Bayania fasciata*, *Cerithium vagum*) et à des mutations d'espèces bartoniennes, comme *Cardita oblonga* mut. *serratina* et *transversa*, *Divaricella Rigaulti* mut. *colvellensis* et *Cerithium echinoides* mut. *rustica*. Cette dernière est essentiellement caractéristique du Ludien du bassin de Paris.

Au-dessus, les couches prennent un caractère fluviatile. Ce sont des marnes à Paludines (*Viviparus lentus*), des argiles sableuses, des sables à *Potamomya plana*, avec intercalations de lignites et de bancs de calcaire d'eau douce. Puis vient un calcaire lacustre, blanc crème, avec *Limnæa longiscata*, *fusiformis*, *Planorbis euomphalus* [69]. L'ensemble a reçu le nom de *Lower Headon Beds*. On y a trouvé des restes de Vertébrés. Ce n'est que dans les *Middle Headon Beds* qu'apparaît, par immigration brusque, la faune cryptogène du Tongrien. C'est donc entre les deux subdivisions inférieures des couches de Headon que, d'après J. Boussac [91, 92], il convient de placer la limite supérieure du groupe Mésonummulitique.

Dans le bassin de Londres, les couches supérieures du groupe manquent, par suite de dénudations; mais, en *Belgique*, le Wemmelien est recouvert par des couches dont on a fait l'étage *Asschien* et qui semblent correspondre au Ludien. Elles débutent par un gravier à *Operculina Orbignyi* et comprennent successivement des sables argileux, une argile glauconifère et les *sables d'Asschе*.

Série Néonummulitique de l'Europe septentrionale. — Si, à l'époque Mésonummulitique, les mers de l'Allemagne septentrionale étaient loca-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

lisées aux régions littorales de la mer du Nord et de la Baltique actuelles et si on était en droit de les envisager en quelque sorte comme des annexes du bassin Anglo-Parisien, il n'en est plus de même à l'époque Néonummulitique. La mer couvre de grandes surfaces et s'étend sur toute la plaine de l'Allemagne du Nord, de manière à relier par un bras large et relativement profond le bassin Anglo-Parisien à la mer qui baignait la Russie méridionale. C'est maintenant plutôt le bassin de Paris qui est une annexe de cette vaste dépression.

La mer déborde également sur les massifs varisques de l'Allemagne centrale et méridionale; elle forme un golfe étroit, correspondant à la moyenne vallée du Rhin et atteint au sud le bord septentrional du Jura.

La transgression, qui se manifeste dès le début de l'époque, amène dans le Nord de l'Europe une faune nouvelle, qui se substitue à la faune parisienne, et c'est avec l'arrivée de cette faune cryptogène qu'il convient de faire commencer, avec Beyrich [93-95], l'Oligocène, c'est-à-dire le groupe Néonummulitique ou Tongrien.

Ce groupe n'est entièrement marin que dans l'Allemagne du Nord. Beyrich a pu y établir trois subdivisions, qui sont devenues les étages Lattorfien, Rupélien et Chattien. Ce n'est que lorsque ces trois étages auront été définis dans les localités classiques allemandes qu'il sera possible d'étudier leurs équivalents dans la vallée du Rhin, en Belgique, dans le Sud de l'Angleterre et dans le bassin de Paris.

Allemagne du Nord. — L'étage LATTORFIEN tire son nom du village de Lattorf, près Bernburg, dans le nord de la province de Saxe, où il est constitué par des sables glauconieux, très fossilifères, séparés par des couches à lignites, d'âge probablement éocène, du substratum triasique. Des couches tout à fait analogues ont été rencontrées à Westeregeln, Helmstädt, Aschersleben, Calbe a. S., dans la même région. Leur faune est extrêmement riche et a fourni à A. von Kœnen [97] plus de 700 espèces de Mollusques. Les plus communes sont *Ostrea ventilabrum*, *Spondylus Buchi*, *Arca appendiculata*, *Leda perovalis*, *Astarte Bosqueti*, *Buccinum bullatum*, *Triton flandricum*, *Fusus elongatus*, *Voluta decora*, *Pleuroloma Bosqueti*, *Beyrichi*, et de nombreuses espèces appartenant au même genre. La plupart des espèces sont propres à l'Oligocène inférieur et beaucoup d'entre elles se retrouvent au même niveau en Belgique. 35 sont communes à l'Éocène d'Angleterre et 25 seulement à celui du bassin de Paris. 70 s'élèvent dans l'Oligocène moyen. Les Échinides sont beaucoup moins nombreux (*Rhabdocidaris*, *Echinocyamus*, *Schizaster*, *Maretia*). Parmi les Foraminifères, il faut citer *Nummulites germanicus*, espèce de très petite taille, qui se retrouvera au même niveau, en Belgique.

Des sables glauconieux du même âge, mais qui ne renferment guère qu'*Ostrea ventilabrum*, ont été rencontrés sous Berlin par des sondages. Ils reposent directement sur les terrains triasiques ou sur les couches paléocènes dont il a été question plus haut (p. 1405).

Sur les côtes de la Prusse orientale se trouvent les couches du Samland, qui renferment les dépôts d'ambre bien connus. On y distingue à la base des sables micacés très argileux, gris ou gris foncé, qui renferment à l'état roulé des blocs d'ambre empruntés peut-être à une formation plus ancienne. La faune de ces couches [102, 103] se compose d'Échinides (*Cœlopleurus Zaddachi*, *Salenia Pellati*, *Baueria geometrica*, *Maretia Hoffmanni*), de Mollusques, dont la plupart sont identiques avec des espèces de Lattorf, de Crustacés décapodes et de Sélaciens. Au-dessus se trouvent des sables glau-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

conieux et quartzeux à *Ostrea ventilabrum* et autres Mollusques lattorfiens.

L'étage Rupélien est principalement représenté, dans le Nord de l'Allemagne comme en Belgique, par des *argiles à septaria*, qui atteignent près de 200 m d'épaisseur dans les sondages des environs de Berlin. Leur faune comprend près de 200 espèces de Mollusques [98], dont les plus communes sont *Avicula stampinensis*, *Nucula Chasteli*, *Leda Deshayesiana*, *Cryptodon unicarinatum*, *Astarte Kickxi*, *Cyprina rotundata*, *Cytherea splendida*, *Corbula gibba*, *Dentalium Kickxi*, *Scalaria rudis*, *Natica Nysti*, *Voluta fusus*, *Pleurotoma intorta*, *regularis*, *Duchasteli*, *laticlavia*, *turbida*, *Cassidaria nodosa*, *Fusus multisulcatus*, *elatior*, *Cancellaria granulata*, *Tritonium flandricum*, *Aporrhais speciosa*. Les Échinides font à peu près défaut. Par contre, les oolithes de Poissons et les Foraminifères sont également très abondants. Le Rupélien est représenté, à côté de cette formation bathyale, par une formation néritique, par un faciès sableux, qui englobe quelquefois tout l'étage, mais qui, aux environs de Berlin (*sables de Stettin*), en occupe la base, tandis qu'aux environs de Halle il surmonte les argiles à septaria. Dans cette dernière région, le Rupélien repose sur des lignites d'âge lattorfien.

L'étage Chattien est constitué, aux environs de Cassel, dans la Hesse Électorale, par des sables très fossilifères, riches surtout en Lamellibranches (*Pecten Janus*, *Muensteri*, *subdecussatus*, *Arca Speyeri*, *Cardium cingulatum*, *Cyprina rotundata*) [101] et en Gastéropodes (*Pleurotoma Duchasteli*, *subdenticulata*, *Triton flandricum*) [99]. Au Doberg, près Bünde, en Westphalie, les mêmes couches renferment en outre *Terebratula grandis* et de nombreux Échinides [103] d'une belle conservation : *Psammechinus pusillus*, *Echinocyamus ovalus*, *Echinanthus subcarinatus*, *Echinolampas Kleini*, *Schizaster acuminatus*, *Spatangus Desmaresti*, *Maretia Hoffmanni*. Parmi ceux-ci, *Echinocyamus ovalus*, *Schizaster acuminatus* et *Maretia Hoffmanni* se trouvent dans les 3 étages du groupe Néonummulitique. Bünde est d'ailleurs la seule localité de l'Allemagne septentrionale où ces 3 étages soient représentés par des couches fossilifères en superposition visible.

Dans le sous-sol de Berlin l'étage supérieur est constitué par des sables quartzeux et micacés sans fossiles.

Les espèces les plus caractéristiques de Cassel et du Doberg se retrouvent en outre dans des blocs isolés qui jonchent le sol dans tout le Mecklembourg et qui sont connus sous la dénomination de *Sternberger Kuchen* [101 *bis*].

Des argiles glauconieuses, avec concrétions ferrugineuses, appartenant au même étage, ont été observées, ainsi que les argiles rupéliennes, jusque dans le Nord du Danemark.

Bassin de Mayence. — En réalité, les environs de Cassel ne font plus partie de la dépression de l'Allemagne du Nord, c'est-à-dire du géosynclinal posthume où s'est déposée une succession de dépôts marins correspondant aux trois termes du groupe Néonummulitique. Ils se trouvent en pleine région des plissements varisques. La série marine y débute par le terme moyen, mais elle fait suite à des lignites qui représentent probablement le terme inférieur.

Plus au sud, dans le bassin de Mayence [104, 105], qui comprend également les environs de Francfort, le Rupélien repose en transgression sur le Dévonien du bord méridional du massif schisteux Rhénan ou sur le Permien du bassin de Saarbrück. Il débute par des sables marins (*Meeressand*), assez épais (40 m), très fossilifères sur le bord occidental du bassin, en particulier à Waldböckelheim, près Kreuznach, et à Weinheim, près Alzey. Les espèces les plus communes sont, abstraction faite des Foraminifères,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

des Zoanthaires, des Bryozoaires, des Crustacés et des Sélaciens : *Ostrea callifera, cyathula, Spondylus tenuispina, Pecten pictus, Lima Sandbergeri, Arca rudis, Pectunculus obovatus, angusticostatus, Lucina tenuistriata, Cardium cingulatum, Isocardia subtransversa, Cytherea incrassata, splendida, Tellina Nysti, Dentalium Kickxi, Trochus rhenanus, Xenophora scrutaria, Calyptræa striatella, Natica crassatina, Nysti, Cerithium plicatum, trochleare, elegans, Boblayei, Cassis Rondeleti, Tritonium flandricum, Fusus elongatus, Pleurotoma regularis, turbida, Voluta Rathieri, Cancellaria ringens, Bulla turgidula.* Les ossements d'un Sirénien, *Halitherium Schinzi,* sont également très abondants.

Les analogies de cette faune avec celle des sables de Fontainebleau sont telles que l'on s'est demandé s'il n'existait pas une communication directe entre le bassin de Mayence et le bassin de Paris par la région de la Saar et la Lorraine.

Les sables marins supportent des argiles à septaria qui atteignent jusqu'à 140 m d'épaisseur et qui renferment, à Offenbach, à Flörsheim, à Kreuznach, etc., une quantité d'espèces de Foraminifères (*Cornuspira, Biloculina, Quinqueloculina, Nodosaria, Cristellaria, Polymorphina*), de Lamellibranches (*Pectunculus angusticostatus, Leda Deshayesiana, Nucula Chasteli*) et de Gastéropodes (*Dentalium Kickxi, Chenopus speciosus, Fusus, Pleurotoma* pl. sp.). Les restes de Poissons (*Meletta, Amphisyle,* Sélaciens) sont plus rares. Malgré la présence assez fréquente de débris végétaux, il ne peut y avoir de doute que les argiles à septaria, qui, d'ailleurs, sont transgressives [105 *bis*], se sont déposées dans des eaux plus profondes que les sables sous-jacents.

Le Rupélien se termine par un ensemble de couches connu sous le nom de marnes à Cyrènes, concordant avec les argiles à septaria. On y distingue :

1° des sables fins, renfermant, à Elsheim, Stadtecken, Sulzheim, une faune marine analogue à celle des sables inférieurs de l'étage, où *Corbulomya* et *Chenopus tridactylus* sont les espèces les plus caractéristiques;

2° des glaises grises à *Perna Sandbergeri, Cytherea subarata, incrassata;*

3° des glaises gris bleu à *Cyrena semistriata, Cerithium plicatum* var. *Galeottii, Buccinum cassidaria, Planorbis solidus, Littorinella ventrosa;*

4° des marnes à *Limnæa fabula* et *Planorbis cornu.*

La dessalure graduelle des eaux, qui se manifeste déjà dans le Rupélien supérieur, s'accentue encore davantage au Chattien, qui, contrairement à ce qui a lieu dans l'Allemagne du Nord, est représenté uniquement par des calcaires lacustres, transgressifs sur le bord sud du Taunus.

L'étage débute par un gravier de base à éléments siliceux ou directement par le *calcaire de Hochheim,* véritable travertin, où les Mollusques d'eau saumâtre (*Cerithium pustulatum, plicatum, Potamides Lamarcki, Neritina callifera*) sont associés à quelques espèces marines et à de nombreuses formes d'eau douce (*Dreissensia Brardi, Pisidium antiquum, Melania Escheri, Valvata gracilis, Planorbis cornu, Limnæa Thomæi*) et terrestres (*Patula, Helix, Clausilia, Pupa, Archæozonites,* pl. sp.). Latéralement ces calcaires lacustres passent à des grès à empreintes végétales, avec lignites. Ils sont recouverts en parfaite concordance par des calcaires et des marnes à *Corbicula Faujasi, Mytilus Faujasi, Dreissensia Brardi, Planorbis cornu, Limnæa pachygaster, Hydrobia inflata, ventrosa, Melania Escheri,* avec nombreuses *Helix* et *Pupa* et ossements de Batraciens, de Crocodiliens, de Lacertiens, d'Ophidiens, d'Oiseaux et de Mammifères.

La série se termine par les argiles et les calcaires à *Hydrobia ventrosa* (*Littorinellenthon*) de Wiesbaden et de Weisenau, qui renferment à peu près la même faune que les couches sous-jacentes, sans aucun élément véritablement néogène [105 *bis*, 105 *ter*].

Dans la Wetterau, ces formations lacustres sont remplacées par des lignites, qui ont été préservés de la dénudation par une couverture basaltique, et qui réalisent la jonction avec les environs de Cassel.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le bassin de Mayence a son prolongement vers le sud dans le Palatinat et en Alsace, mais la succession des dépôts oligocènes y présente des caractères particuliers, dont l'interprétation nécessite la connaissance préalable du Néonummulitique de la Belgique et du bassin de Paris.

Belgique. — Revenons donc aux régions situées au nord du massif Ardennais et Rhénan. Les trois termes de l'Oligocène existent en Belgique à l'état marin [106]. L'ensemble a été désigné primitivement par Dumont sous le nom de Tongrien, appliqué ensuite par son auteur, dans un sens plus restreint, au terme inférieur seul.

Le LATTORFIEN est transgressif sur toute l'étendue de la Belgique. Il repose souvent sur le Suessonien ou sur la Craie. Il est entièrement constitué, dans la région ardennaise, par des sables quartzeux et il débute, dans les régions basses, par un gravier, dont les éléments sont en grande partie empruntés aux terrains primaires et secondaires.

La partie inférieure de l'étage est ici purement marine et comprend des sables, très fossilifères aux environs de Tongres, dans le Limbourg, notamment à Vliermæl, Grimmertingen, Neerrepen, etc. Les espèces les plus caractéristiques sont : *Nummulites germanicus, Balanophyllia subcylindracea, Terebratulina Nysti, Ostrea ventilabrum, Spondylus Buchi, Arca appendiculata, Astarte Bosqueti, Lucina Thierensi, Cytherea Bosqueti, Turritella planispira, Odontostoma Semperi, Solarium Dumonti, Voluta decora, Conus Beyrichi, Pleurotoma* pl. sp., *Cassidaria nodosa, Cassis ambigua, Triton flandricum, Cancellaria lævigata.* La plupart de ces formes se retrouvent dans le Lattorfien de l'Allemagne du Nord.

La partie supérieure de l'étage est fluvio-marine, elle comprend :

1° les sables et les marnes de Bautersem, à *Cyrena semistriata, Melania muricata, Bithinia tenuiplicata, Potamides Lamarcki;*

2° les glaises vertes de Henis, à *Cytherea incrassata, Corbula pisum, Neritina Duchasteli;*

3° les sables et les marnes de Vieux-Jones, à *Corbulomya triangula, Galeolaria acutirostris, Bithinia Dubuissoni, Cerithium plicatum, cancellinum.*

Ces couches d'eau saumâtre, que nous retrouverons dans le bassin de Paris, n'existent pas dans l'Allemagne du Nord; elles constituent le *Hénisien* de Mayer-Eymar et ont été rangées tantôt dans le Lattorfien, tantôt dans le Rupélien.

Le RUPÉLIEN de Belgique est beaucoup moins homogène que celui de l'Allemagne du Nord. Il correspond, d'après Van den Broeck [106], à deux cycles de sédimentation, débutant chacun par un gravier, pour se continuer par des sables, auxquels font suite, lors du maximum de profondeur de la mer, des argiles, puis de nouveau des sables.

Les *sables de Berg*, du cycle inférieur, renferment en abondance *Pecten Hœninghausi, Pectunculus obovatus, Limopsis Goldfussi, Astarte Henckeliusi, Cardita Omaliania, Lucina tenuistriata, Cyprina rotundata, Cytherea splendida, Corbula pisum, Natica Nysti, Triton flandricum, Pleurotoma regularis, Cominella Gossardi, Voluta Rathieri.*

L'*argile de Boom*, qui appartient au cycle supérieur, renferme la faune des argiles à septaria de l'Allemagne du Nord et notamment *Nucula Duchasteli, Leda Deshayesiana, Astarte Kickxi, Dentalium Kickxi, Rostellaria ampla, Cassis Rondeleti, Pleurotoma* pl. sp.

Le CHATTIEN a été atteint par des sondages à Crefeld, sur la rive gauche du Rhin, dans le Limbourg hollandais, en Campine, jusqu'aux environs de Liège. En revanche, il n'a pas été signalé dans les régions plus méridionales de la Belgique.

Angleterre. — Aucun vestige ne subsiste plus des dépôts oligocènes qui, selon toute probabilité, recouvraient autrefois les dépôts éocènes du bassin de Londres. Dans le bassin du Hampshire, les dépôts inférieurs du groupe Mésonummulitique ont seuls échappé à la dénudation [107].

Contrairement à ce que l'on observe en Belgique, le passage du Mésonummulitique au Néonummulitique a lieu, dans le Hampshire et dans l'île de Wight, d'une manière tout à fait insensible.

Les *couches de Headon moyennes* renferment, comme l'a montré J. Boussac [91], à la fois des espèces bartoniennes et ludiennes, c'est-à-dire autochtones, et des espèces lattorfiennes, c'est-à-dire immigrées. On peut citer, parmi ces dernières, *Ostrea prona, Modiola Nysti, Cytherea incrassata, Voluta suturalis, Cancellaria evulsa.*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Les *couches de Headon supérieures* présentent une succession de sables, d'argiles et de marnes, avec intercalations de calcaires lacustres à Limnées, Panorbes, Paludines [69].

Le *calcaire de Bembridge* renferme, outre les Mollusques d'eau douce, des espèces terrestres de grande taille (*Amphidromus ellipticus, Glandinia costellata, Helix globosa*) et des ossements de Mammifères (*Anoplotherium, Palæotherium*).

Les *marnes de Bembridge*, dont la base est caractérisée par *Cytherea incrassata*, accusent à la partie supérieure une nouvelle dessalure des eaux. On y trouve des Cyrènes, des Bithynies, des Paludines et, dans un mince banc calcaire, des restes d'Insectes et des feuilles en grande abondance.

Les *couches de Hamstead*, qui rappellent l'Hénisien de Belgique, sont constituées par une masse puissante d'argiles et de marnes (80 m), avec faune d'eau douce dans la partie inférieure (*Viviparus lentus, Nystia Duchasteli*, Limnées, Planorbes) et faune marine vers le haut (*Corbula subpisum, Cyrena semistriata, Cerithium plicatum, Potamides Lamarcki, Weinkauffi*). On y signale, en outre, *Anthracotherium alsaticum, minus, Elotherium magnum, Hyopotamus velaunus, bovinus*, etc. La série se termine par des bancs à *Ostrea longirostris* et *cyathula*, espèces qui, dans le bassin de Paris, marquent le début de l'Oligocène moyen.

Bassin de Paris. — La distribution actuelle des dépôts oligocènes dans le bassin de Paris est bien différente de celle des dépôts éocènes. Au nord de la Marne et de la Basse-Seine, ils ne constituent plus que des témoins, tels que la butte Saint-Christophe et le Mont Pagnotte, près Pont-Sainte-Maxence, tels que les buttes étroites et presque linéaires des environs de Villers-Cotterets et de Dammartin. Plus au sud, d'autres témoins plus étendus et moins isolés dominent la région parisienne et forment les parties les plus élevées du Tardenois. Au sud des deux cours d'eau, par contre, les dépôts néonummulitiques cachent presque entièrement les terrains plus anciens et s'étendent vers le sud à perte de vue en grands plateaux (Brie, Beauce, Gâtinais), entamés seulement par de rares vallées, tandis que le Hurepoix et le Mantois sont profondément découpés par des cours d'eau dont la direction traduit celle des plissements.

Aucun témoin ne relie les derniers *outliers* du Valois aux affleurements du Brabant et du Limbourg et cependant il n'est guère permis de douter que c'est par le Nord que s'opérait la jonction entre l'Ile-de-France et la Belgique.

La transgression tongrienne a envahi le bassin de Paris par le nord, mais ce n'est qu'au Rupélien qu'elle s'est fait sentir. Le terme inférieur de l'Oligocène est, en effet, représenté à peu près uniquement par des formations lacustres ou lagunaires, dont on a fait l'étage *Sannoisien*, équivalent approximatif du Lattorfien. On verra plus loin qu'elles sont les raisons qui militent en faveur de l'attribution de la masse supérieure du Gypse au Ludien. Au-dessus l'on observe, dans la banlieue nord de Paris, la succession suivante (pl. CXXIII,2), dont les termes inférieurs devront peut-être également passer dans cet étage :

1° *marnes bleues*, renfermant vers le haut *Nystia plicata* et *Sphæroma margarum;*

2° *marnes blanches*, dites de Pantin, exploitées pour la fabrication de la chaux hydraulique, renfermant, à Romainville, *Limnæa strigosa, Planorbis lens, rotundatus, Melanopsis carinata* et des restes de Poissons (*Amia Munieri*), de Chéloniens, d'Oiseaux (*Phenicopterus*), de Mammifères (*Xiphodon gracile, Palæotherium, Strigodon);*

3° *marnes à Cyrènes*, bleues en profondeur, brunes par altération, avec *Cyrena convexa, Psammobia plana, Potamides plicatus* et nombreuses fissures de retrait, où se réfugiaient les Mollusques, les Crustacés, les Poissons avant la dessiccation complète de la lagune;

4° *glaises vertes*, avec rares *Cyrena convexa* et *Psammobia plana;*

5° bancs calcaires et bancs de gypse;

6° calcaire marneux et marnes avec faune marine : *Cytherea incrassata, Ampullina crassatina, Potamides plicatus.*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

De même que les masses supérieures du Gypse se transforment vers le sud-est en une formation lacustre, le travertin de Champigny, les calcaires marneux de Sannois à *Cytherea incrassata* font place, au sud et à l'est de Paris, au *calcaire de Brie*, importante formation lacustre, constituée soit par des travertins et des meulières, qui couvrent de vastes étendues dans la Brie et renferment quelques Mollusques d'eau douce (*Limnæa cornea*, *Planorbis cornu*, *Nystia Duchasteli*), soit par des calcaires compacts, qui fournissent, à Château-Landon et à Souppes, une pierre de taille renommée (Arc de Triomphe, Sacré-Cœur).

Les calcaires marins de Sannois et les calcaires lacustres de la Brie sont indistinctement recouverts par les *marnes à Huîtres*, par lesquelles on fait généralement commencer le Rupélien (= Stampien), l'étage des *sables de Fontainebleau*, ou *sables supérieurs* des anciens auteurs.

A Argenteuil, les marnes à Huîtres débutent par une dalle calcaire couverte de valves d'*Ostrea longirostris*. Puis viennent des argiles vertes, séparées en deux couches par un calcaire marneux à Milioles, avec *Cytherea incrassata*, *Ampullina crassatina*, *Cerithium plicatum*, et des marnes renfermant à la base *Hydrobia Dubuissoni*, puis *Ostrea cyathula* et *Corbula subpisum*. Le Rupélien se termine ici par des sables sans fossiles.

L'étage est beaucoup plus fossilifère dans les environs d'Étampes, où il a fait l'objet de travaux classiques [51, 108]. On y a distingué les niveaux suivants, qui d'ailleurs n'ont pas la valeur de zones paléontologiques :

1° *mollasse d'Étrechy* à *Ostrea cyathula*, se terminant par un véritable falun, avec *Cytherea incrassata;*

2° *falun de Jeurre*, très fossilifère, avec *Ostrea cyathula*, *Chlamys decussatus*, *Avicula stampinensis*, *Pectunculus angusticostatus*, *Venericardia Omaliusi*, *Lucina Thierensi*, *Cytherea splendida*, *incrassata*, *Dentalium Kickxi*, *Bayania semidecussata*, *Trochus subincrassatus*, *Deshayesia parisiensis*, *Natica crassatina*, *Cerithium Boblayei*, *jeurrense*, *plicatum*, *Cerithium trochleare*, *conjunctum*, *Fusus Speyeri*, *Murex Deshayesi*, *Pleurotoma belgica*, *Cominella Gossardi*, *Voluta Rathieri*.

3° *falun de Morigny*, renfermant à peu près les mêmes espèces, avec prédominance de *Pectunculus obovatus* et de *Cerithium trochleare* à côtes longitudinales lisses.

4° *sables de Vauroux* à galets, avec *Corbulomya triangula*, *Natica Combesi*, *Cerithium trochleare*, *Voluta Rathieri*, dents de *Lamna*, ossements d'*Halitherium*.

5° *sables de Pierrefitte*, avec *Cardita Bazini*, *Cardium stampinense*, *Martesia Peroni*, *Mactra angulata*, *Diplodonta Bezançoni*, *Venus Aglauræ* (espèce méditerranéenne), *Cerithium Charpentieri* (id.), *Melongena Berti*, *Murex rhombicus* et nombreux restes de Poissons.

Le Stampien se termine par des sables sans fossiles souvent agglutinés en grès à ciment calcaire ou plus généralement siliceux [109-111]. H. Douvillé a pu établir que les grès étaient d'ordinaire disposés par bandes orientées N.W.-S.E., laissant entre elles des bandes exclusivement sableuses. Certaines de ces bandes se poursuivent sur plus de 100 km de longueur, parallèlement aux plissements à grand rayon de courbure qui affectent les terrains tertiaires du bassin parisien (fig. 411). Cette disposition est due vraisemblablement à une silicification ultérieure, qui se produit suivant des lignes tectoniques où l'infiltration des eaux chargées de silice s'est plus facilement effectuée. La surface supérieure des bancs de grès offre les formes les plus singulières, elle est arrondie, ondulée, concrétionnée et les creux sont remplis d'un sable extrêmement fin. La surface inférieure est non moins irrégulière. Les bancs se disloquent sous l'action des agents atmosphériques et les blocs qui s'en détachent s'éboulent et donnent aux pentes un aspect des plus chaotiques.

G. F. Dollfus a observé [113] à Darvault, à 3 km à l'est de Nemours, au milieu des sables de Fontainebleau, dont la partie inférieure renferme la faune de Pierrefitte, un banc de 1,40 m à 2 m d'épaisseur de calcaire blanc,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

sublithographique ou marneux, avec Mollusques d'eau saumâtre ou d'eau douce (*Potamides Lamarcki*, *Bithinella Dubuissoni*, *Limnæa fabulum*, *cornea*, *Planorbis Prevosti*). C'est la faune qui caractérise les calcaires d'eau douce de l'Oligocène supérieur.

Le CHATTIEN débute souvent par des sables fossilifères. C'est l'*horizon d'Ormoy*, caractérisé par *Cardita Bazini*, *Lucina nodulata*, *Bithinella Dubuissoni*, *Murex conspicuus*, *Cerithium plicatum*, *abbreviatum*, *conjunctum*, *Potamides Lamarcki*, *Cominella Gossardi*, c'est-à-dire par un mélange d'espèces marines

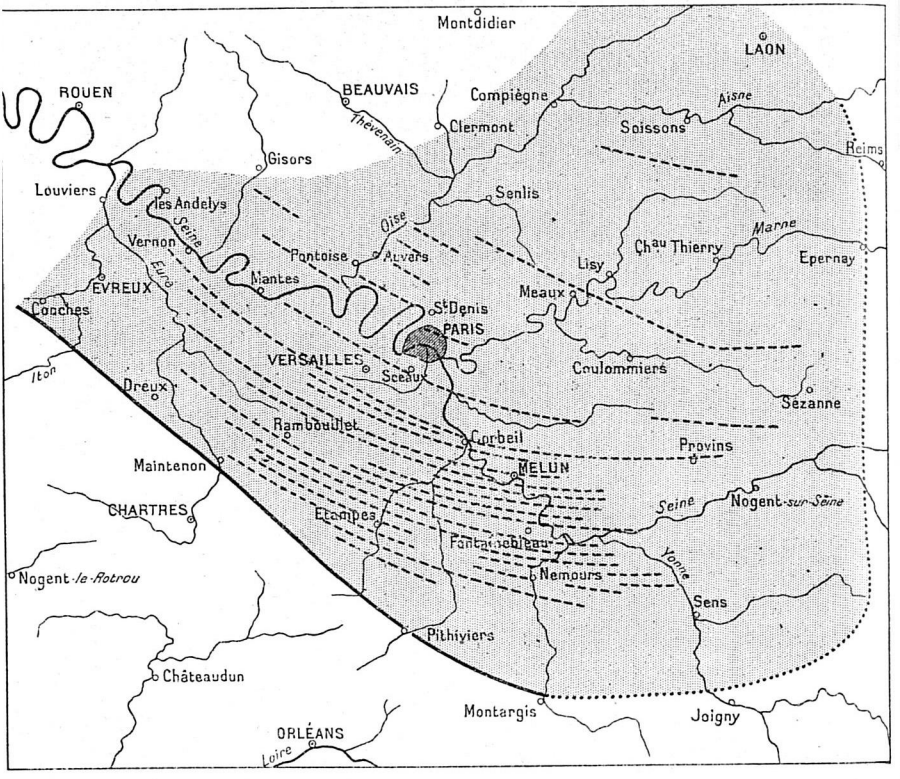


Fig. 411. — Carte représentant l'étendue de la mer rupélienne dans le bassin de Paris (d'après Gustave-F. DOLLFUS).

Les traits interrompus indiquent l'emplacement des bandes de grès.

et d'espèces d'eau saumâtre. A Étampes, ces sables sont remplacés par des marnes où les espèces d'eau douce sont prédominantes. Celles-ci se retrouvent plus haut dans le *calcaire d'Étampes*, qui avait été confondu autrefois avec les premières couches néogènes sous la dénomination de *calcaire de Beauce*, ou de calcaire à *Helix Ramondi*. D'après G. F. Dollfus [112] cette espèce n'existerait, dans le bassin de Paris, que dans la partie inférieure, oligocène du calcaire de Beauce, où elle est associée à *Limnæa cornea*, *Planorbis cornu*, *Chara medicaginula*. Les mêmes formes se rencontrent, au nord de Paris, dans la *meulière de Montmorency*.

Les sables d'Ormoy sont transgressifs par rapport aux sables rupéliens. A Souppes et à Château-Landon, ils reposent sur le calcaire de Brie, qu'ils

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

séparent seuls du calcaire d'Étampes. Le Rupélien est du reste également transgressif par rapport au Sannoisien; ainsi, à Rochefort-en-Yvelines, sur l'axe de l'anticlinal du Roumois, les sables de Fontainebleau sont en contact direct avec la craie sénonienne.

Plaine d'Alsace. — Ce serait ici l'endroit d'étudier les dépôts néonummulitiques de la Limagne, que l'on a souvent supposé s'être formés dans un golfe prolongeant vers le sud le bassin de Paris. Mais les communications avec le nord sont douteuses, la mer n'a jamais pénétré dans les lacs d'Auvergne et les dépôts qui s'y sont formés renferment plusieurs gisements riches en Mammifères, de sorte qu'il y a intérêt à en réserver l'examen pour le moment où nous étudierons les formations continentales de l'Europe occidentale.

Un golfe analogue existe entre les Vosges et la Forêt Noire, dans la vallée du Rhin; il constitue le prolongement vers le sud du bassin de Mayence et atteint les premières chaînes du Jura, dans la région située entre Montbéliard et Bâle. La mer y a pénétré plus tôt que dans le bassin de Mayence et y a laissé des dépôts, dont l'âge peut être déterminé par une comparaison avec la série tongrienne du bassin de Paris.

Des lambeaux oligocènes se rencontrent sur tout le bord est des Vosges, depuis le Palatinat jusque dans la Haute-Alsace, dans les collines du Sundgau, dans les chaînons septentrionaux du Jura et sur le bord ouest de la Forêt-Noire et de l'Odenwald, mais il est deux régions, les environs de Soultz-sous-Forêt, dans le Bas-Rhin, et ceux de Cernay, dans le Haut-Rhin, où, grâce à des travaux de mines et grâce surtout à des sondages, on a rencontré les traces d'un véritable bassin, où l'Oligocène atteint une puissance énorme [114].

C'est dans ces deux régions seulement que l'Oligocène inférieur peut être étudié; dans tout l'espace intermédiaire, il est caché par une épaisse couverture de dépôts quaternaires.

La région de Soultz-sous-Forêt est connue de longue date, car c'est là que se trouvent les mines d'asphalte de Lobsann et les puits de pétrole du Pechelbronn, de Schwabwiller, de Biblisheim, etc. Dans tout l'espace compris entre Wissembourg et Haguenau, le nombre des sondages forés en vue de la recherche du pétrole est aujourd'hui très considérable, mais nulle part le substratum des dépôts pétrolifères n'a été atteint. La série traversée, connue sur 700 m d'épaisseur, est constituée principalement par des alternances indéfiniment répétées de couches marneuses et de couches de sable imprégné d'asphalte ou de pétrole. Les marnes renferment quelquefois des Foraminifères et sont alors incontestablement d'origine marine, mais ces organismes disparaissent totalement vers le nord et font place, au Pechelbronn, à des Mollusques d'eau douce (*Anodonta Daubreana*, *Melania*, *Melanopsis carinata*, *Paludina*, *Limnæa elongata*, *Planorbis*). Les carbures d'hydrogène semblent avoir pris naissance, comme le fait remarquer L. van Werveke [119], à la limite des eaux douces et des eaux salées, où les organismes devaient périr en grand nombre, par suite du changement brusque des conditions d'existence.

Les couches pétrolifères sont recouvertes, à Lobsann, par un calcaire lacustre imprégné d'asphalte. On y a trouvé des empreintes végétales, abondantes également dans les couches sous-jacentes, des Mollusques terrestres et d'eau douce (*Hydrobia obeliscus*, *Euchilus pupiniformis*, *Nystia*, *Melania fasciata*, *Auricula*, *Helix*) et des restes de Mammifères (*Anthracotherium alsaticum*, *Entelodon magnum*, *Hyopotamus velaunus*). Ceux-ci ne laissent aucun

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

doute sur l'âge sannoisien de la faune, qui est confirmé par la présence, immédiatement au-dessus du calcaire de Lobsann, d'argiles rupéliennes [114].

Des couches pétrolifères existent en outre dans le Haut-Rhin, à Hirzbach, près Altkirch, mais elles sont beaucoup moins riches que celles du Pechelbronn. Par contre, les couches de sel récemment découvertes dans la plaine qui s'étend entre les Vosges et les collines du Sundgau ont un grand avenir économique. Les sondages ont traversé de 800 à 1 000 m de couches tertiaires (Wittelsheim, 1080 m) et plusieurs d'entre eux ont rencontré le substratum jurassique. Au-dessus d'un conglomérat sidérolithique, d'âge probablement éocène, on a constaté la succession suivante [118] :

1° marnes calcaires et dolomitiques, avec couches d'anhydrite et lits de conglomérats, Limnées et empreintes végétales;

2° marnes feuilletées grises et vertes et bancs de calcaires marneux et d'anhydrite, renfermant des conglomérats à éléments jurassiens à la base, 2 niveaux de couches bitumineuses, de nombreuses couches de sel, atteignant jusqu'à 11 m d'épaisseur, et 2 couches de chlorure de potassium de 1,50 à 5 m; dans la région moyenne, nombreuses empreintes végétales et faune d'eau saumâtre : Bryozoaires, Foraminifères, Mollusques (*Cyrena*, *Mytilus*, *Ostrea*, *Corbula*, *Psammobia*, *Trochus*, *Cerithium*, *Hydrobia*, *Planorbis*), Ostracodes, Insectes, Poissons (*Paralates*);

3° marnes bariolées, avec bancs calcaires, dolomitiques, gréseux, couches d'anhydrite, de gypse, de sel et pseudomorphoses de sel; empreintes végétales, *Chara*, Limnées, Ostracodes.

Au-dessus de ces couches essentiellement lagunaires viennent des marnes à Foraminifères d'âge rupélien.

Dans les collines du Sundgau [116, 117, 122], l'épaisseur des couches sannoisiennes est bien moins considérable, elle atteint son minimum sur la rive droite du Rhin, près de Kleinkems (18 m). En même temps, on voit apparaître des termes qui n'ont pas été rencontrés dans les sondages de la plaine, aussi le parallélisme entre les deux séries n'a-t-il pas encore été établi d'une manière satisfaisante.

Les couches oligocènes les plus anciennes sont des marnes gypseuses et des marnes bleues sans fossiles, dont le substratum n'est pas connu. Elles supportent un calcaire lacustre, le *calcaire de Brunstatt* à *Melania Lauræ*, bien connu par les travaux d'Andreæ [114], Mathieu Mieg [121], Förster [116, 117], etc. Sa faune comprend, outre un Lamellibranche (*Sphærium Bertereanæ*) et quelques Gastéropodes terrestres, presque exclusivement des Gastéropodes d'eau douce, tels que *Neritina brevispira*, *Melania albigensis* (= *Lauræ*), *muricata*, *Melanopsis carinata*, *Hydrobia indifferens*, *Valvata circinata*, *Nystia polita*, *Planorbis goniobasis*, *lens*, *patella*, *Limnæa polita*, *crassula*. On retrouve là quelques espèces caractéristiques des marnes blanches de Pantin et l'assimilation du calcaire de Brunstatt à cet horizon est encore confirmée par la découverte de dents et de mâchoires de *Palæotherium magnum* et *medium*, espèces de la masse supérieure du Gypse.

Le calcaire à *Melania Lauræ*, que l'on devra peut-être un jour ranger dans le Ludien, est recouvert à Kleinkems par des marnes vertes à *Limnæa brachygaster* et *Helix Hombresi*.

Puis viennent des *marnes feuilletées*, tout à fait analogues à celles des sondages. On y trouve des bancs de gypse et des pseudomorphoses de sel. La flore et la faune en sont très riches. Les Foraminifères sont peu nombreux. Parmi les Mollusques on peut citer notamment *Cyrena semistriata*, *Mytilus socialis*, *Hydrobia Dubuissoni*, *Cerithium submargaritaceum*. Les Insectes sont extrêmement abondants, les Crustacés sont représentés par un *Gammarus*, par *Eosphæroma Brongniarti* et par des Ostracodes. Il ne peut y avoir de doute que l'on soit en présence d'un équivalent exact des marnes à Cyrènes du bassin de Paris. Il ne peut être question de placer ces marnes feuilletées au niveau des sables marins du bassin de Mayence, c'est-à-dire à la base du Rupélien, comme le fait Förster [118].

Dans le prolongement méridional du bassin tertiaire alsacien, c'est-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

à-dire dans les environs de Montbéliard [122], de Delémont [123] et de Bâle [124], l'Oligocène inférieur n'est plus représenté que par des calcaires d'eau douce, qui correspondent exactement au calcaire de Brunstatt et qui reposent sur des formations sidérolithiques. Les formations salifères font ici totalement défaut, ce qui démontre d'une manière péremptoire que la grande lagune marine d'Alsace était entièrement fermée au sud. Elle constituait un golfe et ne possédait aucune communication avec la région alpine. Les eaux marines qui s'y concentraient, de manière à y déposer du gypse, du sel et du chlorure de potassium, ne pouvaient davantage arriver par le nord, car, dans le bassin de Mayence, l'Oligocène inférieur fait totalement défaut. On est donc conduit à admettre une communication du bassin alsacien avec le bassin de Paris, soit par le synclinal de Deux-Ponts, qui limite au sud l'anticlinal carbonifère de Saarbrück, soit, conformément à la manière de voir de L. van Werveke, par la dépression de Saverne, qui sépare les Hautes-Vosges des Basses-Vosges. La série lagunaire du Haut-Rhin présente de telles analogies avec le Sannoisien du bassin de Paris qu'une pareille communication est tout à fait vraisemblable. Peut-être même s'était-elle déjà établie au moment de la transgression ludienne.

L'Oligocène moyen [1] ou Rupélien est représenté, dans la vallée du Rhin, à peu près exclusivement par des formations marines. Il est transgressif par rapport à l'Oligocène inférieur et offre les plus grandes analogies avec celui du bassin de Mayence. On y distingue des faciès extrêmement variés.

Le faciès des *sables marins* semble correspondre toujours à la partie inférieure de l'étage, il est très développé dans le Sundgau et dans les régions voisines, notamment à Dannemarie et à Rädersdorf, où il renferme en abondance *Ostrea cyathula, callifera, Pecten decussatus, Pectunculus obovatus, Lucina undulata, Cyprina rotundata, Cytherea incrassata, splendida, Natica Nysti, Murex Deshayesi, Fusus elongatus.* C'est rigoureusement la faune des horizons inférieurs du Rupélien du bassin de Paris (Étrechy, Jeurre) [114,122], il ne peut donc être question d'envisager, ainsi que le fait B. Förster [118], ces sables marins et les couches salifères comme deux faciès synchroniques occupant le même horizon, et ce sont sans doute des marnes à Foraminifères (*Plecanium carinatum, Haplophragmium*) qui représentent, dans le profil des sondages, l'équivalent des sables marins, tandis que dans le Sundgau les marnes à Cyrènes sont recouvertes par des grès calcarifères à empreintes végétales.

Dans les environs de Delémont [123], les sables font place à un calcaire sableux avec bancs marneux, renfermant *Ostrea cyathula* (à la base), *Pectunculus angusticostatus, Cytherea incrassata, splendida, Lucina Thierensi, Cerithium plicatum, Natica crassatina.*

Les sables marins passent quelquefois, à leur partie supérieure, à des *grès à plantes,* qui ont fourni, à Dornach, Zimmersheim, etc., des empreintes nombreuses étudiées par Fliche [121] (*Cinnamomum, Salix, Ilex, Acer, Cassia*, etc.).

Dans la partie supérieure du Rupélien, ce sont généralement les faciès argileux et schisteux qui prédominent. L'*argile à septaria* est très développée dans le Bas-Rhin et semble représenter quelquefois la totalité du Rupélien. Elle a fourni, à Drachenbronn, Lobsann, Soultz-sous-Forêt, Heiligen-

1. Les collaborateurs du Service de la Carte Géologique d'Alsace-Lorraine attribuent à l'Oligocène moyen les équivalents du Sannoisien. Ils ne rangent dès lors dans l'Oligocène inférieur que les couches d'eau douce inférieures à la série salifère.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

stein, quelques Mollusques (*Leda Deshayesiana*, *Chenopus speciosus*, *Cassidaria nodosa*), mais surtout de nombreux Foraminifères, étudiés par A. Andreae [114, 115] (*Haplophragmium*, *Gaudryina*, *Lagena*, *Nodosaria*, *Cristellaria*, *Polymorphina*, *Bulimina*, *Rotalia*, *Pulvinulina*, *Truncatulina*, *Bolivina*, *Cornuspira*, *Quinqueloculina*).

Dans le Haut-Rhin, l'argile à septaria est remplacée par des *schistes à Poissons* [114, 117], qui ont fourni, à Bouxwiller, Nieder-Magstatt et Froidefontaine, une faunule très intéressante, dont les éléments les plus caractéristiques, *Amphisyle Heinrichi*, *Meletta crenata*, *longimana*, *Palæorhynchum latum*, etc., se retrouvent dans diverses localités des Alpes et des Karpates. Rien d'ailleurs n'empêche d'admettre, à l'époque Rupélienne, des communications à la fois avec l'Allemagne du Nord et avec les régions alpines, d'autant plus que le même faciès existe dans le bassin de Mayence et à Brislach, dans le canton de Soleure.

Enfin, il est encore un dernier faciès du Rupélien qui mérite d'attirer tout particulièrement notre attention. Ce sont les *conglomérats côtiers*, qui ont fait dernièrement l'objet d'un travail très intéressant de P. Kessler [120]. Leur âge rupélien résulte de la présence d'intercalations de sables à fossiles marins, par exemple à Rott et à Eguisheim. Ils forment, au pied de la falaise vosgienne, une bande qui était sans doute continue et dont de nombreux lambeaux sont conservés. On les retrouve également au pied de la Forêt-Noire et jusque dans les environs de Montbéliard. Leurs éléments, fortement roulés, sont constitués soit par des calcaires jurassiques, soit par des roches triasiques, soit par du granite. Kessler a montré que plus les conglomérats sont récents, plus leurs éléments sont anciens et il en conclut que la dénudation des Vosges et de la Forêt Noire a progressé au cours de l'époque Oligocène, de sorte que finalement les massifs granitiques ont été mis à nu.

On pourrait croire que ces conglomérats se sont formés aux dépens des deux grands abrupts qui délimitent aujourd'hui les deux massifs jumeaux et qui correspondent à des failles d'une grande amplitude (v. p. 244). Mais, en réalité, les failles vosgiennes sont plus récentes que les conglomérats, qu'elles ont intéressés, et l'argile à septaria butte par faille contre le Trias inférieur. On doit donc envisager le bassin oligocène de la vallée du Rhin comme une aire d'ennoyage, dans laquelle s'est produite une ingression de la mer sur une surface qui ne dépassait que fort peu celle qu'occupent aujourd'hui encore les dépôts tertiaires. Les Vosges et la Forêt-Noire étaient émergées et se soulevaient à mesure que les sédiments oligocènes s'accumulaient dans la cuvette en voie d'affaissement. En même temps, la dénudation progressait, de sorte que la mer battait des côtes formées de couches d'âge très varié.

Les failles qui délimitent la vallée prirent ensuite naissance au voisinage des anciens rivages et les conglomérats littoraux furent morcelés au même titre que les terrains secondaires sous-jacents.

L'Oligocène supérieur ou chattien est beaucoup moins bien développé en Alsace que dans le bassin de Mayence. Il est représenté, aux environs de Strasbourg, par des grès à Plantes et par des marnes à Cyrènes, qui affleuraient autrefois à Kolbsheim et à Truchtersheim et qui ont fourni *Ostrea cyathula*, *Cyrena convexa*, *Tellina Nysti*, *Cerithium plicatum*, *margaritaceum*, *Potamides Lamarcki*, *Nematura compressiuscula*, *Odontostomia subula*, *Turbonilla alsatica* [114]. A Rouffach (Haut-Rhin), des marnes à *Mytilus Faujasi* et *Cyrena convexa* sont intercalées au milieu de conglomérats côtiers. Dans les col-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

lines du Sundgau, on a attribué au même étage [116, 117] des calcaires d'eau douce à *Melania Nysti, Hydrobia Dubuissoni, Limnæa subpalustris, obesa, Helix rugulosa*, et des grès calcarifères à Foraminifères.

Aux environs de Montbéliard et de Belfort, le Chattien est connu sous le nom de *système de Bourogne* [122]. Il comprend des marnes lie-de-vin, alternant avec des bancs de mollasse et des poudingues, puis des marnes à *Cyrena convexa, Corbicula Faujasi, Mytilus Faujasi, Cerithium plicatum*, que couronnent des couches épaisses de conglomérats calcaires et de mollasse siliceuse à ciment calcaire. A Châtenois et à Allenjoie, cette série présente à la base une intercalation de calcaire lacustre, avec *Helix girondica*.

A Delémont, dans le Jura Bernois [123], l'étage supérieur du Tongrien est constitué par une mollasse à paillettes de mica et feuilles de *Cinnamomum* et *Anthracotherium*, la *mollasse alsacienne* des auteurs suisses, comprise entre deux niveaux de calcaires lacustres, l'inférieur à *Helix rugulosa*, le supérieur à *Helix Ramondi, Planorbis cornu, Limnæa cornea*, correspondant au calcaire d'Étampes.

France occidentale. — Nous abordons maintenant l'étude d'un certain nombre de régions, situées dans l'Ouest de la France, où les dépôts nummulitiques n'affleurent que sur de faibles surfaces, soit qu'ils ne constituent plus que des lambeaux épargnés par la dénudation, soit que des terrains plus récents les recouvrent sur de grandes étendues. Ils ont pris naissance dans des golfes ouverts à l'ouest, qui permettent de conclure à l'existence d'une mer occidentale, située sur l'emplacement du golfe de Gascogne. C'est par cette mer que le bassin Anglo-Parisien devait communiquer, au moins à certaines époques, avec les géosynclinaux de l'Europe méridionale.

Cotentin. — Il a déjà été question précédemment d'une petite cuvette où sont conservés, dans le centre du département de la Manche, au milieu des terrains primaires, des couches secondaires et tertiaires, primitivement déposées dans un golfe, ou simplement épargnées par l'érosion, grâce à leur situation topographique. Les terrains mésonummulitiques y reposent directement sur le calcaire à Baculites maestrichtien, sur le Lias ou sur le Trias. On n'y connaît aucune trace des dépôts éonummulitiques. Le groupe Mésonummulitique comprend à Fresville, Gourbesville, Orglandes, Hauteville, les termes suivants [XXXVIII, 308; 125] :

1° calcaire noduleux, avec *Lima spathulata, Chama calcarata, Crassatella gibbosula, Corbis lamellosa, Hipponyx cornucopiæ, Terebellum convolutum;*

2° calcaire sableux avec *Orbitolites complanatus, Alveolina elongata*, Miliolidés, Échinides, Bryozoaires, *Pectunculus pulvinatus, Lucina concentrica, Crassatella plumbea, Delphinula cornu pastoris;*

3° falun à Cérithes, avec Miliolidés, Zoanthaires, *Scutellina nummularia, Echinocyamus altavillensis*, nombreux Lamellibranches (*Ostrea mutabilis, Goniocardium Heberti*) et Gastéropodes (*Delphinula princeps, Cerithium angulatum, Athanasi*), parmi lesquels un très grand nombre se trouvent également dans le Lutétien et l'Auversien du bassin de Paris [128];

4° calcaires, avec Cérithes à l'état d'empreintes;

5° calcaire lacustre de Gourbesville, avec *Limnæa longiscata, Planorbis planulatus, Paludina lenta, Vasseuri, Bithinia Monthiersi, Potamides perditus.*

La discussion de l'âge de ces couches trouvera sa place dans le paragraphe suivant, consacré aux terrains nummulitiques de la Loire-Inférieure.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Les couches suivantes ont été placées au niveau du Sannoisien :

1° marnes bleues à *Corbula pisum* et *Cerithium plicatum* de Hauteville, Rauville, Néhou ;

2° marnes et calcaires du Lude à *Nystia Duchasteli, Melania inflata*, Limnées, empreintes végétales.

Basse-Loire. — Il existe, au nord et au sud de l'embouchure de la Loire, de nombreux lambeaux de dépôts mésonummulitiques, qui ont permis à G. Vasseur de reconstituer approximativement les contours de plusieurs petits golfes, l'un, celui de Campbon et de Saffré, situé sur la rive droite, tandis que ceux d'Arthon, de Machecoul et de Challans, moins importants, se trouvent au sud du fleuve.

La série des couches offre d'assez grandes analogies avec celle du Cotentin. Nulle part, d'ailleurs, elle n'est complète, et la succession suivante résulte de la combinaison de plusieurs coupes, relevées dans des localités différentes [125] :

1° grès calcarifères et sables à Nummulites de la Blanche, le Four, etc., avec *Nummulites Brongniarti* var. *armorica*, Échinides (*Echinocyamus Michelini, Lenita patellaris, Sismondia Michelini, Præscutella Caillaudi*), *Ostrea flabellula, Spondylus radula, Corbis subpectunculus;*

2° calcaire coquillier d'Arthon, avec Miliolidés, Échinides (*Cœlopleurus Delbosi, Echinocyamus cambonensis, Lenita patellaris*), Lamellibranches (*Pectunculus pulvinatus, Corbis lamellosa, Chama lamellosa, Cardium granulosum*), Gastéropodes (*Hipponyx cornucopiæ, Turritella carinifera, Xenophora agglutinans, Campanile rarinodosum, Cypræa inflata*);

3° calcaire à Milioles et *Orbitolites complanatus* d'Arthon et de Gildas-des-Bois, avec *Stylocœnia monticularia, Lenita patellaris, Modiola arthonensis, Arca quadrilatera, Cardita surrulata, Lucina elegans, Tellina exclusa, Hipponyx cornucopiæ, Diastoma costellatum, Delphinula striata, Natica cæpacea, Cerithium semigranulosum, Pleurotoma* pl. sp.;

4° sables coquilliers du Bois-Gouët, près Saffré, extrêmement riches en Foraminifères, Zoanthaires, Échinides, Bryozoaires, Sélaciens et surtout en Mollusques d'une admirable conservation (736 espèces) [125-127] : *Ostrea subelongata, Plicatula elegans, Arca quadrilatera, Venericardia calcitrapoides, Lucina saxorum, Goniocardium Heberti, Sunetta Carezi, Cytherea subanaloga, Tellina donacialis, Dentalium substriatum, Emarginula elegans, Turritella Velaini, Diastoma costellatum, Bayania lactea, Nerita Baylei, Cerithium* pl. sp., *Rimella fissurella, Mitra terebellum, Vasseuria occidentalis, Belosepia Blainvillei;*

5° grès à végétaux du Bois-Gouët, calcaire à *Cerithium parisiense* et sables coquilliers de Campbon à *Lithocardium Tournoueri*, avec faune semblable à celle du niveau précédent;

6° calcaires saumâtres de Campbon à *Cerithium cristatum, verditum, lapidum, tricarinatum, Corbula angulata;*

7° calcaires lacustres de Campbon à *Bithinia crassilabris, Dissostoma mumia.*

Le parallélisme de cette série avec celle du Cotentin saute aux yeux. Les couches 1, 2, 3 de la Manche correspondent respectivement aux couches 2, 3 et 4 de la Loire-Inférieure. Dans les deux régions, des formations lagunaires et lacustres font suite aux formations marines. G. Vasseur assimilait au Calcaire Grossier du bassin de Paris la totalité des couches éocènes du Cotentin et de la Basse-Loire. Il est incontestable que, pour les niveaux inférieurs de la Basse-Loire (1-3), cette classification est tout à fait satisfaisante, malgré la présence de *Nummulites Brongniarti*, qui, dans les régions méditerranéennes, a son principal gisement dans l'Auversien, tout en débutant déjà dans le Lutétien supérieur. Mais l'absence de *Nummulites lævigatus* — dont Bigot a recueilli cependant des exemplaires roulés sur la plage de Saint-Aubin (Calvados) — montre que, dans tous les cas, le Lutétien inférieur ne s'est pas déposé dans les golfes de la Basse-Loire.

Pour ce qui est, par contre, des sables coquilliers du Bois-Gouët, ainsi

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

que de leur équivalent, le falun à Cérithes du Cotentin, J. Boussac [129] a été conduit, par une étude approfondie de leurs Cérithes, à les rajeunir et à les placer au niveau de l'Auversien. En effet, le genre *Campanile* y est représenté par une espèce auversienne, *C. cornucopiæ* (fig. 408), à l'exclusion de toute espèce lutétienne. Parmi les Cérithes du Cotentin et du Bois-Gouët il s'en trouve beaucoup appartenant à des séries qui existent dans le bassin de Paris et représentent exactement les mutations caractéristiques de l'Auversien (*Cerithium mutabile*, *submarginatum*, *Cordieri*, *Hericarti*, *crenatulum*, *globulosum*, *perditum*, *scalaroides*, *pleurotomoides*, *tricarinatum* mut. *crispiacensis*, *mixtum*, *lamellosum* mut. *Morgani*). De plus, un certain nombre de Cérithes du Cotentin et du Bois-Gouët, qui ne sont pas connus dans l'Auversien du bassin de Paris, diffèrent des formes lutétiennes par quelques caractères qui permettent de les envisager comme des mutations (*C. emarginatum*, *valdancurtense* mut. *gouetensis*, *hexagonum* mut. *pentagonatus* et *fresvillensis*, *muricoides* mut. *millegranum*). Enfin, il existe dans les gisements de l'Ouest des espèces qui, au lieu d'être le résultat de l'évolution sur place d'espèces lutétiennes, sont des éléments cryptogènes, qui n'ont pas pénétré dans le bassin de Paris (*C. Carezi*, *Ripaudi*, *Athanasi*, *Baylei*, *Lacazei*, *Falloti*, etc.).

Ajoutons encore que *Vasseuria occidentalis* est un Céphalopode qui, en dehors du Bois-Gouët, se trouve jusqu'ici exclusivement dans l'Auversien de Roncà, dans le Vicentin.

Les faunes éocènes du Cotentin et de la Basse-Loire renferment, notamment parmi les Foraminifères, un certain nombre d'éléments méditerranéens qui n'ont pas pénétré dans le bassin de Paris, sans doute parce qu'ils n'y rencontraient pas les conditions de température et de salure favorables à leur développement. Mais les affinités paléontologiques entre les gisements de l'Ouest et ceux du bassin Anglo-Parisien sont telles, qu'il est nécessaire d'admettre une communication facile entre les deux régions. On verra plus tard que, sur le trajet direct qui aurait pu les réunir, se trouvaient des lacs; dès lors on est conduit à envisager la Manche actuelle comme le bras de mer par où les types méditerranéens pénétraient dans le bassin de Paris.

Le groupe Néonummulitique est également représenté dans la Basse-Loire, mais le Lattorfien ou Sannoisien n'y est pas connu et c'est le Rupélien qui repose directement soit sur les formations lacustres du Bartonien, soit sur les terrains anciens. Les lambeaux existants ont permis à G. Vasseur [125] de reconstituer les contours d'un large golfe, parsemé d'îles, qui était situé entre la Vilaine et la Loire, et ceux de deux fjords étroits, qui y débouchaient et pénétraient tous deux dans l'Ille-et-Vilaine (fig. 412). C'est dans le fjord de Rennes et aux environs de Langon et de Saffré que se trouvent les principaux lambeaux d'une formation connue sous la dénomination de *calcaire grossier de Rennes*. R. Tournoüer [130] l'assimilait dès 1868 aux sables de Fontainebleau.

La partie inférieure de cette formation est argileuse et renferme notamment *Avicula stampinensis*, *Lucina Thierensi*, *Turritella planispira*, *Littorinella armorica*, *Sandbergeria Dollfusi*, *Cerithium Lebescontei*. La partie supérieure est un calcaire à Milioles, où abonde un Foraminifère, *Archiacina armorica*, associé à des Échinides (*Echinocyamus armoricus*, *Nucleolites Lebescontei*), *Mytilus Rouaulti*, *Pectunculus obovatus*, *Cytherea incrassata*, *Diastoma costellatum*, *Bayania semidecussata*, *Cerithium plicatum*, *trochleare*, *conjunctum*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Cette formation marine est recouverte, à Rennes et à Saffré [125], par une formation lagunaire, un calcaire à *Chara medicaginula*, *Bithinia Dubuissoni*, *Limnæa Brongniarti*, *cornea*, *Planorbis cornu*, *Potamides Lamarcki*, qui correspond au calcaire d'Étampes.

Bassin de Bordeaux. — Sur les deux rives de la Gironde apparaissent, en

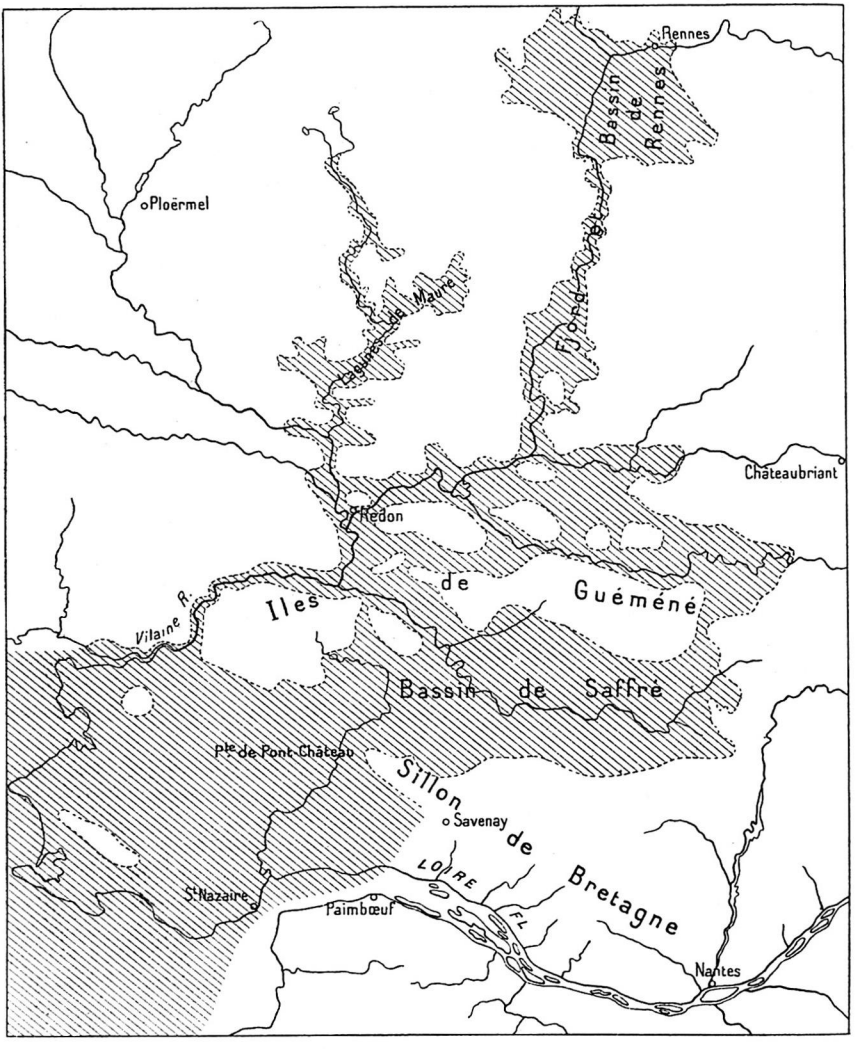


Fig. 412. — Carte représentant l'extension de la mer en Bretagne à l'époque du Rupélien (d'après G. VASSEUR).

divers points, des dépôts nummulitiques, qui s'enfoncent bientôt vers le sud sous des couches plus récentes, mais ont été atteints, aux environs de Bordeaux, par de nombreux sondages. Ce sont des formations marines, qui, vers l'est, font place à des formations d'eau douce, dont il sera question plus tard.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

La superposition du Nummulitique au Crétacé n'est visible que sur le bord septentrional du bassin, aux environs de Royan, au nord de l'embouchure de la Gironde.

A Saint-Palais, à 5 km à l'W.N.W. de Royan [131-133], le Nummulitique débute par un conglomérat, constitué principalement par des dents de Squales, des ossements roulés et des fragments d'un calcaire gréseux verdâtre avec petits grains de quartz, renfermant *Nummulites planulatus* et *Alveolina oblonga*, espèces caractéristiques des sables de Cuise (Londinien supérieur) du bassin de Paris. Mais le conglomérat est lui-même lutétien, de même qu'un calcaire à Échinides dont il constitue la base. Il manque souvent et c'est alors ce calcaire qui repose sur la surface remarquablement plane et arasée des couches maestrichtiennes [15] (pl. CXX, 1).

Le Cuisien semble cependant avoir eu une certaine extension dans la région, car on trouve autour de Royan de nombreux silex et des blocs de grès siliceux épars ou englobés dans une argile qui résulte de la décalcification de couches préexistantes. H. Douvillé y a recueilli *Nummulites planulatus*, *Alveolina oblonga* et des Mollusques spécifiquement indéterminables, et des sables contenus dans le fond des poches de décalcification lui ont fourni *Nummulites elegans*.

Les calcaires lutétiens [131] renferment des Foraminifères (Miliolidés, *Lituonella Roberti*, Alvéolines, *Orbitolites complanatus*), divers Mollusques peu caractéristiques et surtout des Échinides [132] (*Cidaris Lorioli*, *Cœlopleurus Delbosi*, *Sismondia Archiaci*, *Echinolampas dorsalis*, *Schizaster Archiaci*, *Gualtieria Orbignyi*, etc.). Ils supportent des sables et des grès à *Ostrea flabellula*, puis des marnes remplies de coquilles brisées.

Au sud de la Gironde, le Lutétien inférieur a été atteint par des sondages [134-138] à l'état de grès à *Orthophragmina*, dans lesquels on a pu distinguer un niveau inférieur, avec *Assilina granulosa*, *Leymeriei*, *Nummulites Guettardi*, *Operculina granulosa*, *Orthophragmina submedia* et un niveau supérieur, avec *Assilina planospira* (= *exponens*) et *mamillata*, *Nummulites aquitanicus-girondicus* (variétés de *N. lævigatus-Lamarcki*), *Bourgueticrinus Thorenti*.

Le Lutétien supérieur est représenté par le *calcaire de Blaye*, qui affleure sur les deux rives de la Gironde. C'est un calcaire grossier à Milioles, qui alterne avec des bancs de calcaire gréseux. Sa partie inférieure renferme *Rotalia papillosa*, *Alveolina elongata*, *Laganum tenuissimum*, *Cassidulus Benedicti*, *Echinolampas stelliferus*, *Periaster blaviensis*, *Cardium granulosum*, *Pholadomya* sp.; sa partie supérieure, *Echinolampas affinis*, *Echinanthus Desmoulinsi*, *Præscutella Caillaudi*, *Scutellina nummularia*, *Schizaster latus*, *Venus texta*, *Corbis lamellosa*, *Goniocardium Heberti*, *Cerithium angulosum*, *tricarinatum*, *Ampullina sigaretina*, *Diastoma costellatum*, *Strombus ornatus*.

La surface supérieure du calcaire de Blaye est ravinée et perforée par des Pholades; elle supporte des marnes qui appartiennent incontestablement à l'Auversien. On y trouve *Ostrea cucullaris*, *Mytilus Rigaulti*, *Corbula angulata*, *Cyrena campsa*, *Turritella acicula*, *Cerithium Cordieri*, *Diastoma costellatum*, *Voluta athleta*.

Dans les sondages de Bordeaux, ces marnes ont fourni en outre *Nummulites variolarius*, qui est, dans le bassin de Paris, la Nummulite caractéristique de l'étage.

Au Bartonien il se produit dans le golfe de Bordeaux, comme dans le bassin de Paris, comme dans le Cotentin et comme dans la Basse Loire, une dessalure plus ou moins complète des eaux. Les marnes auversiennes

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

supportent, aux environs de Blaye, le *calcaire lacustre de Plassac* à *Limnæa longiscata*, *Planorbis rotundatus* et *Melanopsis*, qui passe, dans le Médoc, à un calcaire saumâtre à *Cerithium perditum*, *interruptum*, *Delphinula conica*, *Lithocardium*, etc. [125].

Avec le LUDIEN la mer reprend possession de la région et dépose le *calcaire de Saint-Estèphe*, très développé sur les deux rives de la Gironde. C'est un calcaire grossier, souvent sableux, renfermant des Foraminifères, des Zoanthaires (*Sphenotrochus*, *Trochocyathus*, *Dendracis Gervillei*), des Échinides (*Echinolampas ovalis*, *Echinanthus elegans*, *Sismondia occitanica*, *Brissopsis elegans*), ainsi que des Lamellibranches et des Gastéropodes, à l'état de moules (*Lucina concentrica*, *Corbis lamellosa*, *Clavagella coronata*, *Calyptræa trochiformis*, *Turritella sulcifera*, *Natica Studeri*, *Diastoma costellatum*). Le caractère « éocène » de cette faune est manifeste.

La surface perforée du calcaire de Saint-Estèphe supporte, dans le Blayais, des couches marines qui appartiennent au SANNOISIEN. Ce sont des argiles et des marnes à *Anomia girondica* et *Ostrea bersonensis*, qui renferment encore *Echinolampas ovalis* et *subsimilis*, associés déjà à des espèces tongriennes, telles que *Pectunculus angusticostatus*, *Venus Aglauræ*, *Cerithium plicatum*, *Charpentieri*, *Diastoma Grateloupi* [135].

Vers l'est, ces couches deviennent sableuses et passent latéralement à la *mollasse du Fronsadais*, qui, à Coutras, repose directement sur le Maestrichtien [140]. Elle est constituée par des alternances de sables micacés et de grès gris. Les fossiles y sont rares, mais on y a trouvé des restes de Crocodiles, de Tortues et de Mammifères. On y observe également des bancs de calcaire d'eau douce à *Melanopsis mansiana*, espèce des marnes blanches de Pantin, qui se retrouve dans le *calcaire des Ondes*, près Fumel [139].

La partie supérieure du Sannoisien est constituée, dans l'Entre-Deux-Mers et dans le Médoc, par une formation d'eau douce, le *calcaire de Castillon*, qui correspond au calcaire de Brie et renferme très rarement *Nystia Duchasteli* et des Limnées indéterminables [141].

Le RUPÉLIEN débute, dans tout le bassin de Bordeaux, exactement comme dans le bassin de Paris, par des argiles à *Ostrea longirostris*, qui renferment en outre *Ostrea girondica*, espèce très voisine d'*Ostrea cyathula*. Au-dessus vient un calcaire tantôt compact, tantôt grumeleux ou crayeux, tantôt argileux ou sableux, auquel Delbos a donné le nom de *calcaire à Astéries*, à cause de la fréquence des assules de *Crenaster lævis*. Son épaisseur est d'environ 60 m dans l'Entre-Deux-Mers et il s'amincit graduellement vers l'est. Les fossiles sont assez abondants [140], mais seuls les squelettes en calcite sont conservés, les Zoanthaires et les Mollusques dont le test était constitué par de la conchite sont à l'état de moules.

La faune comprend des Foraminifères (*Archiacina armorica*, *Nummulites intermedius-Fichteli*, *vascus-Boucheri*), des Zoanthaires, des Échinides nombreux (*Cœlopleurus Delbosi*, *Echinolampas Blainvillei*, *Echinocyamus pyriformis*, *Nucleolites Delfortriei*, *Scutella striatula*, *Amphiope Agassizi*, *Periaster Arnaudi*, *Eupatagus Jouanneti*) [142, 143], des Lamellibranches (*Lima garansiana*, *Pecten Billaudeli*, *Pectunculus angusticostatus*, *Cardita Benoisti*, *Venus Aglauræ*, *Lucina Delbosi*), des Gastéropodes (*Turbo Parkinsoni*, *Trochus elegantissimus*, *Ampullina crassatina*, *Diastoma Grateloupi*, *Cerithium Charpentieri*, *plicatum*, *bidentatum*, *Volutilithes subambiguus*, des Céphalopodes (*Aturia Basteroti*), des Crustacés décapodes (*Palæocarpilius aquitanicus*, *Anaglyptus Delfortriei*), des Poissons,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

des Siréniens (*Halitherium Cuvieri*), des Mammifères terrestres (*Anthracotherium magnum, Hyopotamus leptorhynchus*).

Dans les intercalations argileuses, les Mollusques ont conservé leur test. Il en est de même dans un niveau argileux qui couronne le calcaire à Astéries et qui renferme déjà quelques espèces néogènes (*Arca clathrata, barbata, Lucina columbella*).

Le *calcaire blanc de l'Agenais*, qui fait suite à ces couches, est l'équivalent exact du calcaire d'Étampes et doit, par conséquent, être classé dans le Chattien. On y trouve *Planorbis cornu, Limnæa pachygaster, Helix Ramondi, Cyclostoma antiquum* [135].

Pyrénées et Languedoc. — Quoique le bassin de l'Adour [138, 146] ne soit en réalité autre chose que le bord sud d'un grand golfe de l'Aquitaine, golfe dont le bassin de Bordeaux constitue le bord nord, il est nécessaire d'en réunir l'étude à celle du géosynclinal sous-pyrénéen, dont il représente à vrai dire la partie la plus profonde. Nous prendrons comme point de départ la localité classique de Biarritz et nous nous dirigerons de là vers l'est, en suivant le versant septentrional des Pyrénées, pour passer ensuite à l'étude du versant espagnol.

Biarritz. — Les falaises de Biarritz, grâce à leur richesse en fossiles, ont depuis longtemps attiré l'attention des géologues. Elles ont fait l'objet des travaux paléontologiques du vicomte d'Archiac [147], du comte de Bouillé [149, 150], de G. Cotteau [2], de Ph. de la Harpe [151] et des travaux stratigraphiques d'Edmond Pellat [152], de Jacquot [153], de Henri Douvillé [138, 145, 146], de J. Boussac [36, 154]. Nous suivrons ce dernier auteur dans ses assimilations, qui sont basées non seulement sur la répartition verticale des espèces, mais encore sur l'évolution des faunes successives.

La série est complète depuis le Lutétien jusqu'au sommet du Nummulitique, les couches se succédant régulièrement du S S.W. au N.N.E. L'épaisseur totale des dépôts nummulitiques est évaluée par H. Douvillé [146] à 1 500 m. Le Lutétien inférieur manque et c'est le Lutétien supérieur qui repose directement sur la Craie; il débute par un conglomérat visible à Peyreblanque. On est donc ici sur le bord méridional de la fosse aturienne, car, dans la région axiale de cette fosse, aux environs de Tercis, le passage du Crétacé au Nummulitique a lieu par une transition insensible, comme on l'a vu précédemment (p. 1408).

La succession des falaises de Biarritz peut être résumée de la manière suivante (fig. 413) :

Lutétien supérieur. Calcaires blancs et jaunâtres de Peyreblanque et marno-calcaires gris bleuâtre du rocher de la Gourèpe (400 m) (1) : *Lithothamnium, Nummulites atacicus* (= *biarritzensis*), *lævigatus, aturicus* (= *crassus, perforatus*), *Brongniarti, millecaput* (= *complanatus*), *Orthophragmina stellata, Chadeaui, Archiaci, Cidaris, Porocidaris, Rhabdocidaris, Salenia Pellati, Coptosoma Pellati, Cœlopleurus coronatus, Echinolampas ellipsoidalis, Echinanthus Pellati, Pygorhynchus Delbosi, Amblypygus dilatatus, Eupatagus ornatus, Macropneustes Bouillei, Prenaster alpinus, Ditremaster nux, Schizaster biarritzensis, Linthia Heberti, Serpula spirulæa, Chlamys Paueri, Spondylus planicostatus, Crassatella rhomboidea, Nemocardium Orbignyi, Pholadomya Puschi, Pleurotomaria Lamarcki, Pirula pannus.* Les Échinides sont représentés par une cinquantaine d'espèces. « Jamais, à aucune époque, disait Cotteau, et sur aucun point du Globe, les Oursins ne se sont développés avec une aussi grande profusion de genres et d'espèces. » Malgré la présence de quelques espèces qui montent dans les couches supérieures, c'est une faune essentiellement lutétienne, dont les formes les plus caractéristiques se retrouveront dans toute la région méditerranéenne.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Auversien. Couches de la villa Marbella (Lady Bruce) (2) et marnes à Pentacrines de la côte des Basques (450 m) (3) : *Nummulites contortus-striatus, variolarius, aturicus, Orthophragmina Fortisi, stellata, radians, Cyclolites andianensis, Trochocyathus pyrenaicus, Conocrinus Thorenti, Pentacrinus didactylus, Cidaris subserrata, Clypeaster, Serpula spirulæa, Lunulites glandulosus, Terebratulina tenuistriata, Chlamys subtripartita, Spondylus bifrons, Lucina pulliensis, Dentalium Archiaci, Diastoma costellatum, Cerithium sublamellosum, biarritzense, Bouillei, Turritella imbricataria, Scalaria Bouillei.* Les Mollusques appartiennent encore en partie à des espèces lutétiennes, mais les Nummulites ne laissent aucun doute sur l'âge auversien de ces couches.

Bartonien. Marnes supérieures de la côte des Basques (4) : *Nummulites Fabianii, Bouillei, aturicus, Cidaris striatogranosa, Porocidaris Schmiedeli, Chlamys biarritzensis, Arca Pellati, Pectunculus Jacquoti, Cardita hortensis, Chama granulosa, Diastoma costellatum* mut., *Cerithium hortense, Ampullaria sigaretina, Solarium lucidum, Clavella hortensis, Turricula scalarina, Conorbis dormitor, Pleurotoma odontella, Bathytoma turbida, Ancilla priabonensis.* Les Mollusques extrêmement abondants se répartissent entre des espèces propres à la côte

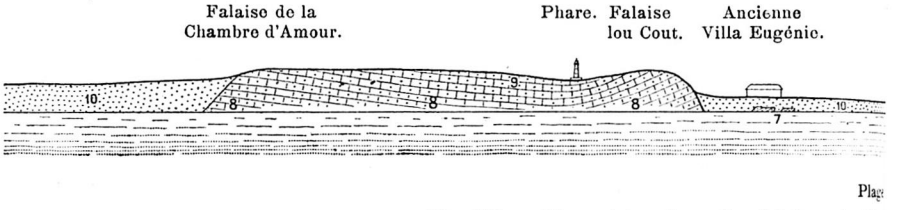


Fig. 413. — Vue schématique des falaises de Biar

1, marno-calcaires du rocher de la Gourèpe (Lutétien supérieur); 2, couches de la villa Marbella (Auvers 5, argiles gris bleuâtre du rocher lou Cachaou (Ludien); 6, marnes sableuses avec bancs de grès et lits Eugénie (Lattorfien supérieur); 8, marnes gréseuses de la villa Noailles et de la Chambre d'Amour (Rupé naire). FF, faille.

des Basques, caractéristiques du Priabonien, du Vicentin ou du Bartonien anglo-parisien, ou encore communes aux couches sous-jacentes.

Ludien. Argiles gris bleuâtre de la Perspective Miramar et du rocher Lou Cachaou (40 m) (5) : *Nummulites Fabianii, Bouillei, Rosai, Orthophragmina Fortisi, radians, Spiroclypeus granulosus, Sismondia planulata, Eupatagus ornatus, Chlamys biarritzensis, Spondylus Buchi, Chama antescripta.*

Lattorfien. 1° Marnes sableuses avec bancs de grès et lits de cailloux roulés du port des Pêcheurs, de l'Atalaye, du rocher de la Vierge et du Port-Vieux (150 m) (6) : *Nummulites Bouillei-Tournoueri, vascus-Boucheri, intermedius-Fichteli, Scutella subtetragona, Eupatagus ornatus.*

2° Roches de la villa Eugénie (40 m) (7) : *Scutella subtetragona, Clypeaster biarritzensis, Eupatagus ornatus, Chlamys biarritzensis, Pycnodonta Brongniarti.*

Rupélien. 1° Marnes gréseuses de la villa Noailles et de la Chambre d'Amour (40 m) (8) : *Operculina ammonea,* mêmes Nummulites que dans le Lattorfien, *Clypeaster biarritzensis, Eupatagus ornatus, Pycnodonta Brongniarti, Ostrea cyathula, Pholadomya Puschi, Scalaria Pellati, Solarium Pomeli, Turritella asperula, Tritonium Delbosi, Volutilithes subambiguus.*

2° Marnes sableuses et bancs gréseux du Phare (30 m) (9) : *Operculina complanata,* mêmes Nummulites, *Cidaris Oosteri, Clypeaster biarritzensis, Pecten Boissyi, Chlamys biarritzensis, Pycnodonta Brongniarti, Ostrea gigantea, Neptunus gallicus, Ranina aculeata.*

La faune du Rupélien ne diffère que fort peu de celle du Lattorfien, mais ce sont les couches supérieures qui renferment les espèces caractéristiques du Rupélien de Gaas et des localités de même âge du bassin méditerranéen.

La grande épaisseur des dépôts nummulitiques de Biarritz, leur remarquable uniformité et l'absence, au moins dans les couches moyennes, de toutes les formes franchement néritiques montrent bien que l'on est en présence d'un géosynclinal, peu profond au début et à la fin de sa formation, mais certainement d'une profondeur assez considérable au moment

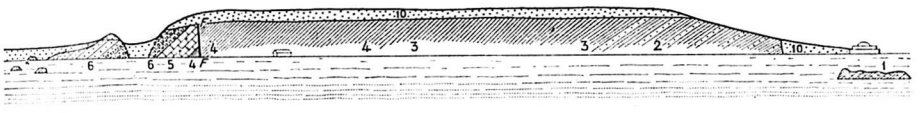
Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

où se formaient les marnes à Pentacrines. En nous dirigeant vers l'est, nous constaterons que les sédiments se déposaient dans des eaux de moins en moins profondes, la région de Biarritz est donc exactement l'homologue de la fosse aturienne de la fin de l'époque Néocrétacée.

Environs de Bayonne et de Peyrehorade. — A l'est de Bayonne [146, 148], on voit apparaître des couches qui ne sont pas représentées dans la coupe de Biarritz.

Le LUTÉTIEN INFÉRIEUR est constitué à Saint-Barthélemy, par des calcaires marneux à *Alveolina elongata, Nummulites lævigatus, Murchisoni, Assilina granulosa, spira, præspira, Orthophragmina Marthæ, Archiaci, Serpula spirulæa, Pycnodonta rarilamella.*

Le LUTÉTIEN SUPÉRIEUR comprend encore des calcaires à *Alveolina elongata*, mais on y observe des amas lenticulaires à grandes Nummulites (*N. aturicus, Rouaulti, millecaput*), associées à *Assilina exponens, Orbitolites complanatus, Orthophragmina Pratti, stellata,*



(d'après un croquis inédit de M. JEAN BOUSSAC).

3, marnes à Pentacrines de la côte des Basques (id.); 4, marnes supérieures de la côte des Basques (Bartonien); cailloux roulés du Port-Vieux, de l'Atalaye et du port des Pêcheurs (Lattorfien inférieur); 7, rochers de la villa inférieur); 9, marnes sableuses et bancs gréseux du Phare (Rupélien supérieur); 10, sables des Landes (Quater-

Marthæ. Au sommet on rencontre en outre *Nummulites Brongniarti.* On doit attribuer à l'AUVERSIEN des marnes à *Orthophragmina radians* et *Pentacrinus didactylus*, très peu fossilifères aux environs de Bayonne. Mais des marnes blanchâtres, associées à des calcaires blancs crayeux, ont fourni, à Cagnotte et à Loustaunaou, près Gaas, au N. E. de Peyrehorade, une faune identique à la faune auversienne de la côte des Basques : *Nummulites contortus-striatus, variolarius, Orthophragmina Pratti, radians, stellata, Pentacrinus didactylus, Conocrinus Thorenti, Porocidaris serrata* [146].

A Gaas, ces couches sont directement recouvertes par les *couches de Gaas*, qui représentent le RUPÉLIEN, mais affectent un faciès tout à fait différent de celui des couches supérieures de Biarritz. Ce sont des marnes bleues et blanches, alternant avec des calcaires durs. On y trouve des Lithothamniées et une faune très riche [155-156], avec *Nummulites intermedius-Fichteli, vascus-Boucheri*, nombreux Zoanthaires, *Echinocyamus piriformis*, Lamellibranches (*Avicula stampinensis, Anomia girondica, Pectunculus obovatus, angusticostatus, Cardita Basteroti, Lucina Thierensi, Goniocardium Matheroni, Cytherea incrassata, Venus Aglauræ*) et Gastéropodes (*Trochus monilifer, Turbo Parkinsoni, Natica crassatina, Delbosi, Diastoma Grateloupi, Cerithium bidentatum, lignitarum, Diaboli, Charpentieri, calculosum, plicatum, Strombus auricularius*), dont la plupart comptent parmi les espèces les plus caractéristiques du Rupélien de l'Ouest de la France et du bassin de Paris.

Chalosse. — La région dont il vient d'être question est séparée par un grand dôme de terrains mésozoïques de la Chalosse, qui s'étend le long de l'Adour, de Dax à Saint-Sever. Les dépôts nummulitiques y apparaissent en pointements isolés sous des dépôts néogènes.

Le LONDINIEN SUPÉRIEUR affleure entre Saint-Sever et Eugénie-les-Bains sous la forme de calcaires sableux et glauconieux à *Nummulites planulatus, Alveolina oblonga*, dont les relations avec les couches daniennes et montiennes (p. 1408) ne sont pas connues [157].

Le LUTÉTIEN INFÉRIEUR comprend les calcaires de Bastennes à *Nummulites Murchinosi,*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Horiolampas Michelini et des marnes à *Nummulites atacicus*, où abondent *Orthophragmina Pratti*, *sella* et un Crabe, *Xanthopsis Dufouri*.

Le LUTÉTIEN SUPÉRIEUR est constitué par des grès et des calcaires à Nummulites, dans lesquels H. Douvillé [146] distingue les niveaux suivants :

1° calcaires inférieurs de Nousse, Gibret, Donzacq et Bastennes, avec *Nummulites aturicus*, *millecaput*, *Assilina spira*, *Orbitolites complanatus*, *Alveolina elongata*;

2° calcaires supérieurs de la Fontaine de la Médaille et de Montfort, avec *Nummulites aturicus*, *Assilina exponens*, *Orthophragmina radians*;

3° grès calcarifères de Donzacq, avec *Nummulites atacicus*, *Assilina exponens*, *Operculina Boissyi*.

L'AUVERSIEN est, ici aussi, à l'état de marnes bleues à Pentacrines, qui ont fourni, près de Gamarde, *Terebratulina tenuistriata* et *Liothyrina Delbosi*. Comme à Gaas, l'Auversien est recouvert ici directement par le RUPÉLIEN, constitué par des calcaires et des marnes avec couches charbonneuses, renfermant, à Lespéron et au Tuc de Saumon, les 3 couples de Nummulites du niveau supérieur de Biarritz, de nombreux Zoanthaires (*Stephanocœnia elegans*), des Échinides (*Macropneustes Meneghinii*, *Eupatagus ornatus*) et des Mollusques de Gaas (*Cardita Bazini*, *Cytherea Sismondai*, *Trochus Lucasianus*, *Natica crassatina*, *angustata*, *Deshayesia neritoides*, *Cerithium Charpentieri*, *angulosum*). Enfin, la série se termine par des grès, où *Nummulites intermedius* et *vascus* sont associés au genre *Lepidocyclina*, qui fait ici son apparition. Ces couches supérieures peuvent être assimilées au CHATTIEN.

Région de Pau et Hautes-Pyrénées. — La vallée du Gave de Pau est accompagnée, depuis Orthez jusqu'à Pau, par toute une série d'affleurements de marnes souvent fossilifères et identiques à celles qui, à Bos d'Arros, au sud de Pau, ont fourni une faune du Lutétien moyen ou supérieur, caractérisée par *Nummulites irregularis*, *Murchisoni*, *Assilina granulosa*, *Leymeriei*, *Orthophragmina submedia* [146, 158].

Plus à l'est, à Orignac, dans les Hautes-Pyrénées, on peut distinguer le LUTÉTIEN INFÉRIEUR, qui repose en discordance sur le Crétacé supérieur et qui est représenté par des calcaires à *Nummulites lævigatus*, *Murchisoni*, *Orbitolites complanatus*, et le LUTÉTIEN SUPÉRIEUR marneux, qui renferme la faune de Bos d'Arros.

On ne connaît, dans toute la région, aucune faune nummulitique plus récente que le Lutétien. Cet étage est recouvert, sans discordance visible, par des poudingues à éléments calcaires très roulés, semblables à ceux qui, dans la Haute-Garonne, sont connus sous la dénomination de *poudingue de Palassou*.

Petites Pyrénées. — Le groupe Éonummulitique reparaît, au delà du plateau de Lannemezan, dans les Petites Pyrénées de la Haute-Garonne, région classique pour l'étude des couches de passage entre le Crétacé et le Tertiaire (v. p. 1408). Au-dessus d'un banc à *Operculina Heberti*, que l'on peut encore attribuer au Montien, s'élèvent des calcaires à Échinides et des marnes à *Ostrea uncifera*, qui semblent constituer un équivalent méridional du THANÉTIEN. On y trouve des *Lithothamnium*, de nombreuses espèces d'*Echinanthus* (*E. carinatus*, *Pouechi*, *subrotundus*, *scutella*, etc.), *Horiolampas Michelini*, *Conoclypeus pyrenaicus*, *Terebratula montolearensis*, *Lucina corbarica*, *Cerithium aurignacicum*.

Des calcaires à *Alveolina melo* représentent peut-être le LONDINIEN, car les grès et poudingues qui leur font suite renferment *Nummulites atacicus* et *Assilina Leymeriei* (= *Nummulites Ramondi*), espèces essentiellement caractéristiques du LUTÉTIEN INFÉRIEUR, associées ici à *Operculina granulosa*, *Porocidaris pseudoserrata*, *Ostrea stricticostata*.

Des poudingues sans fossiles font suite en concordance aux précédents et atteignent une énorme épaisseur. C'est le *poudingue de Palassou*, ainsi

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

nommé par Leymerie [XXXVIII, 58] en l'honneur de l'abbé Palassou, qui fut un des premiers géologues qui explorèrent les Pyrénées. Ses éléments sont originaires des zones centrales de la chaîne, qui étaient donc certainement émergées dès le Lutétien et devaient subir une surrection lente, en même temps que les compressions latérales y donnaient lieu à des phénomènes de charriage. Nous reviendrons sur la succession de ces *mouvements pyrénéens*, mais nous pouvons constater dès à présent, avec Léon Bertrand [XXXVIII, 56], que, tandis que le géosynclinal sous-pyrénéen se creusait à l'ouest dès le Lutétien, pour atteindre son maximum de profondeur à l'Auversien (marnes à Pentacrines de la côte des Basques), dans la région médiane de la chaîne, le géosynclinal se comblait rapidement par des apports torrentiels venus des régions émergées qui le délimitaient au sud.

Ariège. — Les Petites Pyrénées de la Haute-Garonne se continuent vers l'est, dans le département de la Haute-Garonne, formant une zone sous-pyrénéenne, qui passe au nord de Foix et de Quillan, pour se raccorder plus à l'est avec les Corbières. Ici encore le Montien, représenté toutefois par des couches d'eau douce, supporte en concordance des couches marines dont les plus basses peuvent être attribuées au Thanétien, les plus élevées, au Lutétien inférieur [XXXVIII, 60].

Le Thanétien est représenté par des calcaires à Milioles, avec *Alveolina pyrenaica*, *Echinanthus Pouechi*, *Horiolampas Michelini*, *Conoclypeus pyrenaicus*, *Terebralula montolearensis*, *Ostrea uncifera*, *Rostellaria Lapparenti*, et l'on peut ranger dans le Londinien des marnes et des calcaires à Operculines, *Alveolina melo* et *Ostrea uncifera*. Quant au Lutétien inférieur, il est constitué par des marnes à *Nummulites atacicus*, *Operculina granulosa*, *Trochocyathus Van den Heckei*, *Porocidaris pseudoserrata*, *Ostrea uncifera*, *Crassatella plumbea*, *Turritella Dufrenoyi*, *trempina*, *figolina*, *Xanthopsis Dufouri* [144].

Le passage au poudingue de Palassou a lieu par des alternances de marnes à *Ostrea strictiocostata* et autres Mollusques avec des poudingues, qui, plus haut, renferment des intercalations de calcaires lacustres à fossiles lutétiens et bartoniens.

Corbières. — Dans les Corbières occidentales, le Nummulitique n'a guère échappé à la dénudation que dans le synclinal qui va de Couiza à Monthoumet et qui, à vrai dire, appartient à la même zone que le Nummulitique de Foix. La succession est sensiblement la même, mais on voit apparaître des intercalations à fossiles lagunaires ou lacustres, qui indiquent une tendance à la dessalure des eaux.

Le calcaire à Milioles et *Lucina corbarica* présente à sa partie supérieure une couche de calcaire avec Limnées et graines de *Chara*. Au-dessus s'intercalent des marnes multicolores avec gypse, qui rappellent celles du Montien. Puis viennent des calcaires gréseux à *Cerithium subacutum* et bois percés par des *Teredo*, qui paraissent correspondre au Cuisien du bassin Anglo-Parisien. Le Lutétien inférieur seul est exclusivement marin; il est à l'état de marnes avec bancs calcaires, renfermant *Assilina Leymeriei*, *Operculina ammonea*, *Trochocyathus sinuosus*, *Ostrea uncifera*, *Velates Schmiedelianus*, *Turritella trempina*, *figolina* [XXXVIII, 60].

Dans les Corbières orientales, ou plus exactement septentrionales [XXXVIII, 61; 159 *bis*], le faciès lacustre et lagunaire envahit presque tout le groupe Éonummulitique.

Le Thanétien est à l'état de calcaires lacustres à *Physa prisca*, avec intercalations de calcaires à Milioles, *Ostrea resupinata*, Potamides, Natices.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le LONDINIEN est tantôt lacustre, et représenté alors par des calcaires à *Physa prælonga* et *Planorbis subcingulatus*, tantôt marin, avec les marnes à *Ostrea uncifera*, *Turritella hybrida* et *Batillaria Fischeri*.

Le LUTÉTIEN INFÉRIEUR est constitué par des alternances de couches saumâtres, où prédominent les *Potamides* et les *Lampania*, et de couches franchement marines à Nummulites, Alvéolines, Zoanthaires, où toutefois les conditions de salure n'ont permis qu'exceptionnellement le développement des Échinides. Ce sont d'abord des grès roux ou sombres, souvent graveleux, avec quelques bancs marneux, puis des marnes très puissantes, avec bancs calcaires assez épais, enfin, de nouveau des grès, ceux-ci durs, avec bancs de poudingues ou de brèches très solides, donnant lieu, au-dessus des marnes très ravinées, à des escarpements assez accentués. La présence de *Nummulites atacicus*, *Guettardi*, *Assilina Leymeriei*, *Operculina ammonea*, *Alveolina subpyrenaica*, *Flosculina melo* dès les couches inférieures, où elles sont associées à *Ostrea strictiocostata*, *uncifera*, ne permet pas d'attribuer ces couches, comme on l'a fait quelquefois, au Cuisien. Ces espèces existent, dans les bancs marins, du bas au haut de la série.

Les espèces suivantes caractérisent, à Coustonges, un niveau saumâtre inférieur : *Batillaria subacuta*, *diehotoma*, *Cerithium pireniforme*, *Potamides Venei*, *melaniæformis*, *Maraschinii*, *Tiaracerithium Cossmanni*, *Melania Almeræ*, *Natica brevispira*, *acutella*, *albasiensis*, *Velates Schmiedelianus*.

Les *marnes à Turritelles*, qui occupent un niveau marin dans le milieu de la série, renferment, outre les Foraminifères, des Zoanthaires (*Trochocyathus sinuosus*, *elongatus*, *Lobophyllia Micheliana*), des Lamellibranches (*Ostrea uncifera*, *Spondylus bifrons*, *Cytherea custugensis*, *Lucina corbarica*), des Gastéropodes (*Turritella ataciana*, *figolina*, *Natica brevispira*, *albasiensis*, *Rostellaria costulata*). Elles alternent avec des marnes à fossiles saumâtres (*Tiaracerithium Yseultæ*, *acutissimum*, *Lampania Tristani*, *Natica Elsæ*, *Lohengrini*, *Ampullina Evæ*, *Erdæ*, *Wotani*, *Teredo Tournali*).

Les grès supérieurs renferment, outre les Foraminifères, quelques Échinides (*Pygorhynchus Savini*, *Linthia Rousseli*), des Brachiopodes (*Terebratulina tenuistriata*, *Terebratula montolearensis*), *Ostrea strictiocostata* et des Gastéropodes (*Velates Schmiedelianus*, *Natica longispira*, *Cerithium Romani*, *Depereti*).

Le LUTÉTIEN SUPÉRIEUR est représenté par des poudingues, par des couches à lignites ou par des calcaires lacustres à *Bulimus Hopei*. Nous l'étudierons plus tard, en même temps que la partie supérieure du groupe Mésonummulitique et que l'Oligocène, qui sont également à l'état de formations continentales.

Bord méridional de la Montagne Noire. — La large dépression qui sépare les Pyrénées du massif ancien de la Montagne Noire est occupée principalement par des conglomérats, des mollasses et des calcaires lacustres plus récents que le Lutétien inférieur, mais, sur le bord septentrional de cette dépression, on voit reparaître les dépôts éonummulitiques qui s'adossent aux terrains primaires et supportent le Lutétien inférieur marin, formant, dans l'Aude, une bande continue entre Villespy et Félines, tandis que, dans l'Hérault, c'est souvent le Lutétien qui repose directement sur les terrains anciens.

Le groupe Éonummulitique est exclusivement constitué par une série de formations continentales, comprenant les marnes rutilantes du MONTIEN, le calcaire lacustre de Montolieu à *Physa prisca*, qui appartiennent au THANÉTIEN, des argiles rouges et des grès, qui semblent représenter le LONDINIEN.

Le LUTÉTIEN INFÉRIEUR débute par des conglomérats lorsqu'il est transgressif. On peut y distinguer les subdivisions suivantes [159] :

1° calcaires gréseux et grès à *Nummulites atacicus*, *Guettardi*, *Alveolina pyrenaica*, *Flosculina globosa*, *Ostrea strictiplicata*, *Cytherea custugensis*, *Ampullina brevispira*, *longispira*, *Batillaria biserialis*;

2° calcaires compacts à Alvéolines, renfermant, à Minerve, de nombreux Échinides (*Echinanthus Wrighti*, *Echinolampas Leymeriei*, *Echinopsis elegans*, *Iliarionia Sicardi*);

3° calcaires durs, formant les causses du Minervois, riches en Foraminifères (*Nummulites atacicus*, *Guettardi*, *Assilina præspira*, *Operculina ammone*, *Alveolina subpyrenaica*, *oblonga*, *Flosculina globosa*) et en Mollusques (*Vulsella linguiformis*, *Ampullina longispira*, *Velates Schmiedelianus*, *Rostellaria columbaria*, *Cassidaria alzonnensis*);

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

4° calcaires marneux de Félines, du causse de Minerve, de Barroubio, d'Assignan, avec Foraminifères, Zoanthaires, Échinides (*Horiolampas Michelini, Plagiopygus Savini, Macropneustes Bertrandi, Conoclypeus marginatus, Schizaster Rousseli*), Lamellibranches (*Ostrea strictiplicata, Spondylus atacicus, Lucina corbarica*), Gastéropodes (*Pleurotomaria nummulitica, Scalaria decussata, Ampullina longispira*). *Nautilus Rollandi.*

La composition lithologique des assises se modifie vers l'ouest et vers le sud, mais le caractère de la faune reste sensiblement le même.

Le LUTÉTIEN SUPÉRIEUR est constitué, comme dans les Corbières septentrionales, par des calcaires lacustres à *Amphidromus Hopei* et *Planorbis pseudammonius.*

Comme dans les Corbières, c'est donc le Lutétien inférieur qui seul est à l'état marin. Ici les éléments lagunaires font même presque entièrement défaut dans la faune.

En résumé, il résulte clairement de ce qui précède que le géosynclinal sous-pyrénéen doit être envisagé comme un golfe étroit, ouvert à l'ouest, où la série est entièrement marine et où la mer atteignait son maximum de profondeur. Pendant la plus grande partie de la période Nummulitique la partie orientale du golfe était occupée par des eaux douces ou saumâtres; ce n'est qu'à l'époque du Lutétien inférieur que la mer a dépassé l'Ariège, pour envahir le golfe jusque dans l'Hérault. Comme le bassin du Rhône, ainsi que nous le verrons, était occupé exclusivement par des lacs, nous pouvons conclure qu'aucune communication n'existait, par le géosynclinal sous-pyrénéen, entre le bassin de l'Aquitaine et le bassin méditerranéen.

Versant méridional des Pyrénées. — Dans les chaînes axiales des Pyrénées, on ne connaît aucune trace de dépôts nummulitiques, mais, en revanche, ceux-ci reparaissent sur le versant méridional, dans les Pyrénées espagnoles, où, malheureusement, les études géologiques sont beaucoup moins avancées que sur le versant français. Les travaux de L. Carez [XXXVIII, 60] permettent cependant de se faire une idée au moins sommaire de la succession des niveaux dans les différentes provinces.

Il semble que nulle part le groupe Éonummulitique ne soit représenté par des formations marines, car les couches qui ont été considérées comme telles et qui reposent souvent directement sur le Sénonien appartiennent en réalité au LUTÉTIEN INFÉRIEUR. Elles possèdent d'ailleurs les plus étroites affinités paléontologiques avec les couches auxquelles on attribue cet âge sur le versant septentrional. Ce sont ou des calcaires à *Alveolina subpyrenaica*, comme dans la Navarre et dans la province de Huesca, ou des marnes à Turritelles, comme à la montagne de Figols, dans la province de Lerida. Quelquefois les deux faciès coexistent. Les marnes renferment *Assilina Leymerici, Operculina ammonea, Alveolina subpyrenaica, Trochocyathus sinuosus, Taramellii, Porocidaris serrata, Terebratulina tenuistriata, Turritella Dufrenoyi, figolina, trempina.*

Le LUTÉTIEN SUPÉRIEUR comprend des calcaires compacts, marneux à la partie supérieure. C'est l'horizon le plus constant du Nummulitique du Nord de l'Espagne. Il est caractérisé par *Nummulites atacicus* et *millecaput, Ostrea multicostata, Spondylus cisalpinus, Cerithium aragonense, Turritella edita, imbricataria, Velates Schmiedelianus.*

Il semble que l'on doive rapporter à l'AUVERSIEN des calcaires à *Nummulites striatus*, de nombreux *Orthophragmina, Cœlopleurus equinus, Schizaster Archiaci, Studeri, Eupatagus elongatus, Natica sigaretina, Turritella carinifera.*

Le BARTONIEN comprend des marnes bleues, qui renferment des Nummulites, *Cyclolites Heberti, Turritella savasiensis*, dans la partie inférieure, des *Orthophragmina* et *Serpula spirulæa*, dans la partie moyenne, et des intercalations gréseuses avec Végétaux, dans la partie supérieure. La série se termine par une masse puissante de poudingues.

Aux environs de Barcelone [160], c'est-à-dire dans une zone tectonique plus méridionale, le faciès des conglomérats envahit tout le Nummulitique. Le poudingue de base repose, au Llobregat, en discordance angulaire sur le Trias et supporte des conglomérats et des argilolithes rouges à *Bulimus gerundensis*, probablement éonummulitiques. Au Montserrat, tandis que

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

tout le versant oriental est constitué exclusivement par des poudingues, on voit, sur le versant opposé, s'intercaler dans ces poudingues des couches marines et saumâtres. Une première intercalation, formée d'argiles et de grès, renferme *Cardium granulosum*, *Pholadomya margaritacea*, *Cyrena antiqua*, *Solen rimosus*, *Bulla parisiensis*, *Pyrula condita*. Des intercalations plus élevées, argileuses, gréseuses et calcaires, ont fourni *Nummulites aturicus-Rouaulti*, *lævigatus*, *Liocidaris itala*, *Bofilli*, *Coptosoma cribrum*, *Cœlopleurus coronalis*, *Echinolampas Vidali*, *Schizaster Vidali*, *Brissoides Almeræ*, *Ostrea uncifera*, *Velates Schmiedelianus*.

La série nummulitique du versant espagnol des Pyrénées diffère, comme on voit, de celle du versant français, par des caractères essentiels. On peut en conclure qu'elle s'est déposée dans un géosynclinal tout à fait indépendant du géosynclinal sous-pyrénéen, qui communiquait peut-être avec celui des Alpes occidentales par des régions aujourd'hui cachées sous la Méditerranée.

Versant occidental et septentrional de la chaîne des Alpes. — Sur tout le bord externe des Alpes occidentales il existe, depuis Nice jusqu'à Vienne, des affleurements ou des lambeaux nummulitiques, qui jalonnent une bande primitivement continue de dépôts marins, formés manifestement dans un géosynclinal, dont l'axe suivait à peu près la courbure des Alpes. Le bord interne de ce géosynclinal est inconnu; sa région axiale correspond à des accumulations de sédiments, presque toujours détritiques, qui atteignaient des épaisseurs immenses; son bord externe semble avoir eu un tracé des plus sinueux (fig. 414).

Pour l'étude des terrains secondaires des régions méditerranéennes nous avons toujours pris comme point de départ les séries bathyales déposées dans les géosynclinaux et c'est là que, grâce à l'abondance des Ammonites, nous avons pu établir la succession des zones. Les dépôts nummulitiques des géosynclinaux sont, par contre, extrêmement pauvres en fossiles et nous ne possédons aucun moyen direct de les classer, aussi partirons-nous de préférence des formations néritiques du bord externe, pour classer ensuite, par voie de comparaison, celles de la région axiale.

La classification des assises nummulitiques du bord externe des Alpes rencontrait, jusque dans ces dernières années, les plus grandes difficultés, car les méthodes paléontologiques n'ont donné des résultats satisfaisants qu'à dater du jour où la distribution verticale des Nummulites a fait l'objet d'observations précises, basées sur des déterminations rigoureuses. S'inspirant des travaux de Henri Douvillé dans le bassin de l'Aquitaine, J. Boussac a commencé une revision des principales localités du Nummulitique alpin et il a pu, en ce qui concerne les Alpes françaises, déterminer l'extension géographique de chaque étage du groupe Nummulitique, mettant ainsi en évidence la transgressivité graduelle des divers termes vers l'extérieur de la chaîne [161, 162].

Une autre difficulté résulte des phénomènes de charriage, qui ont donné lieu à l'empilement, dans les zones externes de la chaîne, de nappes dont les racines sont situées dans l'intérieur. Il sera nécessaire de caractériser les faciès et la succession dans chacune de ces nappes et, ici aussi, les travaux de J. Boussac nous seront d'un grand secours.

Il y aurait évidemment intérêt à suivre, dans notre exposé, sur toute la longueur de la chaîne, les diverses zones isopiques qui se succèdent depuis le bord externe jusque dans la région axiale et d'étudier leurs rapports

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

avec les zones tectoniques. Cette manière de procéder se heurterait toutefois à des difficultés graves, résultant de trop nombreuses lacunes dans nos connaissances, aussi diviserons-nous de préférence la chaîne en un certain nombre de secteurs, que nous étudierons séparément : Alpes Del-

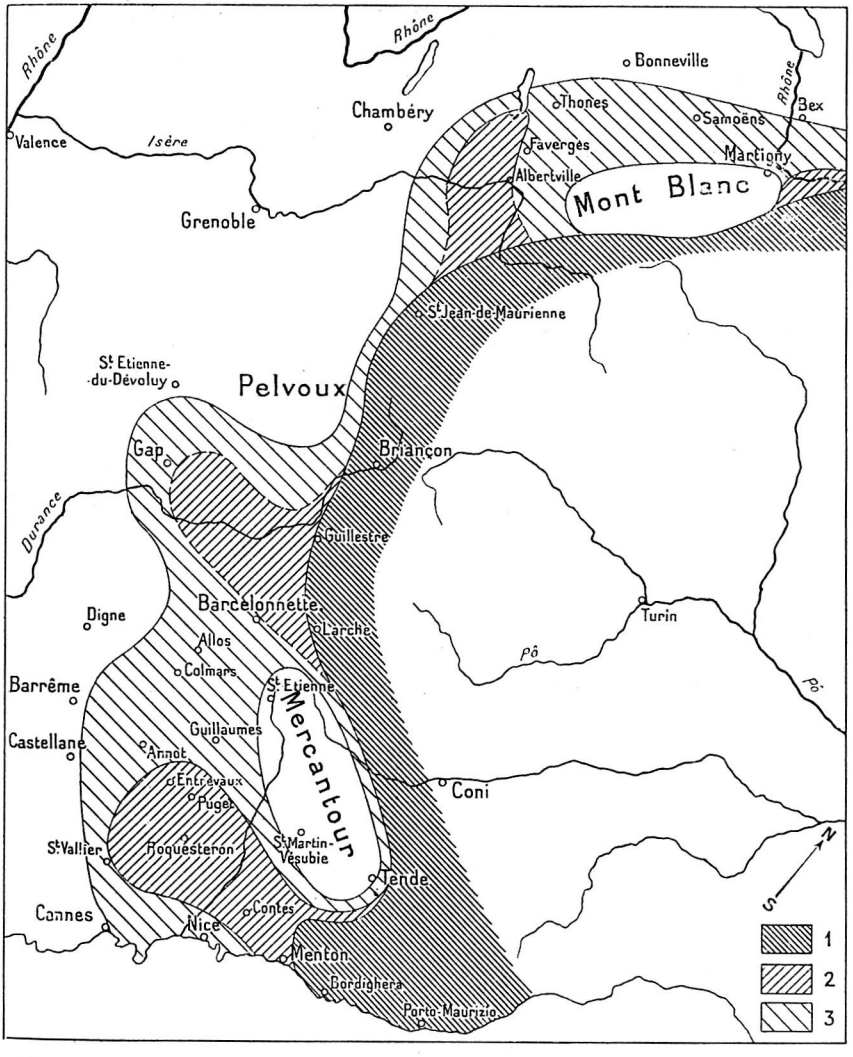


Fig. 414. — Carte schématique représentant les différences d'extension des 3 étages du groupe Mésonummulitique dans les Alpes occidentales (d'après J. Boussac).

1, surface de transgression du Lutétien; 2, surface de transgression de l'Auversien; 3, surface de transgression du Priabonien. — N. B. Les terrains actuellement en nappes sont supposés reportés sur l'emplacement de leurs racines.

phino-Provençales, entre la mer et la coupure de l'Arc; Alpes de Savoie et Alpes Vaudoises; Alpes Suisses; Alpes orientales, à l'est du Rhin.

Zones externes des Alpes Delphino-Provençales. — Le groupe Éonummuli-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

tique est entièrement inconnu dans les Alpes françaises, comme du reste sur tout le versant externe des Alpes; il en est de même du Lutétien inférieur et le Lutétien supérieur n'existe que dans la zone axiale du géosynclinal; dans les zones externes des Alpes de Provence et des Alpes du Dauphiné, la série débute soit par l'Auversien, soit par le Bartonien.

J. Boussac a montré [162] que l'Auversien fait défaut sur le bord externe du géosynclinal, depuis la mer jusqu'à la vallée de l'Arc, ainsi que sur le pourtour des deux massifs cristallins du Mercantour et du Pelvoux. L'Auversien n'est représenté qu'en arrière de ces massifs, dans la zone axiale, et dans deux profondes dépressions, situées l'une entre le massif des Maures et de l'Esterel et le Mercantour, l'autre entre le Mercantour et le Pelvoux (fig. 414).

La première de ces dépressions correspond aux environs de Contes (la Palarea, l'Escarène), de Roquesteron, de Puget-Théniers, dans les Alpes-Maritimes, et d'Entrevaux, dans les Basses-Alpes.

Dans toute cette région, l'Auversien est constitué par des calcaires compacts, qui reposent directement sur le Sénonien [XXXV, 111]. J. Boussac [171] y signale la présence de *Nummulites contortus-striatus*, *variolarius*, *aturicus-Rouaulti* et d'*Orbitolites complanatus*, espèces qui, sauf les deux premières, ne se trouvent jamais dans le Bartonien. Elles sont accompagnées de Zoanthaires (*Flabellum*, *Trochocyathus*) et de nombreux Mollusques. Parmi ceux-ci il en est un certain nombre qui débutent déjà dans le Lutétien de diverses régions (*Spondylus radula*, *Buchi*, *Chlamys subdiscors*, *Pycnodonta Archiaci*, *Pholadomya Puschi*, *Chama calcarata*, *Diastoma costellatum*, *Turritella imbricataria*, *Natica cepacæa*, *Ampullina sigaretina*), d'autres apparaissent pour la première fois dans l'Auversien (*Ostrea plicata*, *Pectunculus depressus*, *Rostellaria goniophora*), d'autres sont localisées dans cet étage (*Arca Van den Heckei*, *Crassatella semicostata*, *Cardium Rouaulti*, *Corbula semicostata*, *Chama latecostata*, *Neritopsis pustulosa*, *Cerithium subangulosum*), ou sont spéciales aux gisements des Alpes-Maritimes.

La dépression septentrionale est plus hypothétique, car elle est presque entièrement cachée sous des nappes provenant de la zone axiale. Cependant, à la montagne de Faudon, près de Gap, un puissant conglomérat de base, qui repose sur l'Oxfordien, des calcaires en dalles sans fossiles et des marnes à petites Nummulites granuleuses semblent représenter l'Auversien.

Le Priabonien s'étend en transgression bien au delà des limites du territoire occupé par l'Auversien. Dans les lambeaux nummulitiques qui sont situés près du bord occidental du géosynclinal, il repose sur des termes quelconques de la série secondaire et il débute quelquefois par un conglomérat de base. Son type le plus fréquent est une formation ligniteuse ou simplement marneuse, connue sous la dénomination de couches à *Cerithium Diaboli*. Les gisements les plus fossilifères de ces couches sont Casteou d'Infer, près Mons (Var), Allons et Branchaï (Basses-Alpes) [165], Faudon et les Combes, près Saint-Bonnet (Hautes-Alpes) [169, 170] et, en dehors du segment que nous étudions en ce moment, Pernant (Haute-Savoie) et les Diablerets, dans les Alpes Vaudoises. Leur faune a été décrite, dès 1854, par Hébert et Renevier [163; XXXVIII, 30]; depuis, d'interminables discussions témoignent des plus grandes divergences sur la détermination de leur âge, qui oscille, suivant les auteurs, entre le Lutétien et le Rupélien [166, 170]. J. Boussac a été conduit, par une étude très serrée de la faune, à les placer à la base du Bartonien [162].

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Les Foraminifères sont représentés par *Nummulites contortus-striatus*, dont le type provient de la montagne de Faudon, près Ancelle, au N.E. de Gap, par *N. variolarius* et par une petite espèce granuleuse non décrite, ainsi que par des Operculines. Les Zoanthaires sont assez communs dans certains bancs, qui alternent avec les couches où prédominent les Cérithes et qui semblent s'être déposées dans des eaux légèrement saumâtres. Les Échinides font totalement défaut. Les Mollusques sont, par contre, extrêmement abondants et peuvent être répartis en plusieurs catégories :

1° espèces d'une grande extension verticale : *Pectunculus Jacquoti*, *Arca Rigaulti*, *Spondylus radula*, *Cyrena convexa*, *Lucina saxorum*, *Chama granulosa*, *Bayania Stygis*, *Diastoma costellatum*, *Rostellaria goniophora*, *Turritella parisiana*, *carinifera*, *Ampullina sigaretina*, *Cypræa elegans;*

2° espèces auversiennes : *Cyrena alpina*, *Rouyana*, *Nerita namnetica*, *Cerithium vulcani*, *Strombus Borellii;*

3° espèces spéciales aux couches à *Cerithium Diaboli*, en partie nouvelles : *Cardium Rouyanum*, *Lucina Vogti*, *Corbula valdensis*, *Trochus Deshayesi*, *Cerithium Archiaci*, *Loryi*, *Ampullina vapincana*, *Picteti*, *Deshayesia alpina*, *Ancilla Studeri;*

4° espèces débutant ailleurs dans le Bartonien : *Cardita Lauræ*, *Cytherea Vilanovæ*, *Cerithium Diaboli* (fig. 415), *plicatum* mut. *alpina*, *Vivarii* mut. *alpina;*

5° espèces connues, en dehors des Alpes, exclusivement dans le Tongrien : *Ostrea cyathula*, *Gobræus pudicus*, *Chama monstrosa*, *Trochus Lucasianus*, *Trochus sexangularis*, *Bayania semidecussata*, *Melongena polygonata*, *Mitra postera*.



Fig. 415. — *Cerithium Diaboli*. Priabonien inférieur. Diablerets, Alpes Vaudoises (d'après Hébert et Renevier) Gr. nat.

Les couches à *Cerithium Diaboli* ne présentent donc guère d'affinités paléontologiques avec le Lutétien et l'Auversien et ne peuvent être placées plus bas que le Bartonien. Des raisons stratigraphiques empêchent, d'autre part, de les placer plus haut, malgré la présence d'espèces tongriennes dans leur faune. En effet, elles sont recouvertes, en divers points, par des couches manifestement ludiennes, avec lesquelles leur liaison est telle qu'on peut les réunir avantageusement sous le nom de Priabonien.

En divers points et notamment à Allons et à Branchaï [162, 165, 167], les couches à *Cerithium Diaboli* sont recouvertes par un calcaire compact, où abonde *Nummulites Fabianii*, espèce caractéristique, dans toute la région alpine, du Priabonien. Ce calcaire passe latéralement, dans la direction de Puget-Théniers, à un calcaire qui contient *Nummulites aturicus* et qui est donc ici d'âge auversien. Boussac en conclut avec raison que la continuité stratigraphique n'est pas toujours une preuve du synchronisme, les mêmes conditions de sédimentation ayant pu se déplacer graduellement d'un point à un autre du géosynclinal [162].

Cette barre calcaire supporte des marnes qui ne sont pas non plus partout synchroniques. Leur base est encore auversienne à Puget-Théniers, ailleurs elles sont entièrement priaboniennes. Elles renferment alors *Nummulites Fabianii* et encore *N. contortus-striatus*, associées à *Spiroclypeus granulosus*, *Orthophragmina Pratli*, *lanceolata*. Les Zoanthaires sont très abondants (*Trochosmilia irregularis*, *Trochocyathus allonsensis*, *Flabellum appendiculatum*, *Cyclolites Heberti*, *Garnieri*), ainsi que *Serpula spirulæa*. Les Échinides sont rares. Les Lamellibranches et les Gastéropodes sont moins variés que dans les couches à *Cerithium Diaboli* (*Pectunculus Jacquoti*, *Crassatella semicostata*, *Lucina Coquandiana*, *Cytherea striatissima*, *Pholadomya Puschi*, *Diastoma costellatum-Grateloupi*, *Natica sigarelina*, *Turritella imbricataria*, *carinifera*, *Voluta placentigera*, *Conus Rouaulti*, *Fusus Japeti*).

Les marnes priaboniennes ne sont pas toujours fossilifères. Elles passent

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

quelquefois latéralement à des schistes gris ou noirs assez puissants, avec bancs calcaires. C'est le faciès qui prédomine sur le pourtour des massifs cristallins. Ici les couches à *Cerithium Diaboli* font défaut, le conglomérat de base, qui s'appuie souvent directement sur les terrains métamorphiques, supporte des couches où les Nummulites (*N. contortus-striatus*, *Rosai*), les Zoanthaires et les Lamellibranches se trouvent généralement localisés dans les bancs inférieurs.

Avec le TONGRIEN, la transgressivité des termes successifs du Nummulitique sur le bord occidental du géosynclinal va encore s'accentuer. En effet, dans les *outliers* situés dans les Basses-Alpes sur le bord externe des chaînes alpines, le groupe Mésonummulitique fait entièrement défaut, ainsi que l'a montré récemment J. Boussac [162].

A Castellane et à Taulanne [168], la série débute par des marnes, avec intercalations lenticulaires de conglomérats, qui s'appuient directement sur le Néocomien. Boussac y a trouvé *Cerithium plicatum*, *Vivarii* et *trochleare*, représentés par leurs mutations oligocènes. 100 m environ de grès calcaires, avec lentilles de calcaires à petites Nummulites, séparent ces marnes de celles du Vit de Castellane, où l'on trouve *Nummulites miocontortus*, *Pecten arcuatus*, *Spondylus cisalpinus*, *Pycnodonta Brongniarti*, *Dentalium castellanense*, *Diastoma costellatum*, *Solarium castellanense*, *Chenopus pes carbonis*, *Voluta Rathieri*, *Pleurotoma odontella*, *Borsonia costulata*, *turris*. Aucune espèce du genre *Orthophragmina* ne se rencontre dans ces couches, dont la faune est incontestablement lattorfienne et dont nous trouverons l'analogue dans le Vicentin. Les marnes sont surmontées par des calcaires silicifiés à *Nystia Duchasteli*, qui occupent à peu près le niveau du calcaire de Brie. La série se termine par une *Mollasse Rouge*, qui paraît correspondre aux deux étages supérieurs du Tongrien.

A Blieux, le Tongrien inférieur est presque exclusivement constitué par une masse puissante de marnes bleues. Plus au nord, à Senez, des bancs gréseux s'y intercalent à plusieurs niveaux.

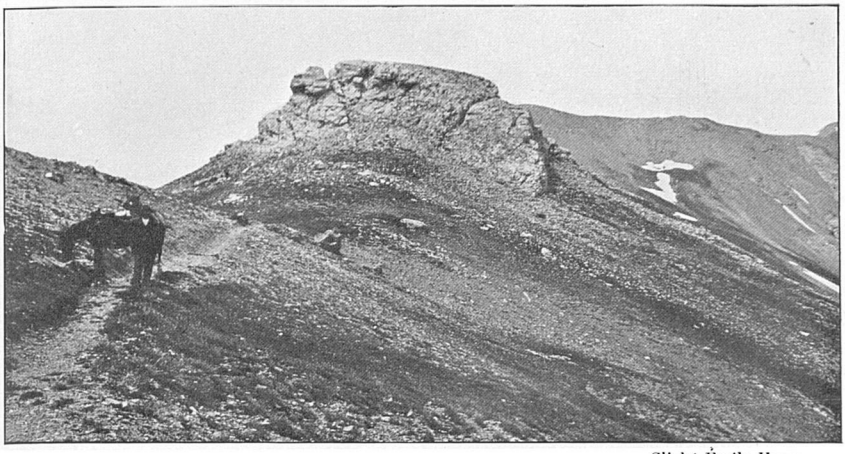
A Barrême, les grès atteignent de plus grandes épaisseurs et s'associent à des conglomérats. Le conglomérat de base renferme *Pecten arcuatus*, *Spondylus cisalpinus*, *Crassatella oligocenica*, *Dentalium castellanense*, *Delphinula latesulcata*. Plus haut un banc de grès a fourni *Pectunculus lugensis*, *Diastoma Grateloupi*, *Natica crassatina*, *Beaumonti*, *Cerithium Bayani*, *Fusus polygonatus*, *Eburna Caronis*, *Cypræa splendens*, *Conus Grateloupi*, *Voluta subambigua*, *Strombus Garnieri*, *Oliva Prestwichi*. C'est là certainement une faune tongrienne, mais il est difficile de lui assigner un âge précis. Des bancs de poudingues séparent ces grès à *Natica crassatina* d'une couche de grès blanc à *Bayania semidecussata* et fragments de Crustacés. Puis viennent des argiles et des poudingues sans fossiles, qui supportent des calcaires gris à *Nystia Duchasteli*, *Hydrobia Dubuissoni*, *Potamides rhodanicus* et Planorbes et des calcaires lacustres bruns à *Cyrena Mermieri*, *Unio Jordanorum*, *Favrei*, *Helix Ramondi* et Limnées [174]. A Senez comme à Barrême, la série se termine par une mollasse rouge.

A Clumanc, des couches puissantes de marnes bleues à *Cytherea incrassata*, *Eburnea Caronis*, etc., alternent à plusieurs reprises avec des bancs de conglomérats.

Un lambeau de marnes schisteuses à petites Nummulites et *Ostrea gigantica*, découvert par É. Haug [XXXVII, 50 *ter*] entre Faucon et Gigors, près la Motte-du-Caire (Basses-Alpes), est le seul jalon qui soit conservé entre les lambeaux nummulitiques de Castellane et ceux du Dévoluy. Ces marnes, peut-être lattorfiennes, supportent une puissante *Mollasse Rouge*, avec bancs de poudingues à patine verte, qui est transgressive et s'appuie souvent directement sur les termes moyens et supérieurs du Jurassique. Il est probable qu'elle représente le Tongrien moyen et supérieur. On la rencontre dans des conditions semblables, à Montmaur, dans le sud du Dévoluy.

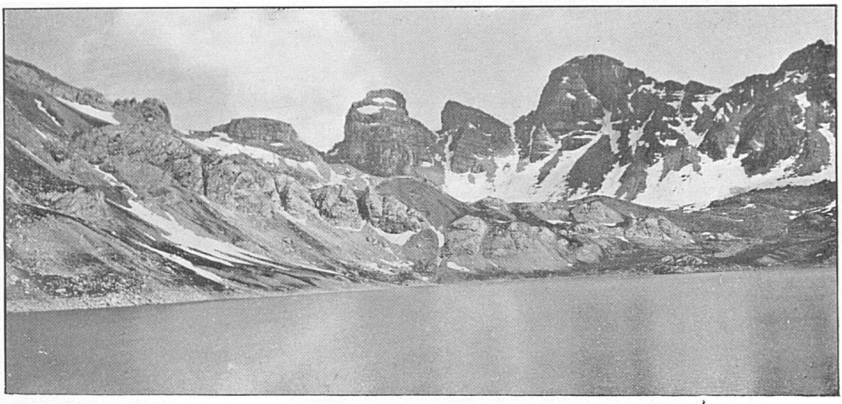
A la montagne de Faudon, où les couches à *Cerithium Diaboli* sont recouvertes par des bancs calcaires à *Nummulites contortus-striatus* et nombreuses *Orthophragmina*, ce Priabonien supporte non plus la Mollasse Rouge, mais des grès siliceux, que nous retrouverons plus à l'est. Ils existent également dans le Champsaur et dans le Briançonnais, sur le bord méridional

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



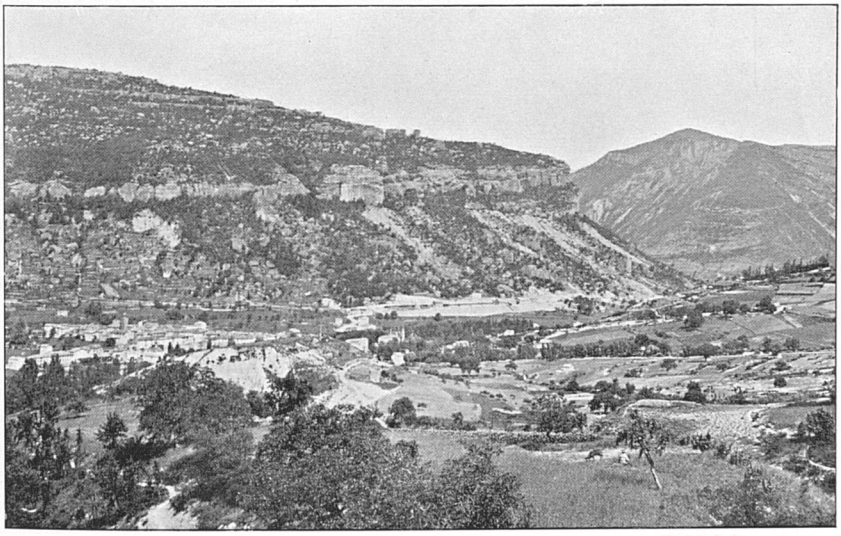
Cliché Émile Haug.

COL DE TALON (Basses-Alpes).
Calcaire à grandes Nummulites (Lutétien supérieur) charrié sur le Flysch noir (Priabonien).



Cliché Émile Haug.

LAC D'ALLOS (Basses-Alpes).
Flysch noir priabonien (à gauche) et Flysch calcaire auversien (au centre) charriés. Grès d'Annot tongriens autochtones (au fond et à droite).



Cliché J. Boussac.

ANNOT (Basses-Alpes).
Marnes priaboniennes et grès d'Annot tongriens.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

et oriental du massif du Pelvoux, mais, à Champoléon et à Saint-Bonnet, ils font place à une masse très puissante de *grès mouchetés*, dont les éléments sont d'origine volcanique.

Plus à l'est, la superposition, aux marnes et aux schistes du Priabonien, de formations arénacées représentant tout le Tongrien devient la règle. A Puget-Théniers et à Saint-Antonin (Alpes-Maritimes) ce sont des sables non cimentés, avec bancs de galets de roches cristallines. Dans le massif de l'Aution, ce sont des schistes gréseux, qui passent latéralement à des grès [XXXV, 111]. Partout ailleurs, et en partie dans le grand synclinal que l'on suit depuis le Lauzet jusqu'à Annot (Basses-Alpes), et dans l'extrême nord des Alpes-Maritimes, le Tongrien est constitué par des alternances indéfiniment répétées de gros bancs de grès siliceux, grossiers, à surfaces rosées et cassures régulières, et de lits de schistes noirs. Ce sont les *grès d'Annot*. Nous allons les retrouver dans la zone axiale du géosynclinal. On y observe des bancs de vrais conglomérats, riches en galets de quartz et renfermant plus rarement, par exemple au col Bas et au Lauzanier, des galets de granite, originaires des massifs du Pelvoux et du Mercantour.

Zone axiale dans les Alpes Delphino-Provençales. — En arrière de la zone précédente, on observe des régions assez étendues, où le Nummulitique se complète par l'adjonction d'un terme inférieur d'âge lutétien supérieur et où les couches suivantes, d'âge auversien et priabonien, atteignent des épaisseurs immenses et diffèrent également de leurs équivalents de la zone externe par l'extrême rareté des fossiles, tandis que le Stampien est représenté, ici aussi, par des masses puissantes de grès. Tous ces dépôts, formés évidemment dans l'axe du géosynclinal, se trouvent en place dans la zone des Aiguilles d'Arves. Celle-ci est très étranglée en arrière des massifs du Pelvoux et du Mercantour, elle s'épanouit en éventail au sud du col de Tende (fig. 414) et déborde largement, entre les deux massifs cristallins, sur la zone externe, ses grandes nappes de charriage empilées masquant alors presque complètement les terrains autochtones (fig. 74).

On a souvent donné aussi le nom de *zone du Flysch* à cette zone axiale du géosynclinal nummulitique et l'on a étendu à ses dépôts auversiens et priaboniens, presque toujours schisteux, le terme de *Flysch*, employé en Suisse, depuis B. Studer (1827), pour désigner des formations schisteuses de composition très variée, d'âge nummulitique.

Le LUTÉTIEN SUPÉRIEUR est très développé dans les chaînes littorales des Alpes Maritimes, à l'est de Menton et de Sospel. Il repose en transgressivité sur des termes divers du Jurassique ou du Crétacé. Au voisinage de la frontière, il est constitué par 15 à 20 m de calcaires gréseux à *Nummulites millecaput*, *aturicus*, *Brongniarti*, *Orthophragmina discus*, facilement visibles, par exemple, à la Mortola, entre Menton et Vintimille. A l'est et au nord-est, il est envahi partiellement par le faciès schisteux [173]. Ainsi, dans la haute vallée du Rio Freddo, il comprend d'abord 150 m de calcaires à *Nummulites aturicus* et *Brongniarti*, puis 200 m de schistes gréseux et 30 m de calcaires à *Lithothamnium*, avec les mêmes Nummulites.

En arrière du massif du Mercantour, par exemple à Valdieri, la série nummulitique débute par des calcaires gréseux à *Nummulites millecaput*, *Brongniarti*, etc.

Dans le segment compris entre le massif du Mercantour et celui du Pelvoux, le Lutétien supérieur n'est connu que dans les nappes. Il a été rencontré notamment au col de Talon, près Allos (pl. CXXIV, 1), dans les lambeaux de recouvrement des environs de Barcelonnette (pl. VIII, 2), à Champanastays, près le Lauzet-d'Ubaye et à Saint-Clément (Hautes-Alpes). Il se trouve généralement à l'état de brèches ou de calcaires gréseux, souvent décalcifiés, renfermant *Nummulites millecaput*, *aturicus*, *Brongniarti*, *distans*, des *Orthophragmina* et des *Lithothamnium*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

L'Auversien est constitué par des calcaires schisteux gris (*Flysch calcaire*), transformés souvent par un laminage intense en marbres phylliteux. Au microscope, ils se montrent remplis de Globigérines et de *Pulvinulina*. C'est une véritable boue à Globigérines. On y observe quelquefois des intercalations de brèches, très semblables aux brèches jurassiques du Briançonnais, de la Maurienne et du Chablais, très développées par exemple dans la vallée du Bachelard, en amont d'Uvernet (Basses-Alpes), et à Savines (Hautes-Alpes). En quelques points, ces brèches renferment *Nummulites Brongniarti*, des Assilines et des *Orthophragmina*.

Le Priabonien est représenté par des schistes noirs, assez semblables à ceux du Callovien et de l'Oxfordien de la région, mais qui s'en distinguent par la présence d'intercalations de bancs de calcaires noduleux et de grès brun chocolat. Ce *Flysch noir* (pl. VIII, 2) atteint un millier de mètres d'épaisseur au nord d'Allos (Basses-Alpes), à Réallon, Ancelle et Orcières (Hautes-Alpes), c'est-à-dire sur le bord externe de la région charriée; puis, dans une zone plus interne, à Larche, Serenne, Saint-Paul-d'Ubaye (Basses-Alpes), au col de Vars, à Eygliers, près Guillestre (Hautes-Alpes). Entre ces deux bandes de Flysch noir, on observe un autre faciès, le *Flysch à Helminthoïdes*, formé d'alternances multiples de schistes ardoisiers, de plaquettes gréseuses et de plaquettes calcaires couvertes d'empreintes de nature problématique (*Helminthoidea labyrinthica*, *Nemertites*, etc.), avec intercalations, à la partie supérieure, de schistes rouges et verts en feuillets très minces. La profondeur du géosynclinal était sans doute moindre suivant une zone passant par Saint-Dalmas-le-Selvage (Alpes-Maritimes), Jausiers, Meyronnes (Basses-Alpes), Crévoux, Châteauroux (Hautes-Alpes).

Le Tongrien est, ici encore, à l'état de grès siliceux, alternant avec des schistes. Charles Lory les a décrits sous la dénomination de *grès de l'Embrunais*; en Italie, ils sont connus sous le nom de *macigno*, mais ils sont identiques aux grès d'Annot. Leurs escarpements pittoresques (pl. CXXIV, 2, 3) et leur richesse en sources forment un contraste saisissant avec la monotonie et l'aridité des montagnes sculptées dans les couches schisteuses sous-jacentes. Au-dessous de 2000 m, ils sont couverts de belles forêts de mélèzes.

Zone externe des Alpes de Savoie et Alpes Vaudoises. — Aucune trace de dépôts nummulitiques marins n'existe dans les massifs du Vercors et de la Chartreuse, où l'on trouve, par contre, quelques restes de formations continentales (sables à *Lophiodon*). Plus au nord, les Bauges renferment dans leurs synclinaux (fig. 77) plusieurs témoins d'une ancienne couverture de dépôts nummulitiques [175, 176]. Il existe dans le Genevois, outre plusieurs petits synclinaux, un grand synclinal double, celui de Serraval et du Reposoir, où le Nummulitique occupe une surface considérable. Dans le massif situé entre l'Arve et le Giffre, les dépôts qui nous occupent couvrent de grandes étendues, depuis le désert de Platé jusqu'à Châtillon. Ils passent ensuite en Suisse par Samoëns, le col de Coux et Champéry. On les retrouve dans les Alpes Vaudoises, où ils existent aussi bien dans le massif autochtone de Morcles que dans les nappes des Diablerets et du Wildhorn.

Dans tous les massifs externes des Alpes de Savoie, on ne connaît pas de dépôts lutétiens. L'Auversien lui-même n'existe qu'aux environs du Châtelard et des Aillons dans les Bauges, où il est représenté par une faible épaisseur de conglomérats bréchiformes à *Nummulites alaricus* et Mollusques indéterminables. La mer auversienne formait donc, entre le Pelvoux et le Mont Blanc, un golfe tout à fait comparable à ceux qui, plus au sud, s'insinuaient entre le Pelvoux et le Mercantour et entre ce massif et les Maures. Dans les Alpes Vaudoises, on a signalé, dans les parois de la Dent de Morcles, les mêmes brèches à *Nummulites alaricus*, auxquelles font suite ici des marnes à fossiles d'eau douce (*Limnæa acuminata*, *Vivipara soricinensis*, *Cyclotus exaratus*). Des marnes à *Chara* et des calcaires à *Limnæa acuminata*, *longiscata*, *fusiformis*, *Planorbis Chertieri* existent également aux Diablerets, où ils occupent la base de la série nummulitique.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le PRIABONIEN déborde bien au delà des limites des dépôts auversiens (fig. 414). Il débute fréquemment par des couches ligniteuses, autrefois exploitées en divers endroits. On y a trouvé, au Charbon, à Montmin, à Entrevernes, à Pernant, à Platé, les fossiles les plus caractéristiques des couches à *Cerithium Diaboli* : *Cytherea Villanovæ*, *incrassata*, *Cyrena convexa*, *Studeri*, *Cardium granulosum*, *Natica vapincana*, *Studeri*, *Cerithium Vivarii*, *Diaboli*, *plicatum*, *Bayania lactea*, *Fusus subcarinatus*, *polygonatus*. Le caractère de la faune est plus lagunaire qu'à Faudon, les Nummulites font défaut et les Zoanthaires n'apparaissent que dans les couches supérieures. Immédiatement au-dessus viennent des calcaires, quelquefois gréseux, pétris de Nummulites (*N. striatus*, *variolarius*, *Boucheri*), avec rares Échinides (*Echinanthus scutella*) et Lamellibranches. En certains points, le Priabonien est entièrement constitué par des schistes calcaires, à surface satinée, avec petits Foraminifères.

Dans les Alpes Vaudoises, le Priabonien présente, aussi bien dans le massif autochtone de Morcles que dans la nappe des Diablerets, la même succession de faciès que dans les Basses-Alpes :

1° couches à *Cerithium Diaboli*, marneuses et calcaires, avec riche faune identique à celle de Faudon;
2° calcaire gris pétri de Nummulites (*Nummulites contortus-striatus*, *Fabianii*, *Boucheri*) et d'*Orthophragmina*, renfermant en outre, dans le massif de Morcles, des Zoanthaires et de nombreux Mollusques;
3° schistes, grès, très peu fossilifères.

Le TONGRIEN affecte, dans le synclinal des Déserts, sur le bord externe du massif des Bauges, un faciès tout à fait différent de ceux qu'il présente dans les autres régions des Alpes de Savoie et semblable, sous bien des rapports, à celui que l'on observe dans les affleurements occidentaux des Basses-Alpes, notamment aux environs de Barrême. On y rencontre les termes suivants [176] :

1° sables grossiers à cailloux de quartz, marnes et argiles bariolées, brèches à silex;
2° poudingue calcaire, avec Zoanthaires (*Rhabdophyllia tenuis*, *Latimæandra dædalea*, *Heliastræa Lucasana*), *Crassatella carcariensis*, *Macrosolen Hollowaysi*, *Natica angustata*, *crassatina*, *Pilleti*, *Trochus Pilleti*, *Turbo Fittoni*, *clausus*, *Cerithium calculosum*, *Strombus radix*, côtes d'*Halitherium;*
3° grès de la Doria, à Nummulites et *Pecten Thorenti;*
4° marnes à *Cardita Lauræ*, schistes à écailles de Poissons, calcaires compacts à *Nystia Duchasteli*, *Hydrobia Dubuissoni;*
5° grès micacés des Déserts avec Lamellibranches indéterminables;
6° mollasses néogènes.

Les poudingues à Natices (n° 2) correspondent vraisemblablement aux couches à *Natica crassatina* de Barrême et semblent, comme celles-ci, représenter le Tongrien inférieur, tandis que les couches supérieures correspondraient aux étages moyen et supérieur du groupe Néonummulitique.

Dans tout le reste de la région qui nous occupe, ce groupe est en général représenté par une puissante formation de schistes gréseux alternant avec des schistes argileux micacés, à laquelle on applique d'ordinaire le nom de *Flysch*. Vers la partie supérieure, les gros bancs gréseux deviennent prédominants et localement ils sont mouchetés et chargés d'éléments éruptifs, comme dans le Champsaur. Ils sont particulièrement bien développés dans le synclinal du Reposoir et dans la nappe des Diablerets, dans les Alpes Vaudoises, où ils sont connus sous la dénomination de *grès de Taveyannaz* [177].

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Zone interne des Alpes de Savoie et nappes préalpines. — Le prolongement vers le nord de la zone axiale du géosynclinal nummulitique se trouve en Savoie dans la zone des Aiguilles d'Arves, qui coupe transversalement les deux grandes vallées de la Maurienne et de la Tarentaise.

On connaît depuis longtemps, en Maurienne, un calcaire blanchâtre, qui repose sur le Jurassique ou sur le Trias. Il renferme, à Montrichier, *Nummulites aturicus*, *Lucasanus* et *millecaput*. Il supporte une série sans fossiles, comprenant un Flysch calcaire avec intercalations de brèches à gros éléments, des schistes ardoisiers et des grès qui correspondent au grès d'Annot. La succession est donc identique à celle que nous avons appris à connaître dans les vallées de l'Ubaye et de la Durance.

Plus au nord, le Nummulitique forme un faisceau synclinal continu, depuis Moutiers-en-Tarentaise jusqu'au col du Cormet de Roselend, non loin de l'extrémité méridionale du massif du Mont Blanc [178]. On n'y reconnaît plus qu'une succession de schistes, de grès et de brèches à éléments cristallins, sans fossiles et sans subdivision possible. La continuation de ce faisceau passait certainement derrière le Mont Blanc et dans la vallée valaisane du Rhône, mais les érosions ultérieures n'en ont laissé subsister aucun témoin. Par contre, il existe, dans le massif de Sulens, près de Faverges (Haute-Savoie), et dans les Préalpes romandes, des nappes dont l'origine ne peut être cherchée que dans la zone des Aiguilles d'Arves ou dans son voisinage immédiat.

Dans une nappe inférieure, des schistes gréseux présentent à leur base une brèche calcaire à petites Nummulites. On y a trouvé [XXXVIII, 30] à Ensex, près Gryon (Vaud), *Nummulites Tchihatcheffi*, *millecaput*, *Lucasanus*, des Operculines et des *Orthophragmina*.

La nappe suivante est caractérisée par des brèches à éléments cristallins tout à fait semblables à celles de la Tarentaise, qui, au Bouchet et au Plan du Tour, près Serraval (Haute-Savoie), reposent sur des calcaires tithoniques. Des brèches polygéniques analogues existent aux Ormonts-dessous, dans les Préalpes Vaudoises. Enfin, la chaîne du Niesen, dans les Préalpes Bernoises, est constituée par une masse puissante de grès et de conglomérats polygéniques, qui appartiennent manifestement à la même nappe.

Dans les nappes supérieures, le Nummulitique est représenté par une masse très puissante de Flysch gréseux, qui, jusqu'ici, n'a fourni que des Fucoïdes et des Helminthoïdes.

Zone autochtone des Alpes Suisses. — Nous abordons maintenant l'étude du Nummulitique dans les Alpes Suisses. Bien que des travaux classiques, dus à Rütimeyer [179], Kaufmann [XXXVIII, 31], Mayer-Eymar [180], aient depuis longtemps fait connaître les caractères essentiels du groupe, ce n'est que dans ces dernières années que, grâce à la théorie des nappes, on a commencé à voir clair dans les relations de position qu'offrent entre elles les zones isopiques dans le segment des Alpes qui nous occupe [181-185].

Nous examinerons séparément les dépôts nummulitiques d'une zone autochtone et ceux de chacun des deux groupes de nappes, helvétique et préalpin ou lépontique, nappes dont l'empilement a donné naissance, comme on sait, aux Alpes calcaires suisses.

Des dépôts nummulitiques autochtones se rencontrent exclusivement sur le bord septentrional du massif de l'Aar, où ils reposent en légère discordance sur les terrains secondaires de la couverture. Leur continuité primitive avec ceux du massif de Morcles et de la nappe des Diablerets est

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

masquée par la nappe du Wildhorn, la plus basse des nappes helvétiques de la Suisse centrale.

Depuis la Gemmi jusqu'au col de Surenen, le Nummulitique est exclusivement constitué par les termes suivants, qui appartiennent au Priabonien et au Tongrien [182-184] :

1° couches à *Cerithium Diaboli* de la Gadmen Fluh ;
2° grès à *Nummulites Fabianii;*
3° calcaires à petites Nummulites et *Orthophragmina;*
4° schistes ;
5° grès micacés et feldspathiques ou grès de Taveyannaz, se remplaçant en toutes proportions.

C'est exactement la succession que l'on observe dans les Alpes Françaises, depuis Nice jusqu'aux Diablerets, dans la zone où la série débute par le Priabonien.

Plus à l'est, dans le flanc renversé du synclinal de la Windgälle, la série se complète par l'adjonction, à la base, de grès calcaires à gros grains de quartz, avec *Nummulites striatus* et *Orthophragmina discus* [184].

Plus à l'est encore, à partir du Kistenpass, la transgression débute par le Lutétien, constitué par des calcaires et des grès à *Nummulites millecaput* et *auricus*.

Enfin, dans la partie tout à fait orientale des Alpes de Glaris, vers Ragatz, le groupe Mésonummulitique devient presque entièrement schisteux. Le Lutétien, très puissant, est représenté par une grande série de schistes, où s'intercalent des bancs calcaires lenticulaires à grandes Nummulites.

Dans la même région, le faciès schisteux envahit également tout le Néonummulitique, qui est représenté sous la nappe glaronaise par une masse puissante de schistes noirs plus ou moins gréseux, les *schistes à Poissons* de Matt. On n'y rencontre aucune trace de Foraminifères, les empreintes mécaniques d'un caractère problématique y sont fréquentes, les Mollusques y font également défaut. Les Poissons y sont représentés par de nombreuses espèces [XV, 4], appartenant aux genres *Acanthopleurus*, *Acanthoderma*, *Clupea*, *Meletta*, *Nemopteryx*, *Acanus*, *Lepidopus*, *Palæorhynchus*, *Hemirhynchus*, *Archæoides*, *Palimphyes*, etc. Le caractère tongrien de cette faune ne fait pas de doute. Outre les Poissons, dont les squelettes ont été fortement étirés par le laminage qu'ont subi les couches, on signale aussi des restes mal conservés de Chéloniens marins et un Oiseau.

En résumé, on observe, dans la zone autochtone, exactement la même succession de zones isopiques que dans les Alpes françaises. Mais, tandis que précédemment, en passant d'une zone externe à une zone plus interne, où la série se complétait par le bas, on passait en même temps dans une zone tectonique différente, ici, on reste constamment dans la même zone tectonique, le massif de l'Aare [184].

Nappes helvétiques. — L'étude du Nummulitique des nappes helvétiques va nous conduire à des résultats analogues.

On sait déjà (v. p. 976) que les nappes helvétiques ont leurs racines au sud du massif de l'Aare, ou tout au moins sur le bord méridional de ce massif. Mais, tandis que dans les Alpes françaises il existe toute une zone de dépôts nummulitiques en arrière de la zone des massifs cristallins, en Suisse il n'en est pas de même, aucune trace de ces dépôts n'a été épargnée par la dénudation au sud de la zone autochtone dont il a été parlé tout à l'heure. Nous en sommes donc réduits à décrire uniquement

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

les nappes, en les replaçant par la pensée dans leur position primitive, au sud du massif de l'Aare.

Dans la nappe du Wildhorn, qui, dans les Alpes Vaudoises, s'appuie directement sur la nappe des Diablerets, le groupe Mésonummulitique est représenté par ses trois termes, Lutétien, Auversien et Priabonien. Mais le Lutétien, constitué par des calcaires gréseux à *Nummulites aturicus*, *Brongniarti*, *millecaput*, n'existe que sur le bord méridional. Un peu plus au nord, la série débute par l'Auversien, à l'état de grès à *Orthophragmina discus* et *Nummulites Rouaulti*. Puis, dans la région frontale de la nappe, c'est le Priabonien qui est transgressif; il comprend les termes suivants :

1° grès et calcaires gréseux;

2° calcaires à *Nummulites Fabianii* et *Lithothamnium;*

3° calcaires à petites Nummulites, *Orthophragmina*, *Heterostegina reticulata*, *Lithothamnium;*

4° schistes à Globigérines.

Des faits semblables s'observent au nord du lac de Thoune. Ici aussi, l'Auversien s'étend, vers le bord externe de la nappe, au delà des limites occupées par le Lutétien à grandes Nummulites. Il est constitué par les *grès du Hohgant*, qui renferment *Nummulites aturicus*, *contortus-striatus*, *Orthophragmina discus*, *Modiola modioloides*, *Pectunculus Jacquoti*, *grandis*, *Campanile defrenatum*, *Clavilithes longævus* (espèces caractéristiques de l'Auversien de la Palarea, de Roncà, ou du bassin de Paris) et passent latéralement vers l'est à des schistes gréseux fauves, renfermant, au Schimberg, d'autres espèces auversiennes, telles que *Dentalium nicense*, *Cerithium Johannæ*, *rarefurcatum*, *Rimella multiplicata*, *Rostellaria goniophora*, *Conus sulciferus* [185]. Quant au Priabonien, il est représenté, sur le bord frontal de la nappe, par des calcaires à *Lithothamnium*, *Orthophragmina* et petites Nummulites striées, qui se terminent en biseau vers le sud, au milieu d'une masse puissante de schistes à Globigérines.

Dans la Suisse centrale et orientale, la nappe helvétique inférieure s'appuie sur la région autochtone par une série renversée, dont P. Arbenz a fait connaître les termes, de telle sorte que sur les grès de Taveyannaz de la série autochtone reposent des couches auversiennes et lutétiennes charriées [183].

Sur le bord externe des Alpes glaronaises, le Nummulitique de la nappe helvétique supérieure comprend des calcaires glauconieux à *Nummulites millecaput*, *Assilina exponens*, surmontés d'une faible épaisseur de calcaires sans fossiles et de marnes schisteuses. Ici le Lutétien se rencontre donc dans toute la largeur des chaînes constituées par les nappes helvétiques.

Il découle très nettement de cet exposé que, dans les Alpes suisses, contrairement à ce qui a lieu dans les Alpes françaises, les zones isopiques coupent obliquement les zones tectoniques. Ce résultat capital a été récemment mis en évidence par J. Boussac [161, 184].

Nappes des Préalpes. — On sait déjà que les nappes des Préalpes ont leur continuation à l'est du lac de Thoune dans les lambeaux de recouvrement mésozoïques connus sous le nom de *Klippen*. Les travaux récents montrent en outre que le Flysch qui supporte ces lambeaux, au lieu d'appartenir aux nappes helvétiques sous-jacentes, est également charrié sur ces nappes.

Dans la région au nord du lac de Thoune, le synclinal de Habkern, dans lequel se trouve la série helvétique décrite plus haut, les schistes priaboniens à Globigérines sont coupés en biseau par un complexe connu sous le nom de *Wildflysch*, qui est essentiellement constitué par des schistes argileux à Globigérines, broyés et contournés, dans lesquels s'intercalent des blocs exotiques de granite, des grès et des quartzites, passant à des brèches polygéniques, avec *Lithothamnium*, *Orthophragmina*, *Assilina*, Nummulites granuleuses du groupe de *N. millecaput*, enfin, des bancs de calcaire à Globigérines. Le Wildflysch est donc lutétien et il est charrié sur le Priabonien [185]. Le synclinal de Habkern s'élargit considérablement vers le N.E.; en même temps, le Flysch charrié prend un grand développement, on y distingue des calcaires glauconieux à *Nummulites millecaput* et Assilines,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

d'âge lutétien, et des grès, souvent bréchoïdes, priaboniens. La même série se retrouve au delà du lac des Quatre-Cantons, sous les klippes des Mythen et d'Iberg.

C'est à ce Nummulitique préalpin que, d'après J. Boussac, il conviendrait également de rapporter les gisements lutétiens d'Einsiedeln, célèbres par leur richesse en restes organiques. Ils forment, d'après Kaufmann, des îlots de calcaire et de grès glauconieux irrégulièrement distribués dans le Flysch. Leur faune, étudiée par Mayer-Eymar [180], n'a d'analogue, sur le bord externe des Alpes, que dans les Alpes de Bavière et de Salzbourg. Elle comprend des Foraminifères (*Nummulites millecaput*, *aturicus*, *Murchisoni*, *Assilina exponens*, *mamillata*, *granulosa*, *Leymeriei-spira*, *Operculina ammonea*, *Orthophragmina* pl. sp.), des Zoanthaires, des Échinides (*Cyphosoma cribrum*,

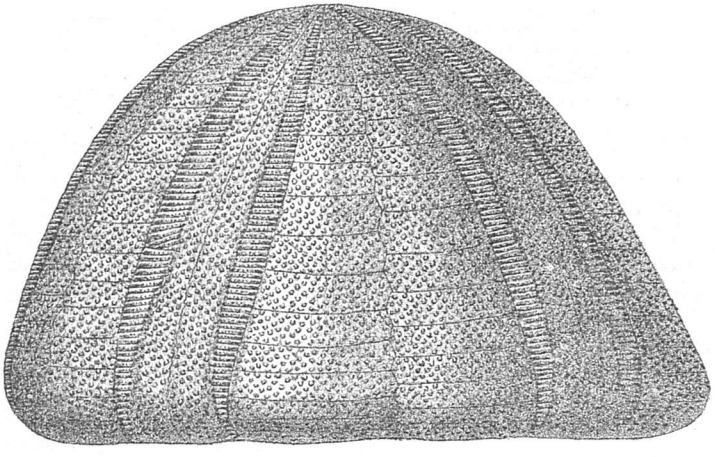


Fig. 416. — *Conoclypeus conoideus*. Lutétien. Narrosse, Landes (d'après J. Cotteau). 2/3 gr. nat.

Amblypygus dilatatus, *Pygorhynchus Mayeri*, *Echinanthus Pellati*, *Echinolampas affinis*, *calvimontanum*, *Conoclypeus conoideus* [fig. 416], *ibergensis*, *Hemiaster nux*, *Linthia subglobosa*, *Periaster alpinus*), des Brachiopodes, des Lamellibranches (*Gryphæa eversa*, *Spondylus Münsteri*, *Pecten parisiensis*, *subimbricatus*, *Crassatella plumbea*), des Gastéropodes, malheureusement privés de leur test, des Décapodes brachyoures (*Ranina*, *Cancer*, *Xanthopsis*), des Poissons.

Avant-pays mollassique des Alpes orientales. — Nous abordons maintenant le segment oriental des Alpes et nous continuerons à étudier les diverses zones isopiques en progressant du nord au sud.

L'avant-pays des Alpes est constitué, depuis la Haute-Savoie jusqu'à la frontière autrichienne, par une zone de terrains tertiaires plissés, généralement à l'état de Mollasse. Mais, tandis qu'en Suisse la partie nummulitique de ces terrains est constituée par des formations lacustres dont il sera question plus loin, en Bavière elle est à l'état de couches marines et saumâtres, d'âge tongrien, connues sous les noms de *Mollasse marine inférieure* [187] et de *marnes à Cyrènes*.

Le substratum de cette Mollasse n'a pas été atteint par des sondages. Les premières couches visibles sont des marnes à *Cyprina rotundata*, qui passent insensiblement, à leur partie supérieure, à des grès gris alternant

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

avec des bancs de conglomérat. La faune de cette mollasse est particulièrement riche aux environs de Peissenberg, Tölz, Miesbach, Traunstein, etc. Les espèces les plus caractéristiques sont les suivantes : *Terebratula Hörnesi*, *Ostrea cyathula*, *callifera*, *Modiola micans*, *Arca pretiosa*, *Cardium cingulatum*, *Lucina ornata*, *Cytherea incrassata*, *rotundata*, *splendida*, *Tellina Nysti*, *Corbula gibba*, *Panopæa Menardi*, *Pholadomya Puschi*, *Dentalium Kickxi*, *Natica crassatina*, *helicina*, *Cerithium submargaritaceum*, *plicatum*, *Potamides Lamarcki*, *Tritonium flandricum*, *Ficula condita*, *Fusus elongatus*, *Melongena Lainei*, *Pleurotoma regularis*, *Cassis Rondeleti*. W. Wolff attribue la mollasse marine inférieure, en raison de l'association, à une majorité d'espèces tongriennes, d'un certain nombre d'espèces néogènes, non pas au Rupélien, comme le faisait Gümbel, mais à l'Oligocène supérieur ou Chattien.

Les marnes à Cyrènes comprennent des alternances de marnes et de grès, avec, à plusieurs niveaux, des intercalations de couches d'asphalte et de calcaires bitumineux, exploitées sur une vaste échelle à Miesbach, Penzberg et Peissenberg. La faune est constituée par un mélange d'espèces marines, saumâtres et d'eau douce et comprend notamment *Ostrea cyathula*, *Dreissensia Basteroti*, *Unio inæquiradiata*, *Cyrena semistriata*, *Arca Gümbeli*, *Cytherea incrassata*, *Corbula gibba*, *Melania Escheri*, *Melanopsis Hantkeni*, *Paludina pachytoma*, *Cerithium margaritaceum*, *plicatum*, *Calyptræa sinensis*, *Ficula condita*, *Melongena Lainei*, *Planorbis solidus*, *Limnæa pachygaster*. Les couches les plus élevées ont fourni de nombreuses empreintes végétales.

Les espèces marines accusent déjà d'assez grandes affinités avec les faunes néogènes, mais, d'autre part, les analogies de la faune saumâtre avec le Chattien de Mayence et d'Alsace sont incontestables et permettent de supposer une communication directe avec ces régions.

Zone du Flysch. — On sait que la zone helvétique des Alpes Suisses se prolonge à l'est du Rhin, sur le bord externe des Alpes orientales, par une bande de largeur très variable, qui se poursuit jusqu'à Vienne et qui est connue sous la dénomination de *zone du Flysch*. Le Nummulitique y est représenté par le Lutétien et par le Flysch, qui, à l'ouest de Salzbourg, est exclusivement tertiaire, tandis que, dans les Alpes autrichiennes, il est principalement crétacé.

Le Lutétien est toujours intimement lié à la présence de couches crétacées à faciès helvétique. On le rencontre surtout sur le bord externe de la zone du Flysch, soit à l'état de marbre à *Lithothamnium* et Bryozoaires, intercalé dans des marnes à Globigérines, soit sous la forme de grès glauconieux, avec gros bancs de minerai de fer oolithique ou compact, autrefois exploité au Kressenberg, près Teisendorf, en Bavière [187 *bis*]. Cette localité a fourni une faune très riche, comprenant surtout des Foraminifères (*Nummulites millecaput*, *aturicus*, *lævigatus*, *Murchisonæ*, *Orthophragmina Fortisi*), des Échinides (*Pygurus ellipsoidalis*, *Conoclypeus conoideus*, *Echinolampas affinis*), des Bryozoaires, des Brachiopodes (*Terebratula bisinuata*, *subregularis*), des Lamellibranches (*Ostrea cymbula*, *Pycnodonta Brongnarti*, *Spondylus subspinosus*, *Pectunculus alpinus*, *Cardita acuticosta*, *Crassatella plumbea*, *Chama calcarata*, *Pholadomya alpina*, *Teredo Tournali*), des Gastéropodes (*Turritella carinifera*, *imbricataria*, *Xenophora agglutinans*, *Velates Schmiedelianus*, *Campanile giganteum*, *Conus helveticus*, *Cypræa inflata*, *Volula muricina*), des Céphalopodes (*Nautilus imperialis*, *Aturia zigzag*), des Crustacés décapodes (*Ranina Aldrovandi*, *Cancer kressenbergensis*, etc.).

L'analogie de faciès avec le Lutétien d'Einsiedeln est frappante.

Les mêmes couches se rencontrent à Mattsee, au nord de Salzbourg et

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

jusqu'à Gmunden. A Mattsee, la faune est encore plus riche qu'au Kressenberg, surtout en ce qui concerne les Échinides et les Mollusques [XXXVIII, 320; 187 *bis*].

Le Flysch des Alpes de Bavière [188, 189] est constitué par des alternances de schistes marneux à Fucoïdes, de bancs calcaires marneux, de grès et de conglomérats. En l'absence complète de fossiles autres que les Fucoïdes, il est impossible de préciser l'âge de cette formation, qui rappelle toutefois, aussi bien par ses caractères lithologiques que par sa situation au-dessus du Lutétien, le Flysch de la Suisse orientale et des Alpes Françaises.

Nappe de Bavière. — Dans les Alpes calcaires septentrionales, le Nummulitique existe exclusivement dans la nappe de Bavière, où il n'occupe d'ailleurs que des surfaces peu étendues.

Sur le bord frontal de la nappe, il forme, à l'est de Reichenhall, au pied de l'Untersberg, un lambeau assez important, superposé aux couches sénoniennes, dont il a été question précédemment. Il comprend [186], à la base, des calcaires à *Lithothamnium*, Miliolidés, petites *Orthophragmina* et *Nummulites Fabianii*; puis, des marnes grises, avec intercalations de bancs de calcaires gréseux, contenant *Orthophragmina Pratti*, *Nummulites contortusstriatus*, *Fabianii*, *Heterostegina reticulata*, *Cycloliles Heberti*, *Pectunculus Jacquoti* et toute une faunule de Mollusques priaboniens [190]; enfin, des grès calcaires à *Orthophragmina Pratti*, *Nummulites Fabianii*. Toutes ces couches semblent appartenir exclusivement au Bartonien.

Dans une partie plus interne de la nappe de Bavière, mais plus à l'ouest, on rencontre à Reit im Winkel, dans le Tyrol septentrional, des dépôts qui diffèrent aussi bien par leur faciès que par leur âge de ceux de Reichenhall. Le Nummulitique repose ici sur le Trias et débute par un conglomérat et par des grès à *Nummulites intermedius*. Au-dessus vient un niveau de marnes très fossilifères, contenant une faune de Zoanthaires et de Mollusques, et la série se termine par des assises gréseuses.

Les Zoanthaires [192], extrêmement nombreux, sont représentés notamment par les genres *Astræopora*, *Madrepora*, *Dendrophyllia*, *Desmopsammia*, *Trochoseris*, *Myceloseris*, *Calamophyllia*, *Hydnophyllia*, *Heliastræa*, *Heterastræa*, *Stylocœnia*, *Stylophora*, *Trochocyathus* et appartiennent surtout à des espèces tongriennes du Vicentin, de Ligurie et de Carinthie. L'étude des Mollusques [193] conduit au même résultat : *Pecten arcuatus*, *Pectunculus Jacquoti*, *Trochus Lucasianus*, *Natica crassalina*, *angustata*, *Tritonium flandricum* sont des espèces essentiellement oligocènes. Boussac [186] insiste en outre sur l'absence complète, à Reit, du genre *Orthophragmina*, qui est commun dans les localités des environs de Reichenhall. Cependant le nombre des espèces qui se trouvent à la fois dans les deux localités est assez considérable, de sorte que l'on peut se demander si, à Reichenhall, il n'existe pas à la fois du Priabonien et du Tongrien.

Les affleurements nummulitiques de Häring, au sud de Kufstein, se trouvent presque sur le bord méridional des Alpes calcaires septentrionales. Ils se présentent dans des conditions tectoniques encore assez obscures. Ici aussi, la série débute par un conglomérat qui repose sur le Trias et qui se trouve à la base d'une couche épaisse de houille bitumineuse assez activement exploitée. Au-dessus viennent des schistes qui renferment les restes d'une flore très variée, sur laquelle nous reviendrons plus loin. La série se termine par une masse puissante de marnes, avec intercalations de calcaires fétides, de calcaires organogènes à *Lithotham-*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

nium, Miliolidés, petites Nummulites, Zoanthaires, de marnes à ciment et de conglomérats. Les Zoanthaires appartiennent, pour la plupart, aux mêmes espèces qu'à Reit. La faune de Mollusques [194, 195] contenue dans les marnes est assez spéciale (*Ostrea gigantica*, *Pycnodonta Brongnarti*, *Lima hæringensis*, *tirolensis*, *Telleri*, *Arca tirolensis*, *Pectunculus angusticostatus*, *Cardium hæringense*, *Cytherea incrassata*, *Dentalium hæringense*, *Emarginula Kittli*, *Solarium Dumonti*, *Aporrhais hæringensis*, *Rostellaria Haueri*, *Cassidaria nodosa*, *Tritonium hæringense*, *Murex Guembeli*, *Voluta decora*, *Actæon simulatum*) et ne permet aucune détermination d'âge précise.

Un lambeau tout à fait isolé de calcaire à petites Nummulites a été découvert par Gümbel près de la gare de Radstadt, dans la vallée de l'Enns, sur le bord septentrional des Radstädter Tauern.

Dans les Alpes cristallines centrales, on rencontre près de Guttaring, en Carinthie [XXXVIII, 332; 196, 197], un lambeau important de dépôts nummulitiques, qui reposent transgressivement soit sur les couches de Gosau néocrétacées, soit sur les phyllades paléozoïques. Contrairement à ce qui a lieu sur le bord septentrional des Alpes de Bavière, on rencontre ici des couches inférieures au Bartonien; la série comprend les termes suivants :

1° argiles rouges avec bancs de conglomérats;
2° marnes à *Congeria euchroma;*
3° couches de lignites et de schistes bitumineux, avec faune saumâtre (*Cytherea Lamberti*, *Melanatria undosa*, *Peneckei*, *Melanopsis Reineri*);
4° marnes schisteuses à Lamellibranches (*Ostrea romana*, *Arca Rosthorni*, *Cytherea elegantula*, *Corbula Lamarcki*) et Gastéropodes (*Dentalium nitidum*, *Nerita tricarinata*, *Ampullina perusta*, *Melanatria undosa*, *Peneckei*, *Clavilithes longævus*);
5° marnes à Nummulites, avec *Nummulites millecaput*, *aturicus-Rouaulti*, *atacicus*, *Operculina Karreri*, *Orthophragmina Pratti*, *Cerithium Canavali*, *Nautilus Seelandi;*
6° calcaires à Nummulites, avec *Nummulites millecaput*, *aturicus*, *contortus*, *Alveolina longa*, *Conoclypeus anachoreta*, *Echinolampas Suessi*, *Pygorhynchus Mayeri*, *Linthia Heberti*, *Terebratula Hœferi*, *Spondylus asiaticus*, *Velates Schmiedelianus;*
7° grès à *Nummulites variolarius*, *Echinanthus tumidus*, *Linthia scaraboides*, *Heberti*, *Ottiliaster pusillus.*

Ces dernières couches seules appartiennent peut-être au Bartonien; les couches à Nummulites sous-jacentes sont incontestablement lutétiennes; quant aux couches inférieures, il est possible que l'on doive les attribuer à l'Éonummulitique. La succession et la composition des faunes rappellent beaucoup celles du Vicentin et de la Hongrie.

Dinarides. — Dans les chapitres précédents, nous avons commencé, pour chaque unité stratigraphique, l'étude des Dinarides par les Alpes méridionales, c'est-à-dire par leur segment central; puis nous suivions la même unité, d'abord dans la branche occidentale, c'est-à-dire dans l'Apennin, en Sicile, dans l'Atlas, etc., ensuite dans la branche orientale, c'est-à-dire dans les Alpes Dinariques et en Grèce. Le Nummulitique de la Tunisie et de l'Algérie a cependant des affinités telles avec celui de l'Égypte qu'il sera utile de réunir l'étude de toutes les régions nordafricaines. Dès lors il n'y a pas de raisons pour ne pas commencer l'examen du Nummulitique des Dinarides par le sud, par la Sicile, et de progresser ensuite du sud au nord, puis de l'ouest à l'est.

Sicile. — Le Nummulitique forme, dans le Nord de la Sicile, une bande presque continue, de largeur très variable, allant de Trapani à Taormina. Il s'étend en outre au sud de Palerme presque jusqu'à Sciacca, sur la côte

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

méridionale. Enfin, il constitue à peu près entièrement, au S.W. de l'Etna, le petit massif du Monte Judica.

La région la mieux étudiée est celle de Termini-Imerese, dans la province de Palerme, où Checchia-Rispoli [198] a observé la série suivante :

1° brèche stratifiée reposant en concordance sur des calcaires maestrichtiens à *Orbitoides medius;*

2° calcaires blanchâtres, compacts, avec *Lithothamnium, Alveolina gigantea, oblonga, Flosculina decipiens, Operculina Paronai, Nummulites lævigatus, crassus, Rouaulti, Assilina spira, mamillata, Orthophragmina Pratti, dispansa, radians, stella, Pellatispira Madaraszi, Hexagonocyclina Schopeni, Baculogypsina tetraedra;*

3° argiles écailleuses, avec nombreuses *Lepidocyclina;*

4° argiles écailleuses gris verdâtre et lie de vin, alternant avec des calcaires gris à Foraminifères : *Alveolina oblonga, Operculina ammonea, Nummulites lævigatus, crassus, atacicus, Assilina mamillata, Pellatispira Madaraszi, Orthophragmina Pratti, sella, radians, stella;*

5° argiles écailleuses, avec *Lepidocyclina,* radioles d'Échinides, *Terebratulina, Pecten;*

6° argiles écailleuses, alternant avec des bancs de grès et de calcaires bréchoïdes : *Nummulites lævigatus, intermedius-Fichteli, Boucheri, Assilina mamillata, Pellatispira Madaraszi, Orthophragmina dispansa, radians, stella, Lepidocyclina* pl. sp.

Checchia-Rispoli, d'accord avec plusieurs de ses collègues italiens, se base sur cette succession pour affirmer la coexistence en Sicile, dans les mêmes couches, des genres *Orthophragmina* et *Lepidocyclina*, qui, partout ailleurs, se succèdent dans le temps et se trouvent à des niveaux distincts, séparés par des couches où les deux genres font défaut. Il conclut, contrairement aux constatations faites par Henri et Robert Douvillé dans bien des régions, que le genre *Lepidocyclina* a fait son apparition dès le Lutétien. Or il est manifeste que la coupe des environs de Termini-Imerese n'est pas régulière : les couches 2 et 4 sont certainement lutétiennes, mais les couches à *Lepidocyclina*, 3 et 5, sont évidemment des intercalations mécaniques, des synclinaux pincés dans une série de plis isoclinaux; quant aux couches n° 6, il est vraisemblable qu'elles comprennent des répétitions multiples de couches lutétiennes, tongriennes et aquitaniennes et qu'il y existe des mélanges résultant du remaniement de couches argileuses, suivant l'opinion exprimée par Robert Douvillé [200]. Pourtant Checchia-Rispoli [199] affirme l'association des genres *Orthophragmina* et *Lepidocyclina* et de *Nummulites vascus-Boucheri* dans les mêmes bancs d'une série calcaire qui affleure dans le Monte Giudica et qu'il attribue à l'Oligocène.

Italie méridionale. — En Calabre [0,7], le Nummulitique est également transgressif et débute, comme en Sicile, par le Lutétien, constitué par des calcaires à grandes Nummulites et Orthophragmines, associés à des conglomérats, à des grès, avec couches ligniteuses, et à des schistes noirs, avec roches basiques interstratifiées. Au-dessus viennent des schistes argileux, des argiles écailleuses, des phtanites et des bancs de calcaires à Nummulites. Cette série supérieure s'étend probablement de l'Auversien au Tongrien inclusivement.

Dans les Pouilles, Robert Douvillé [200] a pu constater, entre Otrante et le cap de Leuca, que les calcaires à grandes Nummulites et Assilines, d'âge lutétien, sont toujours bien distincts des calcaires à Lépidocyclines et *Nummulites vascus*, qui appartiennent sans doute au Tongrien supérieur.

Des calcaires extrêmement riches en Nummulites ont été signalés dans la région de Potenza. Malheureusement les récoltes n'ont pas été faites banc par banc et la liste publiée par Prever [34] accuse les plus singuliers mélanges. De plus, la plupart des espèces nouvelles décrites par cet auteur

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

sont méconnaissables, étant établies uniquement sur des sections médianes, qui ne fournissent aucun caractère spécifique sérieux. On peut cependant affirmer la présence du Lutétien, d'après la citation de *Nummulites aturicus*, *Tchihatcheffi* et de nombreuses Assilines.

Dans la Majella, qui appartient à la même zone tectonique que les environs de Potenza, c'est également au Lutétien qu'il convient de rapporter des calcaires compacts ou bréchoïdes, qui ont fourni à Tellini [201] de nombreuses Nummulites et, en particulier, *Nummulites millecaput*, *gizehensis*, *Tchihatcheffi*, *aturicus*, *Lucasanus*, *Brongniarti*, *Assilina subspira*, associées à des *Orthophragmina*. Le même paléontologiste signale à peu près les mêmes espèces dans de nombreux lambeaux calcaires situés dans la presqu'île du monte Gargano, ainsi que dans les îles Tremiti. L'attribution des calcaires du Gargano au Lutétien est confirmée par la présence d'Échinides caractéristiques (*Amblypygus dilatatus*, *Schizaster Archiaci*, etc.). Par contre, l'existence, dans cette partie de l'Italie, des étages du Nummulitique supérieurs au Lutétien est très douteuse.

Apennin central et septentrional. — Dans le massif du Gran Sasso, dans les monts Sibyllins et dans les monts Sabins, on retrouve les mêmes calcaires lutétiens à grandes Nummulites et Orthophragmines que dans l'Apennin méridional [0,7], mais à partir du Tibre le faciès change et la série nummulitique devient entièrement schisteuse et les Foraminifères ne se rencontrent plus que dans des lentilles zoogènes. C'est toujours le Lutétien qui est le mieux caractérisé, grâce à ses Nummulites du groupe de *millecaput* et *aturicus*, mais on a signalé en quelques points des espèces auversiennes.

Dans le Nord de la Toscane, les calcaires lutétiens reparaissent à la base d'une série puissante de schistes argileux, de marnes à Globigérines et de phtanites à Radiolaires. Au-dessus viennent des grès schisteux, avec Fucoïdes et empreintes mécaniques, connus sous le nom de *macigno*. A son tour, cette formation gréseuse supporte une masse extrêmement épaisse d'argiles écailleuses, avec bancs de calcaires compacts et de radiolarites et intercalations lenticulaires de roches vertes ophiolithiques. Mais, d'après Steinmann, cette masse est charriée par-dessus les terrains secondaires des Dinarides et leur couverture nummulitique et on doit lui assigner le même âge qu'aux Schistes Lustrés du Piémont. Elle serait donc en grande partie liasique. Elle couvre, dans l'Apennin septentrional et central, des surfaces très étendues, où les terrains du soubassement autochtone apparaissent en fenêtres.

Ligurie et Piémont. — Au centre de la concavité décrite par les Alpes occidentales se trouve un petit massif tertiaire, les collines de Turin, qui surgissent au milieu de la plaine du Pô. Elles ont leur contre-partie au sud du Tanaro, dans les collines de Ligurie, qui s'adossent à la fois aux chaînes permiennes et triasiques de la zone du Briançonnais et aux Schistes Lustrés de l'Apennin Ligure, réapparition de la zone du Piémont.

Les collines de Ligurie sont célèbres surtout par le beau développement du groupe Néonummulitique et des termes inférieurs du système Néogène. Le groupe Mésonummulitique y est représenté par une série peu fossilifère, comprenant surtout des schistes et des calcaires à Helminthoïdes, analogues au Flysch de la zone axiale des Alpes Françaises, ensemble dont Pareto avait fait son étage *Ligurien*, qui ne peut être conservé dans la classification générale.

Le groupe Néonummulitique des collines de Ligurie est classique depuis les travaux de Pareto [202] et de Mayer-Eymar. G. Rovereto lui a consacré

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

plusieurs mémoires remarquables [204, 205]. Une discordance très nette entre le groupe Mésonummulitique et le groupe Néonummulitique a été signalée par F. Sacco, notamment dans la vallée de la Scrivia.

Plus à l'ouest, le Tongrien (*Bormidien* de Pareto) est transgressif et repose directement en discordance sur le Permien de la zone du Briançonnais. Rovereto y distingue deux subdivisions :

La subdivision inférieure est principalement représentée par les couches arénacées de Dego, Sassello, Cassinelle, etc., qui renferment des Nummulites (*N. intermedius-Fichteli, vascus-Boucheri, Tournoueri*) associées aux premières Lépidocyclines (*Lepidocyclina dilatata, Schlumbergeri, Raulini, Giofaloi, Chaperi*), des Zoanthaires, des Échinides (*Clypeaster, Scutella, Echinolampas, Schizaster, Pericosmus*) et de très nombreux Mollusques, dont la plupart ne sont pas connus dans les gisements tongriens de l'Ouest et du Nord de l'Europe. On cite cependant aussi *Ostrea cyathula, ventilabrum, Arca Sandbergeri, Cardita Basteroti, Cytherea splendida, Venus Aglauræ, Tellina Nysti, Thracia scabra, Dentalium Kickxi, Trochus Lucasianus, Natica crassatina, angustata, Cerithium margaritaceum, trochleare, Charpentieri, bidentatum, plicatum, Murex aquitanicus, Pleurotoma Koninckı, Bosqueti.* D'autres espèces, comme *Pycnodonta Brongniarti, Spondylus cisalpinus, Latrunculus Caronis*, rappellent plutôt les gisements alpins.

Les récifs frangeants de Sassello et de Cassinelle, les mollasses lagunaires de Santa Giustina, les conglomérats de Portofino appartiennent au même niveau. D'autre part, à Cassinelle, Rovereto signale un faciès plus profond de marnes argileuses à *Pholadomya Puschi, Cardita Lauræ, Latrunculus Caronis.*

La subdivision supérieure est constituée par les couches à *Lithothamnium* et *Cymopolia* de Varazze, par les marnes, les sables et le banc de polypiers de Santa Giustina, par les couches à Lépidocyclines de Castello di Mioglia, Millesimo, Molere. Sa faune comprend les mêmes Foraminifères que les couches sous-jacentes, avec en plus *Lepidocyclina sumatrensis, himerensis, planulata, Operculina complanata*, associés à des Échinides (*Echinolampas affinis, similis, Clypeaster pentagonalis*) et à des Mollusques beaucoup moins nombreux que dans le Lattorfien, parmi lesquels les espèces spéciales à la région sont tout à fait prédominantes.

Rovereto attribue ces deux subdivisions respectivement au Sannoisien (Lattorfien) et au Stampien (Rupélien), mais les affinités paléontologiques du terme inférieur sont plutôt avec les sables de Fontainebleau, avec Gaas et Montecchio-Maggiore, dans le Vicentin, par conséquent avec le Rupélien, qu'avec le Tongrien inférieur. Dès lors, il convient sans doute de paralléliser les deux subdivisions du Tongrien de Ligurie avec le Rupélien et le Chattien, d'autant plus que le terme supérieur supporte en parfaite concordance l'étage inférieur du Néogène et que la présence de Lépidocyclines dans des couches d'âge lattorfien serait un fait jusqu'ici unique.

Les collines de Turin [202] sont constituées par un grand anticlinal, qui, aux environs de Gassino, laisse apparaître un noyau de calcaires lutétiens, renfermant, outre d'abondantes empreintes de Fucoïdes et d'Helminthoïdes, quelques Foraminifères : *Nummulites atacicus, aturicus-Rouaulti, Assilina mamillata, Orthophragmina stella.* C'est également au Lutétien qu'il convient de rapporter la majeure partie de la puissante série marno-calcaire de Gassino [35], comme le montre avec évidence la présence de *Nummulites millecaput, aturicus-Rouaulti.* Les couches supérieures seules, qui renferment *Nummulites contortus-striatus, Pentacrinus didactylus, Conocrinus Thorenti*, doivent être attribuées à l'Auversien. La faune de l'ensemble de la série comprend en outre de nombreuses *Orthophragmina* discoïdes et étoilées, *Operculina ammonea*, des Foraminifères de petite taille, des Échinides, des Bryozoaires, des Brachiopodes, quelques Mollusques et de nombreux Poissons (*Odontaspis, Lamna, Oxyrhina, Carcharodon, Acanthias, Diodon*).

Le Tongrien est représenté, dans les collines de Turin, par une puissante formation de grès et de conglomérats, dans laquelle on peut observer un niveau fossilifère, probablement assez élevé dans la série, très riche en Foraminifères (*Nummulites intermedius-Fichteli, miocontortus, Rosai, Lepidocyclina dilatata*), en Zoanthaires, Échinides, Bryozoaires,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Brachiopodes, Lamellibranches, Gastéropodes, Poissons. Le caractère de la faune est le même qu'en Ligurie. Les couches marneuses supérieures sont beaucoup moins fossilifères

Lombardie et Tyrol méridional. — Entre le lac Majeur et le lac de Garde, le Nummulitique est conservé dans quelques synclinaux couchés, situés sur le bord méridional des Alpes calcaires. Il est très peu fossilifère, de sorte que la répartition par étages des divers groupes lithologiques rencontre les plus grandes difficultés. Un terme inférieur est constitué par des calcaires marneux, verdâtres et lie de vin, avec bancs gréseux et calcaires bréchoïdes à Nummulites, et semble représenter le LUTÉTIEN. Il repose en concordance sur le Crétacé supérieur.

Au-dessus viennent des marnes grisâtres, avec bancs gréseux, appartenant probablement à l'AUVERSIEN et au PRIABONIEN. Avec le TONGRIEN, les conglomérats à éléments cristallins deviennent prédominants; ils peuvent atteindre près d'un millier de mètres d'épaisseur [0,7].

Dans la zone plissée du Trentin qui est située entre la faille de Giudicaria et l'Adige, la Scaglia passe insensiblement, d'après Vacek, aux premières couches nummulitiques, qui sont calcaires et renferment des fossiles du Londinien et du Lutétien, en particulier des Nummulites. Le Priabonien est représenté par des marnes à *Clavulina Szaboi* et le Tongrien est semblable à celui que nous allons rencontrer dans la province de Vicence. L'étude paléontologique de ce Nummulitique est encore à faire.

Véronais et Vicentin. — Les Alpes Vénitiennes forment vers le sud un large promontoire, qui s'avance dans la plaine du Pô, limité à l'ouest par le cours de l'Adige, à l'est par celui de la Brenta. Ce sont les collines du Véronais et du Vicentin, région classique entre toutes pour l'étude du Nummulitique de l'Europe méridionale. Al. Brongniart y appliqua dès 1821 [XI, 2; 207] les méthodes stratigraphiques qu'il avait créées (v. p. 145); Ed. Suess [208], Hébert et Munier-Chalmas [209-211] établirent les bases de la classification paléontologique des dépôts et plus tard Oppenheim [212-217, 220, 226], Dal Lago [235], H. Douvillé [35, 145], J. Boussac [36] précisèrent de nombreux détails de la succession et déterminèrent, d'une manière que l'on peut considérer comme à peu près définitive, le synchronisme des divers termes de la série avec les dépôts correspondants de l'Europe occidentale. Concurremment parurent des mémoires paléontologiques, relatifs soit à un niveau spécial [212-216], soit à une région restreinte [217-219], soit aux divers groupes du règne animal et végétal [220-232]. Enfin, on doit à E. Nicolis [233] et à Arturo Negri [234] des cartes géologiques détaillées du Véronais et du Vicentin.

Une des plus curieuses particularités de la série Nummulitique du Vicentin est l'intercalation, à divers niveaux, de coulées de basalte, de breccioles, de tufs, sans compter les innombrables dykes et culots de roches éruptives qui traversent les couches. C'est là une circonstance favorable à l'étude, car ces intercalations constituent souvent des points de repère précieux, qui empêchent la confusion des niveaux, et, de plus, les tufs, déposés dans des lagunes, renferment souvent des restes organiques d'une admirable conservation.

Dans les environs immédiats de Vérone [35, 232], les produits volcaniques ne se rencontrent qu'à la base de la série. Ils séparent la Scaglia sénonienne de calcaires grossiers lutétiens qui, à la base, ne renferment que des Décapodes brachyoures du genre *Ranina*, mais qui, plus haut, ont fourni en abondance des *Lithothamnium*, *Nummulites aturicus*, *gizehensis*, *Assilina spira*,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Alveolina longa, de nombreux Échinides (*Micropsis veronensis, Conoclypeus campanæformis, Echinolampas Suessi, Cyclaster subquadratus, Schizaster Laubei, Archiaci, Brissopatagus Beyrichi*), de gros Gastéropodes (*Velates Schmiedelianus, Cerithium lamellosum, Nicolisi, Strombus Tournoueri*). Le Lutétien se termine, d'après H. Douvillé [35], par de véritables lumachelles à *Orthophragmina Pratti, discus, sella, radians*. Un niveau calcaire plus élevé, qu'Oppenheim [226] attribue à l'Auversien, renferme de nombreuses espèces d'Échinides, appartenant surtout aux genres *Echinanthus* et *Echinolampas*, des Zoanthaires, des moules de Lamellibranches et de Gastéropodes, des Décapodes brachyoures (*Harpactocarcinus quadrilobatus*). La série des environs de Vérone

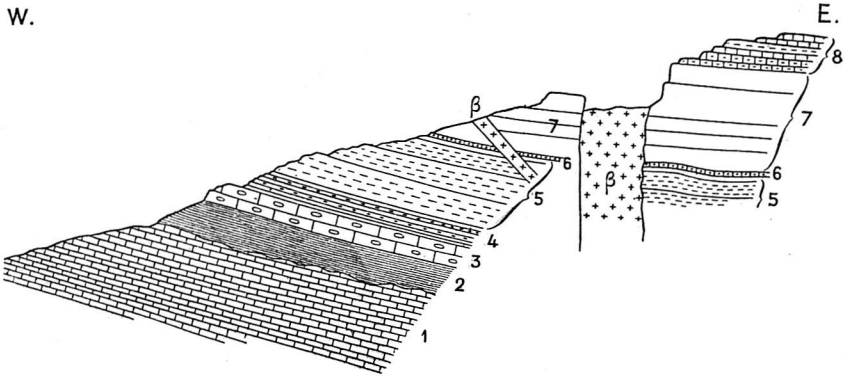


Fig. 417. — Coupe relevée à l'est de Mussolino, province de Vicence (d'après MUNIER-CHALMAS).

1, Scaglia (Maestrichtien); 2, tufs de Spilecco; 3, calcaires de Spilecco; 4, calcaires à *Lithothamnium* (Lutétien inférieur); 5, calcaires à Alvéolines (*id.*); 6, calcaire à *Nummulites Pratti* (*id.*); 7, calcaire sans fossiles; 8, couches à *Nummulites perforatus* (Lutétien supérieur); β, dykes de basalte.

se termine par des marnes à Foraminifères, Crinoïdes, Bryozoaires, fragments de coquilles de Lamellibranches, côtes d'*Halitherium*. C'est le PRIABONIEN, dont nous prendrons le type dans le Vicentin.

Dans l'Est de la province de Vérone et dans le Sud de la province de Vicence (environs de Valdagno, de Montecchio Maggiore, de Vicence, Colli Berici), la succession est beaucoup plus complexe et aussi plus complète. Elle peut être résumée de la manière suivante [208, 211, 217] :

LONDIDIEN. Une lacune existe dans le Vicentin, contrairement à ce qui paraît avoir lieu sur la rive droite de l'Adige, entre la Scaglia maestrichtienne et les premières couches nummulitiques, les *tufs de Spilecco*, qui se sont déposées sur la surface ravinée du Crétacé (fig. 417) et font place graduellement, à leur partie supérieure, aux *calcaires de Spilecco*. Les deux formations renferment *Nummulites bolcensis-spileccensis*, espèce très voisine de *N. elegans-planulatus*, plusieurs espèces d'*Orthophragmina*, *Bourgueticrinus Suessi*, *Pentacrinus spileccensis*, *Cidaris spileccensis*, *Cyclaster oblongus*, *Rhynchonella polymorpha*, *bolcensis*, *Terebratula fumanensis*, *Lamna bolcensis*.

LUTÉTIEN INFÉRIEUR. Les calcaires de Spilecco sont recouverts en concordance par le Lutétien, mais cet étage est transgressif vers le nord, de sorte que, dans les Sette Communi, des calcaires à *Orbitolites complanatus* et *Campanile* sp. reposent directement sur la Scaglia.

Le Lutétien inférieur présente deux faciès [211]. A la Gecchelina, près Malo, des calcaires, accompagnés de tufs volcaniques, contiennent *Nummulites atacicus*, *lævigatus*,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Murchisoni, irregularis, Orbitolites complanatus, Alveolina Heberti, Stachei. Plus à l'ouest, dans les environs de Bolca, les *calcaires à Alvéolines* prennent un grand développement. Munier-Chalmas y distingue les subdivisions suivantes :

1° calcaires compacts à *Lithothamnium bolcense* et *Nummulites atacicus;*

2° calcaires à Alvéolines de Monte Valleco, alternant avec des calcaires en plaquettes avec Poissons, très développés au Monte Bolca, où ils ont fourni près de 200 espèces, se répartissant sur les Squales, les Raies, les Lophobranches, les Plectognathes, les Physostomes et les Acanthoptérygiens [230-232].

3° *calcaires de Monte Postale*, crayeux, zoogènes, renfermant une faune très riche, d'une très belle conservation [213] : *Nummulites atacicus, lævigatus, irregularis, Assilina exponens, Alveolina* pl. sp., Zoanthaires, *Zeilleria Ilarionis, Modiola postalensis, Arca appendiculata, Lucina gigantea, Corbis lamellosa, Velates Schmiedelianus, Hipponyx cornucopiæ, Natica parisiensis, cepacea, Ampullaria hybrida, Cerithium Chaperi, gomphoceras, lameilosum, Campanile giganteum, Strombus pulcinella, Terebellum sopitum, Cypræa Proserpina, Gisortia Hantkeni, Clavilithes maximus, Voluta mitra, Nautilus imperialis, Aturia ziczac, Ranina Marestiana ;*

4° calcaires à *Nummulites Pratti* et nombreux Échinides de Brusa Ferri, souvent remplacés par des tufs volcaniques;

5° *couches de Monte Pulli :* alternances de calcaires à Alvéolines et de schistes bitumi-

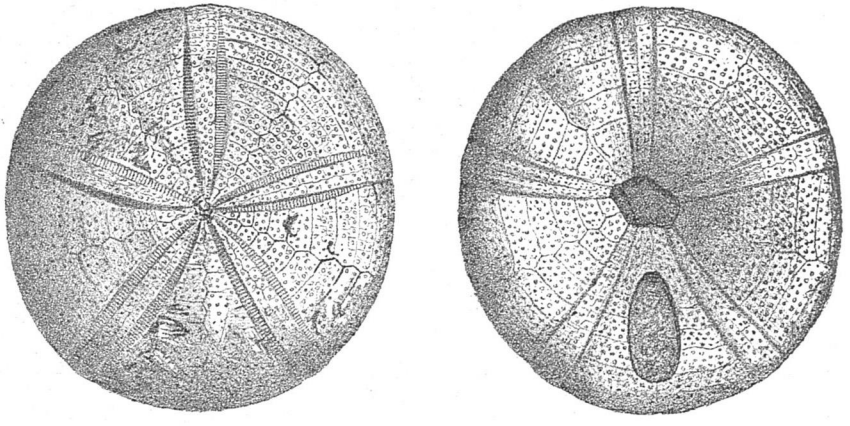


Fig. 418. — *Amblypygus dilatatus.* Lutétien. San Giovanni Ilarione, Vicentin (d'après P. DE LORIOL). 4/5 gr. nat.

neux avec lignites, renfermant une faune saumâtre, comprenant des Cyrènes et des Mélanies, associées à *Lithocardiopsis Fouquei, Ampullina cochleata, Cerithium pulliense.*

LUTÉTIEN SUPÉRIEUR. *Couches de San Giovanni Ilarione*, formées de bancs calcaires alternant avec des tufs volcaniques, où les fossiles sont d'une très belle conservation, renfermant une faune très riche en Foraminifères (*Nummulites millecaput, aturicus, Murchisoni, Assilina spira, Alveolina ilarionensis, Orbitolites complanatus, Orthophragmina patellaris, tenella*), en Échinides (*Porocidaris Schmiedeli, Cyphosoma Blangianum, Echinolampas globulus, Conoclypeus conoideus* [fig. 416], *Amblypygus dilatatus* [fig. 418], *Pygorhynchus Mayeri, Schizaster globatus, Pericosmus spatangoides, Prenaster alpinus, Ditremaster nux, Eupatagus formosus*), en Mollusques (*Crassatella plumbea, Cardium obliquum, Velates Schmiedelianus, Diastoma costellatum, Cerithium lamellosum, Leufroyi, striatum, Murex tripteroides, Strombus bartonensis*), en Décapodes brachyoures (*Ranina Marestiana, lævifrons, Palæocarpilus anodon, Micromaia tuberculata*).

AUVERSIEN. Les *couches de Roncà*, que certains auteurs placent encore dans le Lutétien, doivent être envisagées comme un équivalent des sables de Beauchamp. A vrai dire, les observations stratigraphiques ne permettent à Roncà aucune conclusion sur leur âge exact, car elles sont intercalées entre une coulée de basalte et une brèche basaltique, mais nous les retrouverons en Hongrie, superposées à des couches à *Nummulites aturicus*, et, d'autre part, leur faune renferme un certain nombre d'espèces

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

caractéristiques de l'Auversien du bassin de Paris. Elles comprennent deux niveaux calcaires, séparés par des tufs volcaniques particulièrement fossilifères. La faune a un caractère saumâtre; on n'y trouve guère, outre *Nummulites aturicus, Brongniarti* et *variolarius*, que des Mollusques, à l'exclusion des Zoanthaires et des Échinodermes. Parmi les Lamellibranches, on peut citer *Crassatella plumbæa, Corbis lamellosa, major, Corbula semicostata, Venus texta, Chama calcarata;* parmi les Gastéropodes, *Trochus Sæmanni, Bayania lactea, Diastoma costellatum, Velates Schmiedelianus, Natica cepacea, perusta, Studeri, Hipponyx cornucopiæ, Cerithium lamellosum, lemniscatum, Lachesis, roncanum, calcaratum, pentagonatum, corvinum, Fusus subcarinatus, roncanus, Pirena combusta, Strombus Tournoueri, Voluta Besançoni.* Les Céphalopodes sont représentés par *Bayanoteuthis rugifera* et *Vasseuria occidentalis.* Cette dernière espèce est très abondante, au même niveau, au Bois-Gouet, dans la Loire-Inférieure.

Parmi les espèces communes à l'Auversien du bassin de Paris, il convient de citer *Cerithium corvinum, Delphinula lima, Fusus polygonus* var. *roncana, subcarinatus,* qui manquent dans le Calcaire Grossier.

Priabonien. L'étage Priabonien a été créé, par Munier-Chalmas et A. de Lapparent [XXX, 23], pour les couches suivantes du Vicentin, dont J. Boussac a montré depuis le synchronisme avec l'ensemble du Bartonien et du Ludien du bassin Anglo-Parisien :

1° *couches de la Granella*, près Priabona, formées d'alternances de calcaires et de brecciolles volcaniques, qui renferment *Cerithium Diaboli, plicatum, Bayania semidecussata, Velates Schmiedelianus* et qui correspondent exactement, comme position stratigraphique et comme faune, aux couches de Branchaï, de Faudon et des Diablerets [209-211];

2° *couches de Priabona* proprement dites, constituées principalement par des marnes et des calcaires marneux riches en Foraminifères [221] (*Nummulites Fabianii, contortus-striatus, Pellatispira Douvillei, Spiroclypeus granulosus, Orthophragmina Pratti, stellata, priabonensis, stella*), en Zoanthaires, en Échinides (*Cidaris Oosteri, Liocidaris itala, Hiopedina Tallavignesi, Sismondia rosacea, Echinolampas Blainvillei, Schizaster Studeri, Eupatagus Tournoueri*), en Lamellibranches (*Ostrea gigantea, Pycnodonta Brongniarti, Spondylus cisalpinus*) et en Gastéropodes, ces derniers abondants surtout à Grancona, dans les Colli Berici [214];

3° *couches de Brendola*, connues aussi sous la dénomination de *marnes à Bryozoaires* et à *Clavulina Szaboi*, avec Foraminifères (*Nummulites Fabianii, vascus-Boucheri, Pellatispira Madaraszi, Spiroclypeus granulosus*), Zoanthaires, Bryozoaires, Lamellibranches (*Spondylus cisalpinus, Limopsis scalaris*), Gastéropodes (*Solarium lucidum, Clavilithes Japeti, Mitra Vincenti, Ancilla nana, Pleurotoma lyra, Dionysus, odontella, Borsonia pyrenaica*).

La faune du Priabonien du Vicentin présente un très curieux mélange d'éléments mésonummulitiques et néonummulitiques [214].

Lattorfien. Ed. Suess a reconnu, dans les couches qui surmontent directement le Priabonien, la succession suivante :

1° conglomérats et grès, avec *Eupatagus minimus* et grosses Natices;

2° calcaires coralliens de Crosara, avec *Terebratulina tenuistriata* et Zoanthaires;

3° *tufs de Sangonini*, près Lugo, et de Gnata, près Salcedo, dans la région de Marostica, avec *Ostrea Martinsi, Cardita Arduini, Lauræ, Crassatella trigonula, Psammobia pudica, Turritella strangulata, Chenopus pes carbonis, Cypræa splendens, Cassidaria ambigua, Fasciolaria lugensis, Voluta elevata, Ancilla canalifera, Pleurotoma* pl. sp., passant au sud aux marnes et argiles de Montecchio-Maggiore, avec *Cyphosoma cribrum, Clypeaster Breunigi, Echinolampas montechiensis, Eupatagus Meneguzzoi, Toxopneustes Fouquei, Spondylus cisalpinus, Ostrea gigantea, Pycnodonta Brongniarti* [211];

4° *couches de Laverda*, marnes et grès, avec fossiles taraudés, *Psammobia Holovaysi* et *Pholadomya Puschi*, passant latéralement à une sorte de Flysch.

Rupélien. *Couches de Castel-Gomberto*, très développées à Montecchio-Maggiore et au Monte Grumi : calcaires marneux et compacts, avec intercalations de brecciolles volcaniques, souvent très fossilifères. Faune composée d'Échinides (*Echinocyamus pyriformis, Linthia Arnaudi, Schizaster Airaghii, Trachypneustes Meneghinii*), de très nombreux Zoanthaires (fig. 419) et surtout de Mollusques, parmi lesquels les uns sont plus spécialement cantonnés dans les gisements de l'Europe méridionale (*Cardium anomale, Xenophorus cumulans, Trochus Lucasanus, Cerithium Meneguzzoi, trinitense, Delbosi, Eburnea Caronis, Turbinella rugosa, Strombus vialensis, Cassis vicentina*), tandis que d'autres se rencontrent jusque dans les gisements néritiques du Nord de l'Europe (*Pectunculus obovatus, Cytherea incrassata, splendida, Bayania semidecussata, Deshayesia parisiensis, Natica crassatina, Cerithium plicatum, conjunctum, elegans, trochleare*). *Venus Aglauræ* et *Cerithium Charpentieri*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

sont des espèces méridionales qui se trouvent rarement à l'horizon de Pierrefitte, dans les sables de Fontainebleau.

CHATTIEN. Calcaires marneux et compacts d'Isola di Malo, avec nombreux *Lithothamnium*, rares Échinides, Mollusques mal conservés et, tout à fait au sommet, *Lepidocyclina elephantina*, en individus atteignant jusqu'à 10 cm de diamètre [211].

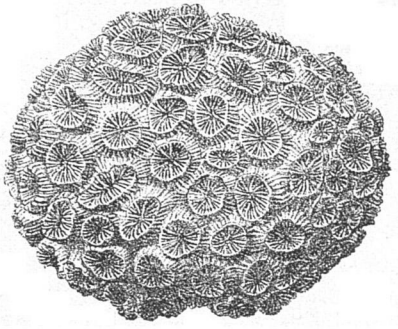


Fig. 419. — *Heliastræa subcoronata* (d'après A. REUSS). Couches de Castel Gomberto, Vicentin.

Les couches de Schio, qui terminent la série tertiaire du Vicentin, doivent être attribuées, pour des raisons qui seront exposées plus tard, à la partie inférieure du système Néogène.

En résumé, les dépôts nummulitiques du Vicentin semblent s'être déposés, à l'exception peut-être des marnes priaboniennes, exclusivement dans la zone néritique. Ils n'ont certainement pas pris naissance dans un géosynclinal, d'autant plus que leur épaisseur est relativement faible. Ils n'ont d'ailleurs subi que des ondulations à grand rayon de courbure. Le géosynclinal passait vraisemblablement bien au nord du Vicentin et sans doute au nord du massif de Recoaro et de la grande vasque des Dolomites et il se trouvait peut-être dans le prolongement de la zone plissée située sur la rive droite de l'Adige.

Le Nummulitique de la province de Trévise, qui forme une bande sur le bord septentrional de la Vénétie, ne diffère guère de celui de Marostica, dont il constitue le prolongement. Celui du synclinal de Belluno est encore incomplètement connu.

Zone de la Drave. — Avant d'étudier le Nummulitique du Frioul, de l'Istrie et de la Dalmatie, nous devons dire quelques mots des lambeaux situés plus au nord, en Styrie et en Carinthie, vers le bord septentrional des Dinarides.

Contrairement à ce qui a lieu à Guttaring, dans la zone cristalline centrale, le groupe Mésonummulitique fait ici entièrement défaut et c'est le terme inférieur du Néonummulitique, le LATTORFIEN, qui s'étend transgressivement et repose souvent en discordance sur les calcaires et dolomies triasiques [236]. C'est à cet étage qu'appartiennent, en effet, d'après P. Oppenheim [237], les couches d'Oberburg (en Styrie) et de Polšica (Polschitza), en Carinthie, constituées par des calcaires à *Lithothamnium*, par des calcaires sableux, ou par des calcaires grossiers à Nummulites. Leur faune est riche en Foraminifères, parmi lesquels *Nummulites Fichteli* et *Boucheri*, en Zoanthaires [237 *bis*], en Bryozoaires, en Mollusques. Ces derniers, à part de rares espèces priaboniennes, comme *Pecten biarritzensis*, ou indifférentes, comme *Ostrea gigantea*, *Bayania lactea*, appartiennent exclusivement à des espèces tongriennes, telles que *Cyrena semistriata*, *Cytherea incrassata*, *Venus Aglauræ*, *Turbo Parkinsoni*, *Diastoma costellatum*, *Cerithium trochleare*, *Natica crassatina*, *Ampullina angustata*.

On ne peut manquer d'être frappé des analogies qui existent entre ces couches et celles de même âge de Häring, Reit im Winkel et Reichenhall, qui sont également transgressives.

Les couches d'Oberburg supportent, en Carniole et en Styrie, les schistes à *Meletta* de Wurzenegg, près Prassberg, qui représentent incontestablement le RUPÉLIEN.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Enfin, dans la même région, le CHATTIEN est constitué par les *couches de Sotzka*, formation lagunaire et lacustre, avec lignites, qui s'étend transgressivement vers le nord sur le Trias, sur les schistes anciens et sur la tonalite de la zone de la Drave, ainsi que vers le sud sur les chaînons paléozoïques de Tüffer et de la Save. A. Bittner [238] distingue aux environs de Trifail et de Sagor, dans ces couches, les divisions suivantes (fig. 420) :

1° argiles reposant directement sur les terrains anciens, avec lits de conglomérats et lignites, fossiles d'eau douce spécifiquement indéterminables;

2° lignites, avec *Melania Escheri*, *Melanopsis*, Planorbes, Bythinies, *Anthracotherium illyricum;*

3° marnes bitumineuses à *Pisidium* de Trifail, renfermant, à Sagor et à Tüffer, *Unio sayoriana*, *Melania Sturi*, *carniolica*, *savinensis*, *Hydrobia imitatrix*, *Bythinia Lipoldi*, *Valvata Rothleitneri*, *Limnæa gracillima;*

4° marnes avec *Pecten Hertlei* et *Psammosolen*, à la base, à faune saumâtre (*Congeria*, *Perna*, *Limopsis*, *Cyrena*, *Melania*, *Cerithium*, *Neritina*, *Limnæa*), dans la partie moyenne, et faune marine (*Arca*, *Dentalium*, *Turritella Terpotizi*, *Chenopus trifailensis*) à la partie supérieure.

Ces couches sont fortement plissées et refoulées vers le sud (fig. 420). Elles supportent en discordance des argiles du groupe moyen du système Néogène.

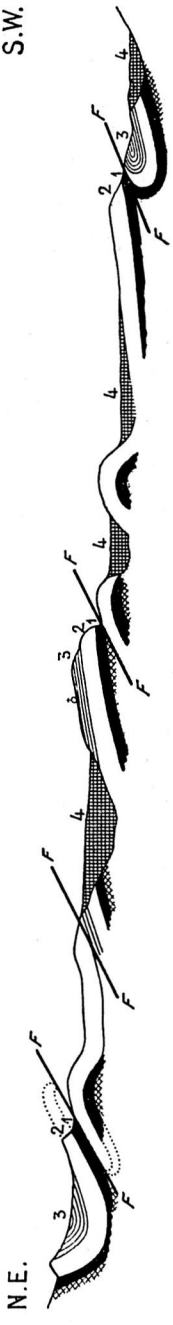


Fig. 420. — Coupe schématique des couches à lignite de Trifail, Styrie (d'après A. BITTNER).
1, lignites; 2, marnes inférieures lacustres; 3 marnes supérieures marines; 4, argiles néogènes marines. FF, plans de chevauchement.

Frioul. — Retournons maintenant aux régions situées sur le bord méridional des Dinarides. Nous retrouvons, dans le Frioul, des dépôts nummulitiques qui ne sont pas sans analogies avec ceux du Vicentin, mais le faciès flysch, avec ses schistes, ses marnes bariolées, ses grès et ses conglomérats, envahit une grande partie de la série. Seul le Lutétien est représenté par des couches fossilifères, comprises entre deux masses de Flysch. Ce sont principalement des marnes renfermant *Nummulites lævigatus*, de nombreux Zoanthaires, *Brissopsis forojuliensis*, des Lamellibranches (*Corbis lamellosa*, *Corbula gallica*) et des Gastéropodes (*Ampullina parisiensis*, *hybrida*, *Natica cepacea*, *Velates Schmiedelianus*, *Campanile giganteum*, *Cerithium muricoides*, *Clavilithes Noæ*, *Rimella*, *Gisortia Hantkeni*. La plupart de ces espèces sont communes aux couches de San-Giovanni-Ilarione [197].

Istrie et Dalmatie. — Il a déjà été question plus haut (p. 1411) des couches de passage qui, en Istrie et en Dalmatie, relient insensiblement le Crétacé au Tertiaire. On a vu que les couches de Cosina représentent l'étage Montien. Au-dessus des couches qui renferment les premières Nummulites et les premières Alvéolines, viennent ensuite des calcaires où abondent les Foraminifères imperforés et quelquefois des Alvéo-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

lines. Tout cet ensemble doit être assimilé au groupe Éonummulitique [240]. Il peut faire défaut, comme par exemple à Kosavin, sur le littoral croate, où les calcaires lutétiens reposent directement sur les calcaires sénoniens.

Le groupe MÉSONUMMULITIQUE est constitué par les termes suivants [197, 240-243] :

1° calcaire à *Nummulites aturicus, millecaput, Assilina spira, Orthophragmina ephippium, Orbitolites complanatus, Velates Schmiedelianus, Terebellum* sp., *Ranina Marestiana;*

2° marnes noduleuses et marnes à Globigérines, indiquant un approfondissement sensible de la mer;

3° marnes et grès très fossilifères, avec *Nummulites aturicus, Lucasanus, millecaput, gizehensis, contortus-striatus, Assilina granulosa, exponens, mamillata, Orthophragmina Pratti, ephippium, stellata, stella,* nombreux Zoanthaires, Échinides (*Porocidaris Schmiedeli, Micropsis Stachei, Liopedina Tallavignesi, Serpula spirulæa*), nombreux Lamellibranches et Gastéropodes, appartenant à des espèces des faunes de San Giovanni Ilarione (Lutétien), de Roncà (Auversien) et même (*Cerithium Diaboli*) de la Granella (base du Priabonien);

4° calcaire à *Lithothamnium* et Nummulites striées, représentant probablement le Priabonien.

Dans le Sud de la Dalmatie, le faciès flysch envahit tous les niveaux supérieurs au calcaire à *Nummulites aturicus.*

Au groupe NÉONUMMULITIQUE appartiennent, selon toute vraisemblance, les *couches de Promina,* qui tirent leur nom d'une montagne située sur le bord d'une vaste cuvette synclinale du centre de la Dalmatie, presque entièrement occupée par ces couches [241, 244-245]. Elles comprennent les formations suivantes [245] :

1° marnes, conglomérats et calcaires à *Nummulites Lucasanus* et Zoanthaires (LUTÉTIEN);

2° conglomérats et calcaires d'eau douce, avec *Planorbis cornu, Coptochilus imbricatus, Cylotopsis exarata* et Mammifères terrestres (*Prominatherium*) (AUVERSIEN);

3° conglomérats à faune marine, avec *Cardium gigas, Natica ecpacea, Turritella prominensis, Diastoma costellatum, Cassidaria ambigua* (PRIABONIEN);

4° marnes marines, avec *Pecten Bronni, Pholadomya Puschi, Pleurotomaria Sismondai, Strombus problematicus* (LATTORFIEN);

5° conglomérats terminaux, sans fossiles.

Il résulte de cet aperçu que la série nummulitique du Littoral austro-hongrois correspond à un cycle de sédimentation complet, avec formations lagunaires au début (couches de Cosina), néritiques (calcaires à Alvéolines et Nummulites), puis bathyales (marnes à Globigérines) au milieu, néritiques (calcaires à *Lithothamnium*), puis de nouveau lagunaires (couches de Promina) au sommet.

Herzégovine et Albanie. — Les synclinaux étroits, dans lesquels sont conservés, dans le Sud de la Dalmatie, les dépôts nummulitiques, se continuent, sur le littoral de l'Adriatique, en Herzégovine et en Albanie. Comme aux environs de Spalato, le faciès flysch envahit une grande partie de la série, les dépôts fossilifères appartiennent presque exclusivement au Lutétien.

Cet étage est représenté, aux environs de Mostar, par des marnes, dans lesquelles Oppenheim [246] signale *Nummulites lævigatus-Lamarcki, atacicus, aturicus,* de nombreux Zoanthaires et des Mollusques, qui appartiennent presque exclusivement à des espèces mésonummulitiques. On remarquera la présence de Nummulites du niveau inférieur du Lutétien.

Le Nummulitique d'Albanie n'a fourni jusqu'ici que quelques Foraminifères provenant de couches intercalées dans le Flysch, qui ne permettent aucune précision sur l'âge de ces couches. Plus au sud, dans les chaînes occidentales de l'Épire et de l'Acarnanie, le Nummulitique se poursuit sous la forme de calcaires à Nummulites et de Flysch, mais l'étude de ces dépôts est encore peu avancée. On a affirmé la coexistence, dans les mêmes

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

couches, de Rudistes et de Nummulites. Il est probable que ce mélange n'est qu'apparent et que l'on pourra un jour faire le départ de ce qui revient au Crétacé et de ce qui est réellement nummulitique dans la puissante masse des calcaires supérieurs des chaînes qui constituent le prolongement des Alpes Dinariques. On peut en dire autant du Péloponnèse, où le même mélange a été signalé.

Dans l'île de Crète, il existe également des calcaires à Nummulites et un macigno d'âge probablement nummulitique. Les Nummulites du calcaire d'Apostolous sont les plus grandes qui aient été trouvées jusqu'ici. Elles atteignent 120 mm de diamètre et appartiennent à *Nummulites millecaput*. Elles sont associées à *N. aturicus* et à des *Orthophragmina*. Leur âge lutétien supérieur n'est donc pas douteux.

EUROPE ORIENTALE. — Nous avons suivi vers l'est les dépôts nummulitiques de l'Europe septentrionale jusque dans la Prusse orientale, ceux du versant nord des Alpes jusqu'à Vienne, ceux du versant sud jusqu'aux plaines de la Hongrie et jusqu'au bord adriatique de la péninsule des Balkans. Il s'agit maintenant d'étudier le prolongement de ces trois zones isopiques dans l'Europe orientale. Nous progresserons ici aussi du nord au sud.

Russie méridionale et orientale. — Il n'existe aucune trace, dans la Russie méridionale, de dépôts éonummulitiques reliant ceux des rives de la mer du Nord à ceux que nous allons rencontrer sur la Basse-Volga, mais les dépôts mésonummulitiques sont fort bien développés dans la région du Dniepr et du Donetz, alors qu'on n'en connaît aucune trace dans la plaine de l'Allemagne du Nord, et les dépôts néonummulitiques occupent de vastes étendues dans la Russie méridionale, où ils ont fait l'objet d'une étude magistrale de la part de N. Sokolow [247].

La série Mésonummulitique débute, dans la région du Dniepr et du Donetz, par une formation qui repose directement sur la surface ravinée du Crétacé supérieur et que Sokolow décrit sous le nom d'*étage de Boutchak*. Elle comprend des sables et des grès, souvent avec concrétions de phosphorite et troncs d'arbres silicifiés. Les grès de Boutchak et de Traktomiroff renferment notamment *Ostrea flabellula*, *Pecten corneus*, *Pinna margaritacea*, *Modiola Nysti*, *Arca appendiculata*, *Limopsis granulata*, *Cardium hybridum*, *Cytherea ambigua*, *Anatina rugosa*, *Cerithium concinnum*, *Cassidaria nodosa*, *Fusus scalarinus*, *Pyrula nexilis*, *Terebellum sopitum*, *fusiforme*, *Rostellaria rimosa*. A. von Kœnen [249] en fait du Lutétien.

Au-dessus vient l'*étage de Kief* ou à *Spondylus*, de Sokolow, constitué par des argiles bleues, qui n'ont guère fourni que *Terebratulina striatula*, *Ostrea gigantica*, *flabellula*, *Vulsella* sp., *Pecten corneus*, *idoneus*, *Spondylus Buchi* [247], tandis que leur équivalent, les *marnes de Kalinowka*, dans le gouvernement de Kherson, ont fourni à Th. Fuchs [250] une quarantaine d'espèces de Mollusques, dont beaucoup sont spéciales. Le caractère de ces faunes ne permet pas de préciser l'âge auversien ou priabonien de l'étage de Kief, qui est fortement transgressif vers le sud et repose directement sur les terrains cristallins.

Sous le nom d'*étage de Kharkof*, Sokolow décrit des sables argileux et glauconieux, très répandus dans toute la Russie méridionale, en raison de leur transgressivité, mais fossilifères seulement à Ekaterinoslav, où ont été recueillis en grande abondance des Foraminifères (*Nummulites germanicus*), des Zoanthaires, des Bryozaires, des Lamellibranches (*Limopsis costulata*, *Astarte Henckeliusi*, *Crassatella Woodi*, *Cardita Borisiaki*, *Domgeri*, *nodosocostata*), des Gastéropodes (*Bulla intermissa*, *Mitra postera*, *Voluta suturalis*, *Clavatula subconoidea*, *Pleurotoma Bosqueti*, *Cassidaria tenuis*, *Fusus scalariformis*, *Cancellaria rugosa*, *Triton flandricum*, *Strombus canalis*) et des restes de Sélaciens [247-248]. C'est là une faune qui appartient incontestablement au LATTORFIEN. Les affinités avec le Lattorfien de l'Allemagne du Nord sont telles qu'il ne peut y avoir de doute sur

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

l'existence de communications directes entre les deux régions et, en effet, des lambeaux assez étendus de la même formation ont été rencontrés en Pologne et en Lithuanie.

L'*étage de Poltava*, de Sokolow, enfin, est constitué par des sables et des grès blanc jaunâtre, avec troncs silicifiés et empreintes de feuilles et, à la partie supérieure, intercalations d'argiles plastiques avec lignites et succin. C'est probablement un équivalent du Rupélien, qui se poursuit, comme l'étage sous-jacent, en Pologne et en Lithuanie.

Sur la rive droite de la Volga, entre Simbirsk et Tsaritsine, affleure une série qui paraît correspondre à la totalité du groupe Nummulitique, l'étage supérieur excepté.

Au-dessus du Thanétien, dont il a déjà été question précédemment et qui constitue, avec le Montien, l'*étage de Sysran* des géologues russes, vient l'*étage de Saratof* [11], formation sableuse, qui représente le Londinien. On y distingue une partie inférieure à fossiles marins (*Cyprina Morrisi*, *Cardita volgensis*, *Cytherea Lamberti*, Gastéropodes) et une partie supérieure, qui a fourni à Kamychine de nombreuses empreintes végétales, voisines de celles de Gelinden, en Belgique.

Le groupe Mésonummulitique est également représenté sur les bords de la Volga, comme le montre la présence de quelques espèces du Lutétien et de l'Auversien signalées par Sokolow [247] (*Cardium porulosum*, *Lucina hermenonvillensis*, *Turritella imbricataria*, *Buccinum desertum*) dans des grès du gouvernement de Saratof.

Enfin, des restes d'anciens dépôts tongriens ont été découverts par A. P. Pavlow [251] dans des sables, qui, à Alatyr, forment des poches dans les argiles néocomiennes et renferment *Ostrea cyathula*, *Pectunculus obovatus*, *angusticostatus*, *Astarte plicata*, *Volula suturalis*. Cette dernière espèce est lattorfienne, le reste de la faune rappelle plutôt le Rupélien.

Oust-Ourt. — La dépression que nous avons suivie depuis la mer du Nord jusqu'à la Caspienne et qui était occupée par la mer pendant la plus grande partie de l'époque Nummulitique se raccorde, à l'ouest et au nord de la mer d'Aral, avec une dépression N.-S., située sur le bord oriental de l'Oural. Le groupe Mésonummulitique y est représenté par une série de brèches, de calcaires marneux et de calcaires cristallins à Nummulites, découverte par Abich, mais encore insuffisamment connue. Le groupe Néonummulitique, par contre, qui est constitué par des calcaires sableux, des marnes et des sables, renferme une faune qui a fait l'objet d'un travail paléontologique d'A. von Kœnen [252]. Parmi les espèces citées, dont quelques-unes sont nouvelles, *Ostrea Queteleti*, *ventilabrum*, *Cardium cingulatum*, *Isocardia multicostata*, *Cytherea incrassata*, *Tornatella simulata*, *Aporrhais speciosa*, *Pleurotoma Selysi*, *Cancellaria evulsa*, *Tritonium flandricum*, *Rostellaria rimosa*, *ampla* constituent une association qui ne laisse aucun doute sur l'âge lattorfien de cette faune.

Oural oriental. — Les dépôts tertiaires du versant oriental de l'Oural ont fait l'objet d'un travail remarquable de Karpinsky [253]. Commençant à 50 à 150 km de l'axe de la chaîne, ils s'étendent en couches horizontales et en s'épaississant vers l'intérieur de la Sibérie, où ils disparaissent sous les dépôts quaternaires. Leur partie inférieure, probablement mésonummulitique, est constituée par des grès et des argiles siliceuses, qui ont fourni un Spongiaire (*Bolhroclonium Spasski*), une Lingule et des Lamellibranches spécifiquement indéterminables. La partie supérieure, incontestablement tongrienne, comprend des sables, des grès et des argiles, avec Mollusques (*Modiola Karpinskyi*, *Cyprina perovalis*, *Fusus gracilis*, *multicostatus*, etc.) et nombreuses dents de Sélaciens.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Zones externes des Karpates septentrionales. — Nous abordons maintenant l'étude de la zone isopique qui constitue le prolongement du versant septentrional des Alpes orientales, c'est-à-dire l'arc Karpatique. Le système Nummulitique prend une part considérable à la constitution des deux zones externes des Karpates septentrionales (zone subbeskide et zone beskide) [XXXVI, 53, 54].

On ne connaît aucune trace du groupe Éonummulitique et c'est sans doute à la partie inférieure du groupe Mésonummulitique qu'il convient de rapporter les grès à Nummulites, *Orthophragmina* et *Lithothamnium*, par lesquels débute la série dans la zone subbeskide. A Pausram, en Moravie, on rencontre, à l'exception de ce terme inférieur, qui n'y affleure pas, une succession qui nous permettra de préciser la position stratigraphique des divisions supérieures. Les couches nummulitiques les plus anciennes sont ici des marnes brunes, avec Foraminifères (*Clavulina Szaboi*, *Bulimina*, *Cristellaria*), Zoanthaires (*Flabellum Idæ*), Lamellibranches (*Cardita Suessi*, *Chama rusticula*), Gastéropodes (*Conus deperditus*, *Tritonium nodularium*, *Pleurotoma pyrenaica*, *biarritzana*, *Semperi*, *undata*), Ptéropodes (*Spirialis*, *Creseis*, *Vaginella*), Céphalopodes (*Spirulirostra*). Ce faciès à Ptéropodes et Pleurotomes est incontestablement une formation bathyale. Oppenheim l'attribue au Priabonien.

Le Tongrien est constitué, à Pausram, par des formations analogues : marnes gris bleu à Ptéropodes et argiles vertes à Foraminifères, avec nodules d'oxyde de manganèse; schistes à ménilite: *marnes d'Auspitz*, alternant avec des grès, qui renferment, à la partie supérieure, *Pectunculus latiradiatus*. Plus à l'est, les marnes inférieures du Tongrien sont remplacées par des schistes rouges et verts, les schistes à silex ménilite prennent un grand développement et les grès deviennent prédominants dans la partie supérieure (*grès de Steinitz*). Les schistes à ménilite sont quelquefois riches en Poissons, appartenant aux genres *Meletta*, *Amphisyle*, *Lepidopus*. C'est la faune de Mayence, de Bouxwiller (Haut-Rhin), de Matt (Glaris), etc.

Dans la zone beskide, les marnes bathyales sont remplacées par les couches plus littorales de Ropianka et les schistes à ménilite, par le *grès de Magura*.

Ces divers faciès ont leurs analogues jusque dans la Bukowine, et c'est à 7 km de la frontière méridionale de ce pays, près de Paiseni, en Moldavie, que Sava Athanasiu [254] a rencontré, au milieu de grès semblables à ceux dont il vient d'être question, un grès siliceux à ciment calcaire qui lui a fourni toute une faunule lutétienne : *Nummulites aturicus*, *Lucasanus*, *Terebratula Hilarionis*, *phrygia*, *Escheri*, *Terebratulina oblonga*, *Pycnodonta Brongniarti*, *Pecten plebejus*, *moldavicus*, etc. A partir de la Moldavie le raccord des zones subbeskides et beskides avec les zones isopiques de la branche méridionale de l'arc karpatique ne peut être établi dans l'état actuel de nos connaissances. Aussi devons-nous étudier séparément le Nummulitique de Roumanie.

Zones externes des Karpates méridionales. — L. Mrazec et ses collaborateurs ont mis récemment en évidence, sur le bord oriental et occidental des Karpates roumaines, une série de nappes, qui sont refoulées sur l'avant-pays autochtone et qui s'enfoncent en apparence sous les massifs cristallins, tandis qu'en réalité elles semblent bien avoir leurs racines au nord de ces massifs. Chacune de ces nappes présente des faciès spéciaux.

Ion Popescu-Voiteşti [255] a fait une étude détaillée du Nummulitique autochtone de la *dépression gétique* (région à l'ouest de Campulung), dont le substratum n'est que

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

rarement visible. La série y débute par des marnes gréseuses, noir bleuâtre, qui renferment, dans leur partie supérieure, des Foraminifères (*Nummulites distans, Tchihatcheffi, atacicus, Assilina granulosa, mamillata, Alveolina granum festucæ*) et des Mollusques, indiquant des conditions plus ou moins saumâtres : *Congeria* sp., *Ampullina parisiensis, Turritella Murgocii, bellovacensis, Savæ, Melanopsis Haugi, ancillaroides, Cerithium conoideum, titestiensis, Boussaci, Vulcani, Gisortia Hantkeni, Clavilithes Noæ, Drillia Popovicii.* C'est là incontestablement une faune lutétienne.

Les marnes gréseuses sont recouvertes par des marnes grises, alternant avec des grès en bancs puissants, qui se terminent par des conglomérats à grands blocs de calcaires à Hippurites, formation qui n'affleure pas dans la région. On n'a trouvé, dans cette division supérieure, que de petites Nummulites striées, qui ne permettent pas de préciser la limite d'âge supérieure de la série. Étant donnée la transgressivité assez générale du Tongrien, il est possible que les conglomérats supérieurs appartiennent à cet étage, d'autant plus qu'ils s'appuient directement, dans la vallée de l'Oltu, sur les schistes cristallins autochtones.

Une série analogue repose sur les schistes de Sinaia, d'âge probablement éocrétacé, qui forment une fenêtre dans les nappes à l'est de la vallée de la Prahova. Sur ces schistes est charriée une masse puissante de conglomérats cénomaniens (v. p. 1263), qui plus au nord s'appuient directement sur le Jurassique ou sur les schistes cristallins. C'est à cette *nappe du conglomérat des Bucegi* que Popescu attribue des lambeaux de calcaire à Nummulites lutétiens, qui, aux environs de Campulung, sont charriés sur les marnes de même âge de la dépression gétique. A Albești, leur partie inférieure renferme de nombreuses Nummulites (*N. distans, Tchihatcheffi, atacicus, irregularis*, etc.), des Échinides (*Conoclypeus conoideus, Leymerici, Amblypygus dilatatus, Pyrina Mrazeci, Cassidulus faba, Echinolampas silensis*), des articles d'Astéries (*Romanaster Uhligi*) et des rostres de Nautiles (*Rhyncholithes Albestii*). A Corbișori, leur partie supérieure, qui est peut-être auversienne, a fourni des *Lithothamnium* et des *Orthophragmina*.

Popescu pense que ces calcaires se sont déposés sur un géanticlinal, qui séparait le géosynclinal de la dépression gétique du géosynclinal dans lequel a pris naissance le Flysch carpathique.

Celui-ci a les plus grandes analogies avec le Nummulitique des nappes subbeskide et beskide. Il se répartit en plusieurs nappes, qui forment aujourd'hui des bandes en avant des zones isopiques précédentes, mais qui, en réalité, avaient leurs racines en arrière de celles-ci.

Dans la *nappe marginale*, le groupe Mésonummulitique est constitué par des schistes siliceux noirs et par des marnes gréseuses rouges et verdâtres, avec intercalations de calcaires marneux et de conglomérats à petites Nummulites. Le groupe Néonummulitique est représenté par des alternances de schistes ménilitiques et de grès siliceux blancs, les *grès de Kliwa*, considérés par Mrazec comme une formation de dunes.

La *nappe interne* peut être divisée en deux nappes secondaires : dans l'une le groupe Mésonummulitique est constitué par les *grès de Fusaru* à petites Nummulites, Assilines et Orthophragmines, le groupe Néonummulitique, par des schistes ménilitiques, avec bancs gréseux et restes de Poissons; dans l'autre, un grès micacé, avec intercalations de marnes feuilletées, le *grès de Siriu*, ou *grès d'Usu*, équivalent du grès de Magura, envahit toute la série.

Une nappe supérieure, où le Sénonien est à l'état de marnes rouges et grises à Bélemnitelles (*nappe des marnes rouges sénoniennes*), recouvre la précédente, qui se montre en fenêtres entre Slanic et la Jalomița. Le Nummulitique y débute par des calcaires compacts à *Nummulites millecaput* et *Orthophragmina*, suivis d'alternances de grès grossiers à petites Nummulites et de marnes argileuses, peut-être auversiennes, puis de marnes feuilletées, avec bancs calcaires et gréseux, qui renferment une faune incontestablement priabonienne : *Nummulites Boucheri, Bouillei, Orthophragmina aspera, stellata, Bourgueticrinus Thorenti, Pecten Thorenti, Pleurotomaria Kadin Keviensis* [256]. Ici aussi, le Nummulitique se termine par des schistes ménilitiques avec restes de Poissons.

Zones internes des Karpates septentrionales. — Les massifs cristallins du bord interne des Karpates occidentales surgissent comme des îles au milieu de surfaces peu accidentées, constituées principalement par des dépôts nummulitiques horizontaux ou légèrement redressés, jamais plissés

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

d'une manière intense. On distingue, à la base, des calcaires à Nummulites et Orthophragmines, probablement lutétiens, qui passent latéralement à des conglomérats, dont les éléments sont empruntés aux massifs cristallins et à leur enveloppe mésozoïque. Au-dessus viennent des schistes micacés noirâtres, alternant avec des grès, puis des grès bien stratifiés. On y a signalé des bancs riches en Nummulites et d'autres avec restes de *Meletta*. Malheureusement l'étude paléontologique de ce Nummulitique est encore à faire [XXXVI, 53, 54].

Balkans. — Les données relatives au système Nummulitique dans le Balkan occidental et dans le Balkan central sont encore très rudimentaires. Zujović [XXXVIII, 161] signale la présence de *Nummulites lævigatus*, de Zoanthaires voisins d'espèces de Castelgomberto et d'un *Fusus* aux environs de Pandiralo, dans la Serbie orientale. Toula et Zlatarski [XXXVIII, 163] n'ont rencontré, près de Tirnovo, que de petites Nummulites indéterminées. Par contre, on connaît, grâce à Toula [XXXVIII, 164], dans le Balkan oriental, de nombreux affleurements de couches mésonummulitiques, mais les faunes sont encore insuffisamment connues.

L'un des gisements les plus intéressants est la « forêt pétrifiée » des Dikilitach, près Varna, célèbre par les curieuses formes columnaires que l'érosion a découpées dans un grès calcaire à Nummulites et Alvéolines, qui repose en légère discordance sur la craie sénonienne. H. Douvillé [257] a déterminé de cette localité, d'après les récoltes de L. De Launay : *Nummulites distans, Pratti, subirregularis, atacicus-Guettardi, Assilina præspira, Operculina canalifera, Orthophragmina Archiaci*, qui indiquent la présence du Lutétien.

Des faunes auversiennes ou priaboniennes ont été décrites par Toula [XXXVIII, 164] de Sotira et d'Aivadzik, au sud de Varna. Les espèces les plus caractéristiques sont ici : *Eupatagus ornatus, Serpula spirulæa, Bayania lactea, Natica Vulcani, Cerithium Diaboli, hexagonum, baccatum, Cassidaria carinata, Strombus Tournoueri*, associés à de petites Nummulites, à des Cyrènes et autres Lamellibranches.

On doit également à Toula la découverte, près de Bourgas, d'un niveau plus récent, marneux, que l'étude paléontologique, confiée à A. von Koenen [258], a fait attribuer au Lattorfien. Sur 23 espèces, dont plusieurs sont spéciales à Bourgas (*Cardita Suessi, Marginella Toulæ, Fuchsi, Chenopus rumelicus, Turritella Elisabethæ, Solarium Doræ*), 11 existent également dans le Tongrien inférieur de l'Europe septentrionale (*Pecten bellicostatus, Limopsis costulata, Dentalium acutum, Tornatella simulata, Cancellaria ovata, Ancilla unguiculata, Pleurotoma odontella*). Les analogies avec la faune lattorfienne d'Ekaterinoslav sont également très grandes.

Dobrogea. — Les couches nummulitiques des environs de Varna font déjà partie des régions tabulaires qui sont situées dans la concavité de la courbe par laquelle s'opère le raccordement des Karpates et des Balkans. Plus au nord, la Dobrogea roumaine présente les mêmes conditions. Le Nummulitique y est représenté, à Azarlâc et Titechoï, par un calcaire blanc crayeux à *Nummulites distans, Tchihatcheffi, atacicus*, etc.

Crimée. — Le Nummulitique de Crimée n'est pas sans analogies avec celui du Balkan oriental. Il débute par des calcaires et des marnes à Nummulites, qui reposent directement sur la Craie. On y a trouvé *Nummulites irregularis, distans, Tchihatcheffi, atacicus* var. *rotularia, Assilina granulosa*, [257], *Amblypygus dilatatus, Conoclypeus conoideus, Echinolampas subcylindricus, Spondylus striatus, Corbis subpectunculus, Venericardia multicostata, Turritella*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

imbricataria, *Mitra terebellum*, *Voluta labrella*. Il est probable que ces calcaires correspondent à tout le LUTÉTIEN.

Les calcaires sont recouverts par des marnes noires, qui n'ont fourni que quelques petits Foraminifères, ou immédiatement par des marnes blanches, très fossilifères aux environs de Sébastopol, où elles renferment, d'après C. de Vogdt [259], *Nummulites Ramondi* (?), *Assilina mamillata*, *exponens*, *Clavulina Szaboi* et d'autres Foraminifères, *Bourgueticrinus*, *Pentacrinus*, *Serpula spirulæa*, *Anomia intusstriata*, *Pecten corneus*, *biarritzensis*, *Lima nummulitica*. On est là incontestablement en présence de l'AUVERSIEN.

Au-dessus viennent encore les argiles noires de la vallée de l'Alma, avec Foraminifères, dont 9 sur 11 appartiennent à des espèces de l'argile à septaria de l'Allemagne du Nord, *Cardita Kickxi*, *Pleurotoma Waterkeyni*, *Selysi*, espèces qui indiquent la présence du TONGRIEN et qui permettent de conclure, ici comme à Bourgas, à des affinités avec le Nord de l'Europe.

Caucase. — Contrairement à ce qui a lieu en Crimée, les calcaires à Nummulites sont totalement inconnus sur le versant septentrional du Caucase, où la série nummulitique débute par des grès et des marnes à Fucoïdes d'âge indéterminé. Ils sont recouverts par des argiles schisteuses à *Meletta sardinites*, *Zeus colchicus*, etc., probablement tongriennes.

Sur le versant méridional, par contre, des grès calcaires très fossilifères s'intercalent au milieu du faciès Flysch et l'on y a signalé de nombreuses Nummulites, des *Orthophragmina*, *Conoclypeus conoideus*, *Cancer Desmaresti*. Malheureusement toutes les listes qui ont été publiées sont sujettes à revision [XXXVIII, 62 *bis*]. Dans la partie supérieure, on retrouve les schistes à *Meletta*, vraisemblablement tongriens. Toutes ces couches sont fortement plissées et supportent en discordance des couches néogènes.

Hongrie centrale. — Après avoir suivi l'arc karpatique depuis Vienne jusque dans ses prolongements les plus orientaux, il nous reste à parler des régions comprises entre cette zone de plissements et l'arc Dinarique. Nous rencontrons tout d'abord, dans le Centre de la Hongrie, une chaîne de collines, la Forêt Bakonienne (Bakony hegység), où les affleurements nummulitiques sont cantonnés sur le versant nord ou est et s'étendent de là jusqu'à Gran (Esztergom), sur le Danube, les collines de Budapest constituant une zone un peu plus interne, où les dépôts affectent souvent un faciès différent de celui de la zone principale. On y rencontre une des séries nummulitiques les plus complètes que l'on connaisse en Europe. Elle est classique depuis les travaux de Hantken [261-264] et de Hébert et Munier-Chalmas [209].

Le GROUPE ÉONUMMULITIQUE est représenté exclusivement par des formations fluvio-lacustres et fluvio-marines. On y distingue :

1° les *couches de Tokod*, près de Gran, composées de calcaires marneux, alternant avec des marnes et des bancs de lignites et renfermant *Congeria eocenica*, *Cyrena grandis*, *Bithinia carbonaria*, *Pyrgulifera gradata*, *Melanopsis doroghensis*, ainsi que des *Unio*, des *Chara*;

2° couches argileuses à *Cerithium Hantkeni*, renfermant en outre, à Tokod et Dorogh, *Anomia gregaria*, *Cytherea hungarica*, *doroghensis*, *Natica incompleta*, *perusta*, *Fusus polygonus*, *minax*, et remplacées, à Ajka, sur le bord de la Forêt Bakonienne, par des argiles qui reposent directement sur des couches lacustres crétacées et qui ont fourni *Cerithium calcaratum*, *Hantkeni*, *Pyrgulifera gradata*, *Melanatria Hantkeni* [265].

Le GROUPE MÉSONUMMULITIQUE est presque entièrement constitué par des formations marines. On y a établi les subdivisions suivantes, basées principalement sur la distribution verticale des Nummulites :

LUTÉTIEN. 1° couches à *Nummulites lævigatus*, calcaires marneux assez puissants,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

dans la Forêt Bakonienne, avec *Lucina baconica*, *Cardium Wiesneri*, *Bayania lactea*, *Velates Schmiedelianus*, *Delphinula lima*, *Natica hybrida*, *cochlearis*, *Cerithium urkutense*, *Mitra neuhüttensis*, *Clavilithes Noæ*, remplacés, dans la région de Gran, par des marnes et des argiles à *Nummulites suplanulatus*, Operculines et Entomostracés;

2° couches à *Nummulites aturicus* et *Lucasanus*, représentées, dans la Forêt Bakonienne, par des calcaires compacts avec *Nummulites millecaput*, nombreux Échinides (*Psammechinus nummuliticus*, *Amblypygus dilatatus*, *Conoclypeus conoideus*, *Echinolampas ellipticus*, *Suessi*) et Mollusques mal conservés (*Ostrea gigantea*, *Velates Schmiedelianus*); dans la région de Gran, par des calcaires marneux et des marnes, où abondent les Nummulites et les Zoanthaires, tandis que les Échinides et les Mollusques (*Corbula exarata*, *Voluta subspinosa*) sont rares.

Auversien. Couches à *Nummulites striatus*, composées, aux environs de Tokod, Dorogh, Bajna, Pisko, de grès, d'argiles et de marnes, partout directement superposées aux couches précédentes et renfermant les Mollusques les plus caractéristiques de la faune de Roncà (*Diastoma costellatum*, *Cerithium calcaratum*, *corvinum*, *Pyrena combusta*, *Fusus roncanus*, *Strombus Tournoueri*) et quelques espèces spéciales (*Ostrea supranummulitica*, *Lucina Haueri*, *Cytherea Petersi*, *Turritella elegantula*, *vinculata*, *Cerithium hungaricum*, *Buccinum Hörnesi*) [260]; remplacées, à Labatlan, par des couches fluvio-marines avec lignites et Cyrènes; aux environs d'Ajka, par des couches, renfermant encore *Nummulites aturicus*, qui réalisent le passage insensible du Lutétien au Priabonien.

Priabonien. Oppenheim [197] signale la présence, à Tokod, de *Cytherea Vilanovæ*, *Cardita bericorum*, *Cerithium Diaboli*, espèces qui semblent indiquer l'existence, à la base du Priabonien, de couches saumâtres analogues à celles de la Granella, de Faudon et des Diablerets.

Les couches à *Nummulites Tchihatcheffi*, qui, dans le comitat de Gran, reposent sur les couches à *Nummulites striatus*, sont rangées par Munier-Chalmas à la base de son Priabonien, bien qu'on y ait indiqué la présence de *Nummulites millecaput*, qui d'ordinaire est cantonné dans le Lutétien. On y trouve surtout, de même que dans la Forêt Bakonienne, *Bourguetierinus Thorenti*, *Serpula spirulæa*, *Terebratulina semistriata* et de nombreuses *Orthophragmina*.

Le Priabonien supérieur est représenté par les calcaires marneux de Bude à *Clavulina Szaboi*, avec nombreux Foraminifères de petite taille, Crinoïdes, Bryozoaires, *Terebratulina tenuistriata*, *Pycnodonta Brongniarti*, *Pecten Thorenti*, *Chenopus hæringensis* [262].

Groupe Néonummulitique. Au début du Tongrien, le régime saumâtre s'établit de nouveau dans la région de Gran. Les marnes à *Clavulina Szaboi* sont directement recouvertes par des argiles associées à des lits de calcaires, de grès, de lignites, où l'on rencontre *Congeria Brardi*, *Cyrena convexa*, *Cerithium plicatum*, *margaritaceum*. Au-dessus viennent des sables et des grès à *Pectunculus*, qui renferment, notamment à Török-Balint, une faune marine, avec les espèces suivantes : *Avicula stampinensis*, *Pecten pictus*, *textus*, *Nucula piligera*, *Pectunculus obovatus*, *Cytherea incrassata*, *Cyprina rotundata*, *Cardita paucicostata*, *Cardium cingulatum*, *Tellina Nysti*, *Panopæa Menardi*, *Pholadomya Puschi*, *Psammobia aquitanica*, *Dentalium Kickxi*, *Natica helicina*, *Turritella Geinitzi*, *Chenopus speciosus*, *Pleurotoma Duchasteli*, *regularis*, *Cancellaria evulsa*. L'analogie de cette faune avec celle du Tongrien supérieur de Cassel et la présence de plusieurs espèces néogènes au milieu d'une grande majorité de types oligocènes ont conduit Th. Fuchs à ranger ces couches, non dans le Rupélien, mais dans son étage Chattien.

Transylvanie. — Dans l'Est du royaume de Hongrie se trouve un bassin tertiaire très étendu, délimité à l'ouest par le massif central de Transylvanie, dont la signification tectonique nous échappe encore; au nord, par le Flysch du bord interne des Karpates; à l'est, par la chaîne volcanique de Hargitta; au sud, par la chaîne cristalline des Karpates roumaines. Les dépôts nummulitiques n'apparaissent guère que sur le bord nord-ouest du bassin, ailleurs ils sont presque partout débordés par les terrains néogènes transgressifs. Ils forment les collines de Meszeshegység et celles des environs de Koloszvár (Klausenburg). A. Koch [266] leur a consacré un important mémoire. Voici, sommairement résumée, d'après cet auteur, la succession que l'on observe dans ce curieux bassin, dont la formation est postérieure aux plissements qui ont affecté les régions périphériques :

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Éonummulitique. Argiles bariolées très puissantes, absolument dépourvues de restes organiques, reposant en discordance sur le Crétacé supérieur (couches de Gosau) ou sur les schistes cristallins.

Mésonummulitique. 1° Calcaires d'eau douce, avec Paludines, Planorbes, Limnées spécifiquement indéterminables.

2° Calcaires marneux à *Nummulites aturicus*, alternant avec des bancs de gypse et d'argile sableuse et renfermant de nombreux Foraminifères (*Miliolidæ*, *Nummulites aturicus*, *Lucasanus*, *contortus-striatus*, *variolarius-Heberti*), des Échinides (*Psammechinus Gravesi*, *Sismondia occitanica*, *Eupatagus Haynaldi*), des Bryozoaires, de nombreux Lamellibranches (*Pycnodonta Esterházyi*, *Brongniarti*, *Ostrea multicostata*, *Spondylus radula*, *Vulsella Kochi*, *Crassatella plumbea*, *Corbula gallica*, *Panopæa corrugata*), des Gastéropodes (*Turritella imbricataria*, *Velates Schmiedelianus*, *Bulla striatella*, *Cassidaria nodosa*, *Cerithium cornucopiæ*, *Fusus subcarinatus*), des Ostracodes abondants et des restes de Poissons. L'attribution au Lutétien ne saurait faire de doute. Des formations analogues ont été décrites à Porcesd, au S.E. de Hermannstadt, et à Rodna, en lambeaux adossés aux schistes cristallins.

3° Calcaire grossier inférieur et marnes à huîtres, avec *Lithothamnium*, Échinides, Bryozoaires, *Terebratulina parisiensis*, *Ostrea multicostata*, *cymbula*, *Pecten subimbricatus*, *Vulsella Kochi*, *Turritella imbricataria*, dents de Squales (Auversien).

4° Argiles bariolées et banc de calcaire d'eau douce avec Limnées et Planorbes indéterminables.

5° Calcaire grossier supérieur, avec bancs de gypse et de marnes, nombreux Foraminifères de petite taille, Échinides très caractéristiques (*Cœlopleurus equinus*, *Liopedina Samusi*, *Echinanthus scutella*, *Echinolampas giganteus*, *Hemiaster nux*, *Schizaster Archiaci*, *Eupatagus crassus*), Mollusques mal conservés, Ostracodes abondants, pinces de Décapodes, dents de Squales. C'est par ces couches qu'Oppenheim [214] fait débuter le Priabonien.

6° Couches à *Nummulites Fabianii :* calcaires marneux, renfermant en abondance cette espèce, ainsi que *Nummulites vascus-Boucheri*, *Bouillei*, des Échinides (*Liocidaris itala*, *Sismondia rosacea*, *Laganum transilvanicum*, *Echinolampas Escheri*), des Mollusques (*Spondylus Buchi*, *Pecten Thorenti*, *Cardita Lauræ*, *Cerithium Verneuili*), *Serpula spirulæa*, *Palæocarpilius macrochilus*.

7° Marnes à Bryozoaires, avec Foraminifères de petite taille et Nummulites, Orthophragmines, Crinoïdes, *Terebratulina tenuistriata*, Lamellibranches (*Spondylus Buchi*, *Pecten Thorenti*, *corneus*, *Cardita Lauræ*, *Lucina inornata*, *Cyrena incompta*), Gastéropodes (*Turritella asperula*, *Diastoma costellatum*, *Fusus*, *Voluta*, etc.), Crustacés. C'est exactement l'équivalent des marnes de Bude, c'est-à-dire du Priabonien supérieur.

Néonummulitique. 1° *Couches de Hója :* calcaires marneux, avec *Nummulites intermedius-Fichteli*, *Pecten Thorenti*, *corneus*, *Cyprina compressa*, *Cytherea incrassata*, *Psammobia pudica*, *Turritella asperula*, *Cerithium trochleare*, *plicatum*, *margaritaceum*, *Natica crassatina*, *Solarium plicatum*, *Diastoma costellatum*.

2° *Couches de Révkörtvélyes :* argiles avec lignites et bancs de calcaire d'eau douce, renfermant une faunule saumâtre (*Congeria Brardi*, *Corbula Mayeri*, *Cyrena semistriata*, *Eburna Caronis*, *Natica angustata*, *Diastoma costellatum*, *Cerithium margaritaceum*, *plicatum*) et une faunule d'eau douce (*Hydrobia*, *Limnæa*, *Planorbis*).

3° *Couches de Méra :* alternances d'argiles et de grès avec *Lithothamnium*, *Scutella subtrigona*, *Eupatagus Pavayi*, *Ostrea cyathula*, *flabellula*, *Cardium transylvanicum*, *Cyrena semistriata*, *convexa*, *Venus Aglauræ*, *Cytherea incrassata*, *Eburna Caronis*, *Cerithium margaritaceum*, *Natica crassatina*, *angustata*, *Melania striatissima*.

4° *Couches de Nagy-Ilonda :* marnes feuilletées et argiles sableuses, avec *Cardium Lipoldi*, Ostracodes, écailles de *Meletta*.

5° *Couches de Forgácskút :* grès et argiles avec lignites, renfermant *Congeria Brardi*, *Cyrena semistriata*, *Melania Escheri*, *Melanopsis Hantkeni*, et des restes d'*Anthracotherium* et d'*Elotherium magnum*.

6° *Couches de Felleyvár :* grès avec Cyrènes et Corbules.

7° *Couches de Zsombor :* argiles à lignites, avec *Ostrea cyathula*, *Cyrena semistriata*, *Melanopsis Hantkeni*, *Cerithium plicatum*, *margaritaceum*, *Anthracotherium magnum*.

Les couches 5 à 7, que Koch attribue à l'étage Aquitanien, c'est-à-dire à la base du Néogène, correspondent exactement au Chattien de la vallée du Rhin et de la Haute-Bavière. Les couches sous-jacentes représentent évidemment le Lattorfien et le Rupélien.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Bosnie orientale et Serbie occidentale. — Le Nummulitique du Nord-Est de la Bosnie n'appartient pas à la même zone tectonique que les régions qui confinent à la Dalmatie. Le Lutétien y est transgressif, il est constitué par un Flysch à Fucoïdes, avec intercalations lenticulaires de calcaires, dans lesquelles Oppenheim [197] signale *Nummulites lævigatus-Lamarcki* et *atacicus*, ainsi que des Mollusques caractéristiques de l'étage. D'autres niveaux renferment une faune lagunaire, avec *Natica vitellius*, *incompleta*, *Melania majevitzæ*, *Melanopsis doroghensis*, *Cerithium* pl. sp. L'analogie avec le Nummulitique de la Hongrie centrale est frappante, mais les renseignements sur la succession des faunes sont ici extrêmement confus. La présence du Priabonien et du Tongrien est loin d'être démontrée.

Le Flysch forme, dans la Serbie occidentale, deux zones étroites, sur lesquelles les données précises font encore défaut [XXXVIII, 161].

Macédoine et Roumélie. — Contrairement à ce qui a lieu en Bosnie, ce sont les niveaux supérieurs du Nummulitique qui sont représentés en Macédoine. Cvijić a recueilli à Precista, dans des marnes, une série de fossiles étudiés par Oppenheim [267] et comprenant *Orthophragmina stellata*, de nombreux Zoanthaires, *Ostrea gigantea*, *Cytherea Vilanovæ*, *hungarica*, *Trochus Renevieri*, *Natica vapincana*, *Bayania Stygis*, *Cerithium semigranulosum*, *plicatum*, *vivarii*, *pentagonatum*. C'est là incontestablement une faune priabonienne. Le Tongrien existe à Bela, près Kočane, et à Orizari, dans le Nord de la Macédoine, où Cvijić a découvert une riche faune qui présente, notamment en ce qui concerne les Zoanthaires, les plus grandes affinités avec celle de Castelgomberto, dans le Vicentin. Oppenheim [245] cite en outre *Trachypatagus Meneghinii*, *Eupatagus minutus*, *Ostrea gigantea*, *Pecten Boucheri*, *Spondylus cisalpinus*, *Lima Maraschinii*, *Cytherea incrassata*, *Trochus Lucasanus*, *Natica crassatina*, *angustata*, *gibberosa*, etc.

Le bassin de Haskovo, dans la Roumélie orientale, entre la Marica et les monts Rhodope, a fait l'objet, de la part de Bontscheff [268], d'une intéressante étude. La série nummulitique y débute par des grès sans fossiles, qui reposent directement sur les gneiss et supportent des couches calcaires. Celles-ci ne renferment, dans la partie inférieure, que des espèces indifférentes. Au-dessus viennent des couches qui ont fourni *Nummulites intermedius-Fichteli*, *Operculina canalifera*, des Zoanthaires, *Schizaster rimosus*, *Pecten subarbicularis*, *Velates balcanicus* et d'autres Mollusques peu caractéristiques. Un troisième niveau contient de nombreux Zoanthaires appartenant à des espèces tongriennes : *Hypsopatagus Meneghinii*, *Spondylus cisalpinus*, *Ostrea gigantea*, *cyathula*, *Mytilus bulgaricus*, *Natica cepacea*, etc. Il semble que l'ensemble corresponde aux deux étages inférieurs du Tongrien, la base étant peut-être d'âge priabonien.

Des calcaires blancs, d'âge plus ancien que les couches précédentes, ont été signalés plus à l'est, dans la région d'Andrinople, où P. de Tchihatcheff a recueilli jadis, à Kadin-Kevi et à Saint-Georges, les espèces suivantes, déterminées par le vicomte d'Archiac : *Nummulites Tchihatcheffi*, *Rütimeyeri*, *granulosus*, *Operculina thracensis*, *Orthophragmina submedia*, *stellata*, *radians*, *ephippium*, *Phyllocœnia Verneuili*, *Bourgueticrinus Thorenti*, *Ostrea rarilamella*, *Pecten Phalæna*, *Spondylus subspinosus*, *Pleurotomaria kadinkeviensis*, *Ranina Tchihatcheffi*.

Thessalie. —A. Philippson a recueilli en 1893 une faune incontestablement tongrienne, étudiée par Oppenheim [269], dans des couches qui, à Sinou Kerasia, dans le Nord de la Thessalie, sont intercalées au milieu d'une formation détritique transgressive, dont font partie également les

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

conglomérats qui supportent les célèbres couvents des Météores. Les espèces les plus communes sont *Congeria Basteroti*, *Cytherea incrassata*, *Neritina Philippsoni*, *Cerithium plicatum*, *margaritaceum*. Plusieurs de ces espèces, avec, en outre, *Arca albanica*, *Natica crassatina*, *Melanopsis clava*, ont été trouvées, dans la même formation, à Koriča, dans l'Est de l'Albanie.

D'après Penecke [270], un niveau plus élevé renfermerait, aux environs de Kalampáka, en Thessalie, à côté de *Cytherea incrassata*, *Potamides margaritaceus* et *plicatus*, des espèces néogènes, telles que *Pecten miocænicus*, *Cytherea ericina*, *Corbula gibba*, *carinata*. C'est probablement un représentant, non de l'Aquitanien, mais de l'étage Chattien.

La transgression néonummulitique paraît donc être un phénomène général dans le Centre de la péninsule Balkanique. Elle permet d'assigner un âge maximum aux plissements qui ont affecté cette région, car le Tongrien repose en couches presque horizontales sur la tranche des formations antérieures, d'ailleurs généralement antémésozoïques.

Le Nummulitique n'est connu d'une manière certaine ni en Attique ni en Eubée.

Th. English [270 *bis*] a rencontré par contre des calcaires à Nummulites à Vernitza, sur la rive nord du golfe de Saros, et au mont Élie, sur la côte septentrionale de la mer de Marmara. R. Holland y a reconnu la présence de *Nummulites Dufrenoyi* et *distans*.

Le Tongrien, caractérisé par *Cyrena semistriata* et *Anthracotherium minus*, est représenté, d'après English, dans la région des Dardanelles, par une formation lacustre, composée de grès, de schistes et d'argiles, avec lignites et empreintes végétales, qui atteint un millier de mètres d'épaisseur.

Bord méridional et occidental de la Méditerranée. — Laissant pour le moment de côté les dépôts nummulitiques de l'Asie Mineure, qui appartiennent à la même zone isopique que ceux de la péninsule des Balkans, nous allons aborder l'étude des affleurements situés sur le bord méridional et occidental de la Méditerranée, passant en revue, de l'est à l'ouest, les régions où le Nummulitique est représenté, c'est-à-dire l'Égypte, la Tunisie, l'Algérie, le Maroc septentrional, l'Andalousie, puis les Baléares, la Sardaigne et la Corse.

Égypte. — Nous commençons par l'Égypte, car la stratigraphie y est plus claire, les couches ayant à peu près conservé leur horizontalité primitive, et les faunes y sont plus riches et mieux étudiées qu'en Algérie. Elles ont fait l'objet d'une série de belles publications, commencées sous la direction de K. A. von Zittel [XXXVIII, 243; 271], auxquelles sont venues s'ajouter les notes stratigraphiques de Fourtau, de Mayer-Eymar et de Blanckenhorn [272].

On a vu plus haut (p. 1411) que le passage du Crétacé au Tertiaire s'opère, dans une partie de l'Égypte, et en particulier dans les Grandes Oasis, d'une manière tout à fait insensible. Le Montien correspond à la base d'une série dont Zittel a fait son étage Libyen et qui comprend la totalité du groupe Éonummulitique.

La partie inférieure de cette formation est constituée par des alternances de calcaires et de marnes, atteignant environ 200 m d'épaisseur. On y trouve de nombreux Foraminifères, tels que *Heterostegina ruida*, *Operculina libyca*, *Alveolina decipiens*, *Assilina minima*, *Nili*, *Nummulites deserti*, *Guettardi* var. *antiqua*, un Alcyonaire, *Graphularia desertorum*, des Échinides (*Conoclypeus Delanouei*, *Hemiaster Schweinfurthi*, *Linthia cavernosa*), des Lamellibranches (*Ostrea aviola*, *Lucina thebaica*).

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

La partie supérieure est à l'état de calcaires à silex, renfermant également de nombreux Foraminifères, tels que *Fabularia Zitteli*, *Alveolina oblonga*, *frumentiformis*, *Orbitolites complanatus*, *Nummulites biarritzensis*, *variolarius*, *Lucasanus*, et *Graphularia desertorum*, associés à des Échinides (*Sismondia Logothei*, *Hypsopatagus Lefebvrei*), à des Mollusques (*Ostrea multicostata*, *Turritella ægyptiaca*) et à des Décapodes brachyoures (*Calliannassa nilotica*).

Les Foraminifères de ces deux niveaux appartiennent en grande partie à des groupes qui, en Europe, n'apparaissent en général qu'avec le Lutétien. Mais l'équivalent de cet étage se rencontre en Égypte au-dessus de l'étage Libyen. C'est la partie inférieure des *couches du Mokattam*, ainsi nommées d'après une montagne située près du Caire. On retrouve également cet horizon dans les Grandes Oasis. Ses calcaires et ses marnes renferment de nombreux Foraminifères (*Biloculina*, *Dictyoconos*, *Operculina*, *Nummulites*), parmi lesquels *Nummulites gizehensis* est l'espèce la plus caractéristique. Elle était déjà connue des Anciens, car Hérodote et Strabon avaient été frappés de son abondance dans le calcaire dont est construite la Grande Pyramide de Gizeh. Parmi les Échinides on doit citer notamment *Conoclypeus conoideus*, qui, dans toute l'Europe méridionale, caractérise le Lutétien et qui est accompagné ici de plusieurs espèces des genres *Echinolampas* et *Schizaster*. Les Mollusques sont non moins abondants (*Gryphæa Gümbeli*, *Cytherea parisiensis*, *Corbis lamellosa*, *Velates Schmiedelianus*, *Natica cepacea*, *Cypræa elegans*, *Aturia zigzag*). Les Cétacés sont représentés par des types primitifs d'*Archæoceti*, *Protocetus* et *Eocetus*.

Les couches supérieures du Mokattam semblent représenter l'Auversien. Ce sont des calcaires et des marnes, associés quelquefois à des grès. On y trouve des Nummulites spéciales, des Zoanthaires, un curieux Hydrozoaire, *Qerunia cornuta*, des Échinodermes (*Anisaster gibberulus*, *Echinolampas Crameri*, *africanus*, *Sismondia Sæmanni*), des Lamellibranches (*Carolia*, *Ostrea*, *Plicatula*, *Lucina*), des Gastéropodes (*Turritella carinifera*, *obruta*, *Cassidaria nodosa*).

Les couches du Mokattam reposent, dans tout le Nord de l'Égypte, directement sur le Maestrichtien, le Danien et l'Éonummulitique faisant défaut. La continuité entre le Crétacé et le Nummulitique n'existe que dans des régions plus méridionales, au sud des Pyramides. Les termes supérieurs du Nummulitique semblent également manquer dans le Nord de l'Égypte, si l'on fait abstraction du Fayoum, sur lequel nous reviendrons plus tard. Dans le désert Libyque, par contre, et en particulier dans l'oasis d'Aradj, la série se termine par des calcaires à *Lithothamnium*, renfermant *Nummulites Fabianii*, *Orthophragmina ephippium*, *Echinolampas Perrieri*, *Clypeaster Breunigi*, *Pecten biarritzensis*, *Turritella angulata*. C'est incontestablement un équivalent du Priabonien et la présence d'*Ostrea ventilabrum* ne saurait constituer un argument en faveur de l'attribution de ces couches au groupe Néonummulitique, à l'Oligocène.

Tunisie. — Dans tout l'espace compris entre l'Égypte et la Tunisie, il ne semble pas exister de vestiges de la mer nummulitique, en revanche il s'en trouve de très importants dans tout le territoire de la Régence, excepté dans l'Extrême-Sud. Ils couvrent de grandes étendues dans le Nord, en particulier dans la Kroumirie, où leur étude est à peine ébauchée; dans le Centre et le Sud, par contre, ils subsistent sous la forme de témoins conservés dans les synclinaux, au milieu des dépôts crétacés.

Dans la Tunisie centrale, les beaux travaux de Pervinquière [XXXVIII, 37] nous ont fait connaître une série nummulitique puissante, dont les divers termes peuvent être assimilés aux grandes divisions du système, sans que

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

toutefois il soit possible de pousser jusque dans le détail la comparaison avec les étages de l'Europe méridionale.

Le GROUPE ÉONUMMULITIQUE ne dépasse pas au sud la latitude de Thala. Partout où il est représenté, il fait suite en continuité au groupe Néocrétacé. Il débute toujours par des marnes argileuses, tandis que sa partie supérieure présente deux facies juxtaposés presque sans transition : des calcaires massifs très épais, où pullulent les Nummulites, dans la région des Kalaas et des Hamadas, c'est-à-dire dans l'Ouest et sur le bord méridional de la zone éonummulitique; des calcaires en bancs minces, bien réguliers, à Globigérines et sans Nummulites, dans la région située au N.E. d'une ligne allant de Souk-el-Arba à Kairouan. La région où règne le faciès à Nummulites est remarquable par la présence assez constante, à la base des calcaires, d'un niveau de phosphate de chaux d'épaisseur variable, exploité notamment à la Kalaa-es-Snam et à la Kalaa-Djerda

Les fossiles, outre *Nummulites gizehensis* et *Rollandi*, sont rares. On signale une espèce du genre *Terebratulina*, *Ostrea multilamella* et *multicostata*, d'autres Mollusques à l'état de moules internes et quelques dents de Squales.

Le GROUPE MÉSONUMMULITIQUE, qui, dans le nord de la Tunisie centrale, fait suite en concordance au groupe Éonummulitique, est transgressif vers le sud et repose alors directement, et quelquefois en discordance sur l'un ou l'autre terme du Crétacé. Il est constitué par des marnes très puissantes, qui peuvent être remplacées partiellement à la partie inférieure par des calcaires grossiers. La faune, qui a beaucoup d'analogies avec celle du Mokattam, comprend surtout des Échinides (*Echinolampas Goujoni*, *Cassidulus amygdala*, *Thagastea Wetterlei*, *Anisaster gibberulus*, *Schizaster africanus*) et des Mollusques (*Ostrea bogharensis*, *Clot Beyi*, *Carolia placunoides*, *Turritella obruta*, *Thersitea strombiformis*).

On avait attribué au Priabonien des grès et des argiles, très fossilifères au Baten et au Cherichira, près Kairouan, dont les relations avec les couches précédentes sont encore mal connues, mais leur faune renferme, comme l'a montré J. Boussac [278], outre quelques espèces spéciales (*Echinolampas cherichirensis*, *Eupatagus Meslei*, *Pecten tunetanus*, *Pyrula antiqua*), des espèces essentiellement oligocènes, telles que *Scutella striatula*, *Clypeaster biarritzensis*, *Pecten arcuatus*, *Latrunculus Caronis*. On est donc en présence du groupe NÉONUMMULITIQUE, constitué, dans le Nord de la Tunisie, par des grès sans fossiles.

Dans les chaînes du Sud de la Régence, on voit reparaître le groupe Éonummulitique, ici aussi parfaitement concordant avec le Néocrétacé, auquel il passe insensiblement par des couches peu fossilifères. Roux [273] y distingue, à la base, des calcaires siliceux et des lumachelles, avec *Ostrea strictiplicata*, *punica*, *Cardita Coquandi*. Puis viennent les couches renfermant le riche niveau de phosphate de Gafsa, découvert par Ph. Thomas. On n'y a trouvé que quelques Mollusques (*Ostrea strictiplicata*, *multicostata*, *Thersitea*), des Poissons et des restes de grands Reptiles (*Dyrosaurus*, *Cimoliosaurus*). Des calcaires siliceux séparent les couches à phosphate du groupe Mésonummulitique, constitué par des gypses avec calcaires en bancs minces interstratifiés, et par des alternances de marnes et de calcaires, avec *Ostrea multicostata* et *Carolia placunea*. Le groupe Néonummulitique paraît faire défaut.

Algérie. — Les dépôts nummulitiques de l'Algérie offrent de grandes analogies avec ceux de la Tunisie, toutefois la répartition géographique des divers termes est assez particulière pour nécessiter une étude approfondie, justifiée d'ailleurs par l'importance des travaux qui ont été consacrés à certaines régions.

Dans une zone littorale, qui s'étend jusque dans le Nord de la Tunisie, la Kabylie du Djurjura a seule fait l'objet de travaux de détail. É. Ficheur [274] a montré que, dans cette région, le groupe Éonummulitique ou Suessonien faisait entièrement défaut, mais que, par contre, le Mésonummulitique ou Parisien, transgressif sur des termes quelconques de la série secondaire, y présentait un important développement. Il y distingue les termes suivants :

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

1° Argiles schisteuses, verdâtres ou violacées et marnes blanches ou grises, avec intercalations de bancs de calcaires compacts ou bréchoïdes, de grès et de poudingues à éléments de toute dimension. Fossiles rares : *Nummulites distans, djurjurensis, lævigatus, aturicus, Serpula spirulæa.*

2° Calcaires souvent transgressifs, jaunâtres, très durs, formant des rochers escarpés, associés à des calcaires bréchoïdes et à des marnes. Foraminifères très abondants : *Alveolina elliptica, Nummulites aturicus, kabylianus, Munieri, Assilina granulosa.*

3° Grès et poudingues, discordants sur les couches précédentes, auxquelles elles ont emprunté leurs éléments. Foraminifères localisés dans quelques bancs : *Nummulites aturicus, Rouaulti, Assilina exponens.*

4° Argiles et grès à Fucoïdes, analogues au Flysch, discordants et transgressifs (étage *Medjanien* de Ficheur).

5° Argiles, grès et calcaires marneux à Fucoïdes, discordants et transgressifs, surmontés par des grès quartzeux en bancs épais, connus sous le nom de *grès de Numidie* (étage *Numidien* de Ficheur).

6° Poudingues et grès, discordants et transgressifs, surmontés de poudingues et de grès (étage *Dellysien* de Ficheur).

Il est incontestable que les couches 1-3 représentent le Lutétien avec les deux niveaux à Nummulites que l'on distingue dans l'Europe méridionale.

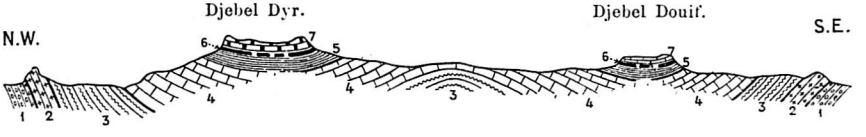


Fig. 421. — Coupe prise au nord-ouest de Tébessa, à travers le Djebel Dyr et le Djebel Kouif (d'après J. Blayac).

1, Cénomanien; 2, Turonien; 3, Sénonien inférieur; 4, Sénonien supérieur; 5, marnes sénoniennes; 6, couches de phosphate; 7, calcaires compacts à Nummulites.

Quant aux couches supérieures, Ficheur attribue 4 et 5 à l' « Éocène supérieur » et 6 à l' « Oligocène ». Ces assimilations sont vraisemblables, mais elles ne sont basées jusqu'ici sur aucune détermination paléontologique certaine.

Les mêmes termes ont été rencontrés à l'ouest et à l'est du Djurjura dans la zone littorale et il semble qu'on les retrouve vers l'est jusque dans les environs de Tunis. Par contre, ils ne sont que partiellement représentés au sud du Tell, dans la région des Hauts Plateaux, où toutefois la série se complète par en bas, par l'apparition du groupe Éonummulitique, que les géologues algériens décrivent avec raison sous le nom de Suessonien. On est d'ailleurs ici dans le prolongement direct de la région septentrionale de la Tunisie centrale et les phosphates occupent le même niveau dans les deux pays.

La coupe de Soukarras est la reproduction de celle du Dyr du Kef. Le Suessonien y est représenté par des couches souvent fossilifères. Ainsi, au djebel Bardou, des calcaires en bancs épais, renferment des fossiles silicifiés d'une belle conservation (*Lucina, Cardita, Arca, Natica, Mesalia, Tritonidea, Tritonium, Cancellaria, Fusus, Mitra, Surcula, Pleurotoma, Drillia*), parmi lesquels se trouvent plusieurs espèces du Suessonien d'Égypte [274 *bis*]. Plus à l'ouest, le même étage renferme, autour de Sétif et aux environs de Boghar, les mêmes espèces caractéristiques qu'en Tunisie : *Nummulites planulatus, gizehensis, Rollandi, Ostrea multicostata.* On a attribué quelquefois au Suessonien des marnes avec bancs de calcaire grossier, qui font suite au calcaire à Nummulites et qui renferment *Echinolampas Goujoni* et *Tha-*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

gastea Wetterlei, mais Blayac a fait remarquer avec raison que ces deux Échinides caractérisent en Tunisie la base du Lutétien. Il a pu constater en outre que, au sud et à l'est de Soukarras, ces mêmes couches sont transgressives et s'étendent d'abord sur les calcaires à Inocérames du Sénonien (fig. 421), ensuite sur le Trias. C'est la répétition exacte de ce qui se passe dans la Tunisie centrale, mais les éléments font encore défaut pour affirmer la présence du Lutétien plus à l'ouest, dans les provinces d'Alger et d'Oran. De même, les grès medjaniens et numidiens, dont on trouve encore des témoins assez étendus dans la région de Soukarras, sont inconnus plus à l'ouest sur le bord méridional des Hauts Plateaux, où la dénudation n'a laissé subsister que des lambeaux en général peu étendus du Suessonien.

Dans l'Atlas Saharien on rencontre de nouveau le Suessonien et le Lutétien, faisant suite en concordance au Néocrétacé. C'est la continuation de la zone de la Tunisie méridionale. La succession des environs de Tébessa [275] et de Négrine [276] est très semblable à celle des environs de Gafsa. Dans la première de ces régions, qui est célèbre par ses gisements de phosphate de chaux, Blayac a observé la succession suivante :

1° marnes noires à *Ostrea eversa* et *multicostata;*
2° couches de phosphate de chaux alternant avec des bancs de calcaires marneux à rognons de silex, avec restes de Poissons, de Sauriens, de Crustacés;
3° calcaires compacts à rognons de silex, avec *Nummulites irregularis, Rollandi, planulatus, Thersitea ponderosa, Turritella carinifera.*

Aux environs de Négrine, L. Joleaud distingue :

1° une lumachelle, avec marno-calcaires à *Thersitea* et phosphates de chaux, en couches épaisses, vers la base;
2° gypses ou marnes vertes à *Carolia placunoides*, représentant le Lutétien.

On rencontre encore des dépôts éonummulitiques dans l'Aurès et dans les monts du Mzab, mais, à l'ouest d'une ligne allant de Bou-Saada à Laghouat, toute trace de couches marines d'âge nummulitique a disparu, probablement par suite d'une dénudation intense.

Il nous reste à dire quelques mots des dépôts nummulitiques que l'on rencontre dans l'ouest de la province d'Oran.[XXXVII, 59 *bis*]. Ils forment, au nord de la Tafna et à l'ouest de Sidi-Bel-Abbès, une vaste dépression synclinale et reposent en discordance sur les dépôts éocrétacés. L. Gentil y a distingué les formations suivantes :

1° marnes du Tessala, très fissiles, verdâtres, avec bancs calcaires peu fossilifères (*Nummulites planulatus, Pomeli, atacicus* var. *præcursor*), passant latéralement vers l'ouest à des grès, des poudingues et des calcaires à Nummulites (*N. gizehensis, Ehrenbergi, Echinolampas clypeolus, Clypeaster scutellæformis*);
2° grès des Sebaa Chioukh, presque dépourvus de fossiles;
3° grès d'Aïn Kihal, siliceux, alternant avec des bancs argileux.

A part les marnes du Tessala, dont l'attribution au Suessonien n'est pas douteuse, il n'est guère possible d'établir un parallélisme rigoureux de ces diverses assises avec celles du Nummulitique des provinces d'Alger et de Constantine.

Maroc. — Le Nummulitique est connu depuis longtemps aux environs de Tanger sous la forme de grès à Fucoïdes, que Brives [277] compare au Medjanien. Ils reposeraient en discordance sur des calcaires siliceux à *Nummulites aluricus* et à *Lithothamnium*, qui affleurent vers Ouazzan. Gentil [278] a observé dans l'Andjera, dans les grès à Fucoïdes, des intercalations len-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

ticulaires de calcaires gréseux, qui renferment, d'après les déterminations de J. Boussac, de petites *Orthophragmina* et *Nummulites Fabianii*. L'âge priabonien de ces grès n'est donc pas douteux.

Dans le Maroc méridional, Brives signale, sur le bord sud de la plaine de Marrakech, des argiles bleues ou blanches, surmontées de calcaires à silex, alternant avec des marnes qui renferment divers Mollusques et notamment des exemplaires de grande taille de *Thersitea*. Il y aurait là un représentant du Suessonien, où ce genre est confiné.

En *résumé*, on distingue dans les pays de l'Atlas plusieurs bandes isopiques parallèles, dirigées grossièrement E.-W., qui sont caractérisées chacune par des termes spéciaux. Ce sont, du nord au sud :

1° la zone du Tell, s'étendant de Tanger à Tunis, caractérisée par l'absence de l'Éonummulitique, la transgressivité et le beau développement du Lutétien, l'existence de plusieurs étages de grès, transgressifs et stratigraphiquement indépendants les uns des autres;

2° la zone septentrionale des Hauts Plateaux, où l'Éonummulitique fait suite en concordance au Néocrétacé et où les termes supérieurs sont incomplets;

3° une zone axiale, connue seulement en Tunisie et dans la province de Constantine, où le Lutétien repose en discordance sur les divers termes du Crétacé, voire sur le Trias;

4° la zone de l'Atlas Saharien, où l'Éonummulitique est de nouveau en concordance avec le Néocrétacé et où les termes supérieurs au Lutétien font entièrement défaut.

Les zones 2 et 4 peuvent être envisagées comme deux géosynclinaux, séparés par un géanticlinal, la zone axiale 3. Dans ces géosynclinaux, le régime marin fait place, à la fin du Lutétien, à un régime lagunaire, tandis que dans la zone 1, qui constitue le bord d'une grande terre émergée, située sur l'emplacement des fosses actuelles de la Méditerranée occidentale, la transgression débute au Lutétien et atteint son maximum à l'époque tongrienne. Il y a là, comme le fait remarquer L. Joleaud [276], une vérification de la loi qui régit les transgressions et les régressions marines.

Espagne méridionale. — Les grès priaboniens des environs de Tanger semblent avoir leur prolongement de l'autre côté du détroit de Gibraltar, dans la province de Cadix, mais l'étude stratigraphique détaillée de cette région est encore à faire.

Nous sommes mieux renseignés sur le Nummulitique des environs de Malaga, qui a été étudié par de nombreux géologues, en dernier lieu par M. Bertrand et W. Kilian [XXII, 9]. Il repose sur le Jurassique ou sur des schistes métamorphiques d'âge indéterminé. Il débute par des marnes grises ou violacées, remplies de Foraminifères et de Lamellibranches indéterminables. Puis viennent des grès grossiers à grains de quartz, avec *Nummulites atacicus* et de puissants calcaires blancs à Alvéolines. Les Nummulites sont très abondantes plus au nord, à Montefrio, dans la province de Grenade, où des marnes à *Serpula spiralæa* ont fourni notamment *Nummulites aturicus* et *Lucasanus*, ainsi que des Assilines. C'est là incontestablement du Lutétien.

Sur le bord méridional de la Meseta, R. Douvillé [XXXVIII, 45] a observé, près de Jaen, la superposition directe du Lutétien au Trias, sous la forme de marnes et de calcaires gréseux, renfermant des *Lithothamnium*, des Alvéolines, *Orthophragmina discus*, *stellata*, *Archiaci*, des Operculines et des Nummulites voisines de *N. atacicus*.

Dans la province d'Alicante, on ne connaît pas davantage le groupe Éonummulitique et c'est encore le Lutétien qui repose directement sur le Néocrétacé, mais le faciès n'est plus le même qu'en Andalousie, les Num-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

mulites (*N. millecaput, aturicus*) sont associées à de nombreux Échinides, décrits par Cotteau [279], particulièrement abondants dans des marnes noduleuses qui alternent avec des marnes vertes sans fossiles. Les espèces les plus communes, trouvées à Callosa, Alfaz, Benidorm, sont les suivantes : *Arachniopleurus reticulatus*, espèce du Nummulitique de l'Inde, *Amblypygus dilatatus*, *Conoclypeus Vilanovæ*, *Ditremaster nux*, *Linthia Heberti*, *Schizaster minimus*, *pyrenaicus*, *Prenaster alpinus*, *Micropsis Lusseri* [XXXVIII, 46].

Baléares. — A Majorque, le Lutétien repose en concordance sur une formation lacustre qu'Hermite rapporte à l' « Éocène inférieur ». De même qu'à Cabrera, il est constitué par des conglomérats et des calcaires, qui renferment notamment *Nummulites aturicus*, *Lucasanus*, *Assilina exponens*, *Ditremaster nux*, *Serpula spirulæa*. Au-dessus viennent des calcaires jaunes alternant avec des marnes, qui représentent les termes supérieurs du groupe Mésonummulitique, car Hermite y a recueilli *Nummulites contortus-striatus*, *intermedius*, *Cœlopleurus equinus*, *Pycnodonta Brongniarti*, associés à de nombreux Mollusques, malheureusement mal conservés [XXXIV, 57].

Le groupe Néonummulitique n'est connu à Majorque qu'en un seul point, à Andratx, où il a été découvert par L. M. Vidal [279 *bis*] sous la forme d'un lambeau de marnes avec intercalations de lits ligniteux contenant *Natica crassatina*, *Potamides rhodanicus* et d'autres Mollusques spécifiquement indéterminables.

Sardaigne. — Le Nummulitique marin n'est connu en Sardaigne que dans la partie orientale de l'île, où des calcaires à Nummulites, qui affleurent à Orosei et au Monte Cardiga, semblent représenter le Lutétien. Ailleurs, comme à Gonesa, des couches à lignites indiquent l'existence de bassins lacustres.

Corse. — Le Nummulitique joue un rôle beaucoup plus important en Corse, où il forme une bande discontinue suivant à peu près l'importante ligne tectonique qui sépare la Corse granitique de la Corse schisteuse (Schistes Lustrés liasiques). Il repose sur les terrains métamorphiques, sur le Trias, sur le Rhétien ou sur le Lias et accuse, comme ces terrains, les plus grandes analogies avec son équivalent dans la zone du Briançonnais. Aussi bien la zone médiane de la Corse doit-elle être envisagée comme la continuation directe de cette zone tectonique des Alpes occidentales.

La série débute, aux environs de Palasca, par un poudingue à gros éléments porphyriques, granitiques, granulitiques et gneissiques, qui passe souvent à des grès grossiers et à des brèches et qui manque dans le grand lambeau de recouvrement de Saint-Florent [281]. Au-dessus viennent des calcaires noirs, des schistes et des grès, qui renferment en abondance *Nummulites aturicus*, *Lucasanus*, *millecaput*, *Orthophragmina Archiaci*, *sella*, *discus* et des *Lithothamnium* et qui représentent par conséquent le Lutétien. Au col d'Asinao, J. Deprat [280] a observé, au-dessus de calcaires noirs à Assilines qui appartiennent à ce niveau, des calcaires blancs, avec *Nummulites contortus-striatus* et *vascus*, sans Assilines, qui semblent devoir être assimilés à l'Auversien et au Priabonien. Dans le Nord de l'île, ces étages sont constitués, d'après Maury [281], par des schistes et des grès, avec bancs de conglomérats à éléments calcaires et intercalations discontinues de calcaires. Des schistes à Fucoïdes, avec bancs de grès, de poudingues et de calcaires, qui terminent la série nummulitique, doivent sans doute être considérés comme l'équivalent des grès d'Annot des Alpes occidentales, que nous avons attribués au Tongrien inférieur.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Chaines de l'Asie méridionale. — Nous avons suivi le Nummulitique de l'Europe orientale jusqu'au Bosphore et jusqu'au Caucase; il s'agit maintenant d'en rechercher le prolongement dans l'Asie méridionale, le long de la zone des plissements alpins, formés sur l'emplacement de la Thetys.

Asie Mineure. — Les dépôts mésonummulitiques, probablement priaboniens, de la région d'Andrinople, signalés par P. de Tchihatcheff, ont leur pendant, au delà du Bosphore, à Zafiranboli, dans l'ancienne Paphlagonie et dans diverses localités de la Galatie et de la Bithynie, où ils ont été étudiés par le même explorateur. Le vicomte d'Archiac [1] mentionne notamment les espèces suivantes, dont quelques-unes indiquent également la présence du Lutétien : *Nummulites lævigatus, aturicus, Lucasanus, Assilina exponens, granulosa, Alveolina longa, Orbitolites complanatus, Orthophragmina submedia, Fortisi, Ostrea rarilamella, Pecten Tchihatcheffi, Spondylus asiaticus, Cardium gigas, Venericardia aculicostata, Cerithium Leymeriei, Tchihatcheffi, Natica Rouaulti, Cypræa elegans, Fusus zafiranboliensis, Terebellum* pl. sp.

La présence du Lutétien sur la côte méridionale de la mer Noire est attestée par *Nummulites aturicus, Lucasanus, distans, Assilina granulosa, Orthophragmina Pratti*, etc., signalés par Schubert [282] à Ordou, dans des calcaires gris jaunâtre.

Les calcaires à Nummulites et les schistes gréseux analogues au Flysch qui les recouvrent paraissent occuper des surfaces très étendues dans le Taurus et l'Anti-Taurus, mais l'étude paléontologique de ces formations, et par conséquent la détermination précise de leur âge, est encore à faire.

Transcaucasie. — Le groupe Mésonummulitique se retrouve dans les chaînes de l'Arménie russe, qui constituent, au sud du Caucase, un système de montagnes indépendant. Abich en a rencontré de nombreux affleurements, mais les matériaux qu'il a recueillis n'ont pas fait encore l'objet d'une étude paléontologique. Non loin de la frontière persane, F. Frech et G. von Arthaber [XXXIV, 77] ont relevé en détail la coupe de Karmirvank, où l'Araxe a entamé une puissante série de grès rouges et de conglomérats, présentant, à la base, des intercalations de calcaires rougeâtres, très fossilifères, avec *Nummulites Lucasanus, aturicus, Orthophragmina*, nombreux Zoanthaires, *Ostrea rarilamella, cyathula, Pycnodonta Brongniarti* et autres Lamellibranches. Les Nummulites indiquent d'une manière certaine la présence du Lutétien.

Par contre, c'est vraisemblablement au Tongrien inférieur qu'appartiennent des calcaires qui, près d'Erivan, ont fourni à Abich *Nummulites intermedius, Natica crassatina, Cerithium Charpentieri.*

Perse. — Les affleurements mésonummulitiques se poursuivent dans la chaîne de l'Elbourz, qui constitue, dans la Perse septentrionale, le prolongement tectonique de la zone de plissements de l'Arménie russe. Le long du cours supérieur de la rivière Gourgen, dans l'Ala-dagh, Ch. Bogdanovitch [XXXVII, 313 *bis*] a observé des conglomérats, des calcaires siliceux, des calcaires à Nummulites et des calcaires argileux, qui lui ont fourni *Nummulites lævigatus, Brongniarti, variolarius, Dufrenoyi, Pycnodonta Kaufmanni* var. *persica, Ostrea longirostriformis, Natica patula, Terebellum obtusum.*

Dans la Perse centrale, J. de Morgan a recueilli à Soh, entre Kachan et Ispahan, les fossiles suivants, déterminés par H. Douvillé et par V. Gauthier : *Nummulites lævigatus, Assilina spira, subspira, Rhabdocidaris granulata, Conoclypeus Morgani, Echinolampas prædensa, Grossouvrei, Schizaster persicus, Ostrea flabellula, Valsella falcata, Cypræda sulcosa, Terebellum convolutum*, etc.

Dans une zone plus méridionale, le même explorateur a rencontré à

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Mollah Ghiavan, dans le Louristan, *Schizaster rimosus*, *vicinalis*, *Ditremaster nux*, associés à des espèces nouvelles des genres *Pericosmus*, *Eupatagus*, *Brissopsis*. V. Gauthier, qui a décrit ces Échinides, les attribue à l' « Éocène supérieur ».

Béloutchistan et Inde occidentale. — Dans la branche de l'arc Iranien qui, dans l'Est du Béloutchistan et dans la province de Sind, prend une direction à peu près N.-S., les dépôts nummulitiques possèdent un grand développement. Depuis le mémoire classique dû à la collaboration du vicomte d'Archiac et de Jules Haime [31], ils ont fait l'objet de travaux paléontologiques nombreux, mais leur étude stratigraphique n'a conduit à des résultats satisfaisants que dans ces dernières années [283-286].

Le GROUPE ÉONUMMULITIQUE n'est représenté que sur le bord oriental de la chaîne, ses affleurements sont tous situés sur la rive droite de l'Indus, entre Tatta et Laki. Il est connu sous le nom de *série de Ranikot* [286] et repose, partout où son soubassement est visible, sur une coulée éruptive, qui recouvre le Danien (fig. 400). Il comprend une partie inférieure, fluviatile (300-450 m), constituée par des grès, des schistes et des argiles, souvent richement colorés de teintes rouges et brunes, et une partie supérieure, marine (210-240 m), formée de calcaires bruns, alternant avec des grès, des schistes et des argiles. Les fossiles ne se trouvent qu'à la partie supérieure, mais la partie inférieure présente vers le sommet un niveau de lignites. Vredenburg distingue dans la partie supérieure 4 horizons, caractérisés respectivement par un Gastéropode, *Calyptrophorus indicus*, par une Operculine, spécifiquement indéterminable, par *Assilina miscella* et par *Nummulites planulatus*. La présence de cette dernière espèce au sommet de la série permet d'attribuer les couches supérieures au Cuisien, l'ensemble correspondant vraisemblablement à tout le Suessonien. Les Zoanthaires et les Échinides, extrêmement nombreux, proviennent tous des trois horizons supérieurs et sont surtout très abondants dans le plus élevé. Ils appartiennent presque tous à des espèces nouvelles, spéciales à la région. Les Mollusques proviennent aussi, en majorité, de l'horizon supérieur. Les Lamellibranches n'ont pas encore fait l'objet d'une étude détaillée. Les Gastéropodes sont très nombreux et se répartissent sur un grand nombre de genres. S'il faut en croire Cossmann et Pissarro [286], toutes les espèces seraient spéciales à la région. Les Céphalopodes sont représentés par un *Nautilus*, une *Hercoglossa*, une *Belosepia* et par *Styracoteuthis orientalis*, espèce appartenant à un genre voisin de *Bayanoteuthis* et de *Vasseuria*, que Crick avait précédemment décrite de la côte d'Oman, en Arabie. En somme la faune, abstraction faite de *Nummulites planulatus*, ne nous fournit aucun renseignement précis sur l'âge exact de la série de Ranikot, mais la stratigraphie ne permet pas d'y voir autre chose que du Suessonien.

Le GROUPE MÉSONUMMULITIQUE, qui débute par des couches représentant incontestablement le Lutétien inférieur, repose en effet directement sur la série de Ranikot, mais il s'étend en transgression bien au delà des limites occupées par ce groupe. On le rencontre non seulement très loin dans l'intérieur du Béloutchistan, mais on l'observe également dans les monts Souléiman, qui font partie de l'arc du Séistan, guirlande de plis formant avec l'arc Iranien (fig. 67) une arête de rebroussement. Vredenburg attribue au Lutétien les termes suivants :

1° *Groupe de Laki* (150-240 m).

a) schistes de Meting, avec *Nummulites atacicus*, *Assilina granulosa;*

b) calcaire blanc noduleux à Alvéolines, avec les mêmes espèces, associées à *Nummulites irregularis;*

c) couches de Ghazij, avec les mêmes espèces, associées à *Assilina exponens.*

2° *Groupe de Khirthar* (750-900 m). Calcaires massifs, blanchâtres, noduleux.

a) niveau inférieur, avec *Nummulites lævigatus*, *irregularis*, *Assilina exponens;*

b) niveau moyen, avec *Nummulites lævigatus*, *aturicus*, *gizehensis*, *Beaumonti;*

c) niveau supérieur, avec *Nummulites aturicus*, *millecaput*, *Assilina spira.*

Outre les Foraminifères, le Lutétien du Sind et du Béloutchistan renferme en grande abondance des Échinides, dont les espèces et la plupart des genres sont totalement différents de ceux du groupe de Ranikot. Mais, fait très inattendu, aucune espèce n'est commune aux deux groupes de Laki et de Khirthar et beaucoup de genres sont même spéciaux à chacune des deux subdivisions. Ainsi *Micropsis*, *Arachnopleurus*, *Echinocyamus*, *Rhynchopygus*, *Hemiaster*, *Metalia*, *Prenaster*, *Macropneustes*, *Eupatagus* n'existent que dans

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

les couches inférieures, tandis que *Sismondia*, *Echinanthus*, *Ilarionia*, *Linthia*, *Brissopatagus* sont spéciaux aux couches supérieures [284]. Rappelons, en outre, qu'*Arachnopleurus reticulatus* a été retrouvé par R. Nicklès dans le Lutétien de la province d'Alicante.

Les Mollusques du Lutétien du Sind n'ont pas encore fait l'objet d'une étude spéciale. Signalons cependant la présence de *Velates Schmiedelianus* et de *Provelates grandis* dans le groupe de Khirthar.

Les termes supérieurs du groupe Mésonummulitique font entièrement défaut dans l'Inde occidentale et c'est le GROUPE NÉONUMMULITIQUE qui repose directement sur le Lutétien. Il est d'ailleurs transgressif, comme dans beaucoup de régions d'Europe, et il semble que son étage supérieur soit seul représenté. Les géologues de l'Inde le désignent sous le nom de *groupe de Nari*. On y observe, à la base, des calcaires (30-450 m), caractérisés par l'association de *Nummulites intermedius* et de *Lepidocyclina dilatata*, propre en général au Chattien; à la partie supérieure, des grès, des conglomérats et des argiles (1 200-1 800 m), qui renferment encore *Lepidocyclina dilatata*, mais sans Nummulites, avec *Ostrea angulata*, et doivent être attribués au Néogène, de même que le *groupe de Gaj*, qui termine la série des couches marines.

Turkestan. — Avant de rechercher les dépôts nummulitiques dans la zone qui constitue le prolongement tectonique des guirlandes de la rive droite de l'Indus, il est nécessaire de dire quelques mots de ceux du Turkestan, au sujet desquels règne du reste une assez grande confusion.

En venant du nord, on rencontre déjà des couches à Nummulites sur les rives occidentales de la mer d'Aral. Elles ont fait l'objet d'un mémoire paléontologique déjà ancien d'Abich [287], dont les déterminations auraient grandement besoin d'être revues. Outre les Nummulites, particulièrement abondantes dans des sables ferrugineux et dans des calcaires qui leur font suite, cet auteur cite plusieurs espèces de Mollusques qu'il identifie à des formes du Calcaire Grossier des environs de Paris et qui proviennent principalement des calcaires superposés aux couches à Nummulites. Ces diverses couches semblent bien représenter le groupe Mésonummulitique, elles sont surmontées d'argiles et de sables, qui ont fourni quelques espèces tongriennes, notamment *Ostrea ventilabrum*.

Dans le bassin du Syr-Daria, il existe une puissante formation détritique, constituée par des conglomérats à éléments cristallins, alternant avec des grès et des marnes rouges et verdâtres. Romanowski [288] y a trouvé *Ostrea Raincourti*, *cyathula*, *ventilabrum* et des restes d'*Alligator Darwini*. C'est encore du Tongrien et les termes inférieurs du Nummulitique font ici défaut.

Par contre, plus au sud, autour de Samarcande et dans le Fergana, il existe une formation plus ancienne, désignée par Romanowski [288-289] sous le nom d'*étage Ferganien* et attribuée par lui au Crétacé. Elle débute par des conglomérats et comprend surtout des marnes, avec intercalations de calcaires et de gypses. Les huîtres y sont d'une extrême abondance et appartiennent aux espèces suivantes : *Ostrea turkestanensis*, *Pycnodonta Kaufmanni*, *Exogyra galeata*, *ferganensis*, *Platygena asiatica*.

On a vu plus haut que Ch. Bogdanovitch a recueilli dans l'Elbourz une huître qu'il a décrite sous le nom de *Gryphæa Kaufmanni* var. *persica* et qui se trouve associée, dans les mêmes bancs, à *Nummulites variolarius*, espèce mésonummulitique. D'autre part, E. Suess [XXXIV, 74] a constaté l'identité de cette huître avec *Pycnodonta Esterhazyi*, espèce très commune dans le Lutétien de Transylvanie. On peut dès lors conclure à l'âge lutétien de l' « étage ferganien » et cette dénomination devient tout à fait superflue.

Pycnodonta Esterhazyi a été rencontrée également, associée à d'autres huîtres, par Stoliczka et par Bogdanovitch [XXXIV, 74], à Sandjou et à Yangui-Hissar, dans le Turkestan oriental, à l'ouest du désert de Takla-Makan.

Tibet et Himalaya. — H. H. Hayden [XXXVIII, 254] a rencontré, au cours de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

l'expédition Younghusband, derrière Kampadzong, dans le Tibet central, une série de couches qui constituent la partie supérieure de son « Kampa system » et qui appartiennent incontestablement au système Nummulitique. Leur épaisseur totale est de 300-400 m. Les Nummulites y font entièrement défaut. Hayden y distingue les termes suivants :

1° grès ferrugineux, sans fossiles;
2° calcaire à Gastéropodes, avec Foraminifères, *Velates Schmiedelianus* et autres Gastéropodes spécifiquement indéterminables, *Nautilus* cf. *sublævigatus;*
3° calcaires à Operculines, avec *Velates Schmiedelianus;*
4° schistes à *Spondylus*, avec Lamellibranches (*Ostrea*, *Spondylus*, *Chama*, *Cardium*) et *Velates Schmiedelianus;*
5° calcaire à *Orbitolites*, *Alveolina*, *Quinqueloculina;*
6° schistes gréseux, sans fossiles.

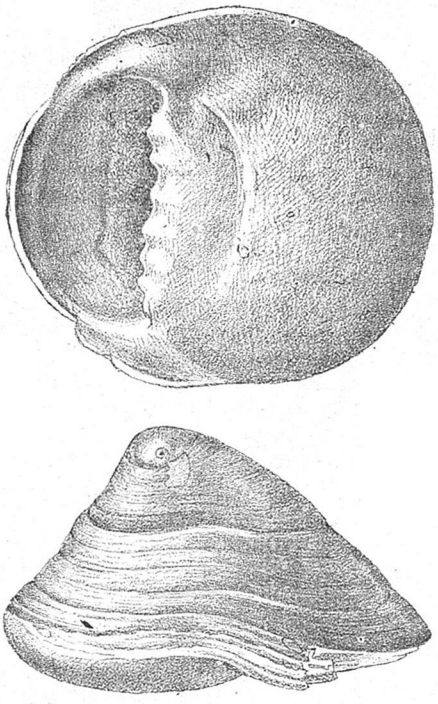


Fig. 422. — *Velates Schmiedelianus*. Londinien supérieur. Cuise-Lamothe (Oise). Gr. nat. (d'après F. Nœtling).

Dans une zone plus méridionale, qui constitue le prolongement tectonique des guirlandes de la rive droite de l'Indus, le Nummulitique n'a été rencontré qu'en un petit nombre de points. Ainsi Griesbach [XXXV, 76 *ter*] a observé, dans le Húndés, des schistes et des calcaires très étirés, avec Nummulites indéterminables, qui reposent en concordance apparente sur les calcaires néocrétacés de Chikkim et sont eux-mêmes recouverts en discordance par un grès sans fossiles. Dans le Zangskar, un lambeau de calcaire à Nummulites a été observé au col de Singhgi La, à plus de 5 600 m d'altitude.

Dans l'Himalaya proprement dit, le Nummulitique paraît faire complètement défaut. En revanche, il existe dans la zone Subhimalayenne, notamment aux environs de Soubathou, où l'on a signalé, dans des calcaires en intercalations lenticulaires au milieu de marnes gypsifères, parmi d'autres fossiles, *Nummulites Beaumonti* et *Lucasanus*.

Birmanie. — L'existence du Nummulitique en Birmanie a été établie tout d'abord par Nœtling [290] sur la présence de *Velates Schmiedelianus* (fig. 422), espèce du Cuisien du bassin de Paris, qui, dans les régions méditerranéennes, monte jusque dans le Mésonummulitique, niveau qu'elle occupe également dans le Sind et au Tibet.

Plus récemment, Leonard V. Dalton [290 *bis*] a décrit, sous le nom de *couches de Bassein*, une série constituée par des calcaires, des marnes et des grès, qui atteignent plus de 2 700 m d'épaisseur. On y trouve *Operculina canalifera*, *Nummulites* (?) *Beaumonti*, des Hydrozoaires, *Ostrea yomaensis*, *Venus*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

granosa, *Ampullina ponderosa*, *sphærica* et des Turritelles, fossiles qui ne permettent aucune détermination d'âge précise.

Pourtour de l'océan Indien. — Nous abordons maintenant l'étude du Nummulitique dans l'avant-pays tabulaire des chaînes de l'Asie méridionale : Syrie, Arabie, pays des Somalis, Sokotora, Afrique orientale, d'une part; Madagascar, Inde péninsulaire, Australie, de l'autre. Nous retrouvons là les fragments de l'ancien continent Australo-Indo-Malgache, dont le morcellement avait peut-être déjà commencé à l'époque précédente.

Syrie et Palestine. — La craie à silex maestrichtienne à *Pycnodonta vesicularis* supporte directement dans le Nord de la Syrie :

1° des marnes avec intercalations de bancs calcaires, renfermant *Schizaster vicinalis*, *Pecten Livoniani*, *Voluta harpa;*

2° des calcaires durs à silex, avec *Nummulites Lucasanus*, Échinides (*Echinolampas*, *Pericosmus*, *Ananchytes*, *Schizaster*), Lamellibranches (*Pecten quinquepartitus*, *Crassatella compressa*, *Cardium acutum*), Gastéropodes (*Turritella imbricataria*, *vittata*, *Terebra*, *Conus*, *Strombus*, *Mitra*).

En Palestine, des calcaires à silex, qui reposent en concordance sur la Craie, ont fourni *Nummulites variolarius*, *auricus*, *Guettardi*.

Contrairement à l'opinion de Blanckenhorn [291], qui attribue ces diverses couches au groupe Éonummulitique, on ne peut guère, en raison de leur faune, les considérer comme plus anciennes que le Lutétien, d'autant plus qu'elles supportent immédiatement des calcaires sableux à *Nummulites intermedius-Fichteli* ou des marbres à *Nummulites*, qui contiennent plusieurs espèces de Zoanthaires caractéristiques du Priabonien ou du Tongrien des Alpes orientales.

Arabie. — Des dépôts nummulitiques existent certainement en diverses régions de l'Arabie, mais jusqu'ici les renseignements publiés à ce sujet se réduisent à fort peu de chose. Divers fossiles ont été recueillis sur la côte d'Oman, entre autres des *Amphistegina*, des *Operculina*, des moules internes de Mollusques, parmi lesquels un *Campanile*. L'échantillon type de *Styracoteuthis orientalis*, décrit par J. C. Crick [292], a été recueilli par Jayakar à Charkiyab. On a vu plus haut que ce curieux Céphalopode a été retrouvé dans les couches de Ranikot de l'Inde occidentale; il est probable que l'échantillon de la côte d'Oman provient également de couches éonummulitiques.

Côte des Somalis. — Si l'on en juge par les récoltes paléontologiques, le Nummulitique paraît couvrir d'assez grandes étendues dans la partie britannique de la côte des Somalis, au sud du golfe d'Aden. Gregory puis Newton [293] ont fait connaître de nombreuses espèces de Foraminifères (*Operculina*, *Nummulites*, *Discocyclina*, *Amphistegina*, etc.), de Zoanthaires, d'Échinides, de Lamellibranches (*Ostrea*, *Spondylus*, *Chama*, *Lucina*, *Corbis*), de Gastéropodes (*Campanile*, *Euspira*, *Solarium*, *Liotina*, *Conus*), qui permettent difficilement de préciser l'âge des dépôts. La présence d'un grand Cérithe, voisin de *Campanile giganteum*, conduirait à attribuer ceux-ci au groupe Mésonummulitique.

Sokotora. — Dans l'archipel de Sokotora [XXXVIII, 252], au large du cap Guardafui, les dépôts nummulitiques occupent de grandes surfaces et constituent, aussi bien dans l'île principale que dans la petite île de Sémha, le terme le plus élevé de la série sédimentaire non plissée. Les dépôts crétacés, dont il a été question plus haut (p. 1281), supportent directement, à Sokotora, des calcaires blancs ou rougeâtres, atteignant 400 m d'épaisseur, qui sont pétris d'Alvéolines, de Flosculines, d'Operculines, de petites

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Nummulites, d'*Orthophragmina*, avec *Orbitolites complanatus*, seule espèce dont Kossmat ait donné une détermination spécifique précise.

Des calcaires à Alvéolines forment, dans l'île de Sémba, une falaise très abrupte, au pied de laquelle Kossmat dit avoir observé le passage tout à fait insensible des calcaires crétacés aux calcaires nummulitiques. La faune ne nous apporte malheureusement aucun éclaircissement sur l'âge précis de ces derniers.

Afrique orientale. — M. Wolff [294] signale en divers points, dans l'Afrique orientale allemande, dans des calcaires compacts, gris ou jaunes, *Nummulites Ramondi*, cf. *lævigatus*, *aturicus*, *obesus*, *Assilina granulosa*, *spira*, qui ne laissent aucun doute sur leur âge lutétien. Plus récemment, E. Scholz [294 *bis*] a fait mention de grès calcarifères, avec *Nummulites intermedius-Fichteli* et Mollusques, qu'il attribue avec doute à l'Oligocène.

Au Gazaland, deux blocs de calcaires à Nummulites furent recueillis par David Draper non loin de l'embouchure du Busi River. Newton [295] y reconnut la présence de *Nummulites aturicus*, *atacicus*, *Guettardi*, *planulatus* et d'*Orthophragmina papyracea*, qui indiquent le Lutétien.

Madagascar. — Le Nummulitique est connu depuis longtemps dans le Nord de Madagascar, mais c'est Paul Lemoine [XXXVII, 75] qui en a précisé les caractères stratigraphiques, tandis que les matériaux paléontologiques recueillis par ce géologue et par le capitaine Colcanap faisaient l'objet d'un mémoire de Robert Douvillé [296].

Dans les environs de Diego-Suarez, des grès rougeâtres à stratification entrecroisée, sans fossiles, probablement d'origine continentale, séparent les dépôts néocrétacés d'une masse de calcaires durs, ruiniformes, constituant plusieurs petits massifs tabulaires qui ont échappé à la dénudation. Ils renferment presque exclusivement des Foraminifères, associés à des *Lithothamnium* : *Nummulites aturicus*, *atacicus*, *Assilina granulosa-Leymeriei*, *spira*, *Alveolina longa*, *subpyrenaica*, *oblonga*, *elliptica*, *Orthophragmina discus*, *Archiaci*, *dispansa*.

Il est incontestable que l'on est en présence du Lutétien, recouvert ici directement par l'Aquitanien transgressif, c'est-à-dire par l'étage inférieur du système Néogène.

Plus au sud, l'île de Nosy-Lava est entièrement constituée par des calcaires lutétiens, qui ont fourni *Nummulites aturicus*, *Carteri*, *Orthophragmina Colcanapi* et un *Conoclypeus*.

Le Nummulitique de Majunga et de l'île Mahokamba ne renferme plus de Nummulites. C'est une formation sableuse, qui a fourni à Tornquist [297] des Hydrozoaires (*Millepora cylindrica*, *Stylaster*), des Zoanthaires (*Dendracis meridionalis*, *Stylophora annulata*, *Alveopora gracilis*), des Échinides (*Fibularia Voeltzkowi*, *Fibulina gracilis*, *Schizaster hova* et un Gastéropode, *Magilus grandis*.

Aucun de ces fossiles ne permet de déterminer le niveau précis qu'occupent ces sables.

Enfin, dans le Sud de l'île, P. Fischer [298] a signalé dès 1871, d'après les récoltes d'A. Grandidier, des calcaires à Foraminifères, contenant des Alvéolines, des *Orthophragmina*, des Huîtres, *Velates Schmiedelianus* et *Terebellum obtusum*. C'est encore là, selon toute probabilité, du Lutétien.

Dans toutes ces régions, comme dans l'Afrique orientale, le Nummulitique se présente en couches peu disloquées et affecte un caractère néritique.

Inde péninsulaire. — Les formations marines du Nummulitique sont exclusivement localisées sur la côte occidentale de l'Inde péninsulaire.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

En progressant du nord au sud, nous rencontrons d'abord la série Nummulitique de la presqu'île de Katch, encore incomplètement connue au point de vue stratigraphique. Si on la compare à celle de la province de Sind, qui n'en est séparée que par le delta de l'Indus, on constate d'abord l'absence complète des couches de Ranikot, c'est-à-dire du groupe Éonummulitique, qui est peut-être représenté par des formations continentales. Par contre, les couches mésonummulitiques de Laki et de Khirthar sont bien développées, sous la forme de calcaires jaunâtres, alternant avec des marnes. On y a rencontré plusieurs Nummulites, ainsi que des Zoanthaires et des Échinides, qui appartiennent aux espèces les plus caractéristiques du Lutétien de Sind.

Des calcaires à Nummulites, superposés à la série volcanique du Dekkan, existent également dans la presqu'île de Kattyvar, au sud du golfe de Katch.

Au nord de Surate, la série nummulitique est constituée par des argiles ferrugineuses, analogues à la latérite et formées au détriment des roches volcaniques sous-jacentes. Elles alternent avec des conglomérats et avec des calcaires sableux très fossilifères. On y trouve des Nummulites, des *Orthophragmina* et des Mollusques, dont les déterminations auraient besoin d'une sérieuse revision.

Tout à fait dans le Sud, il existe, sur la côte de Travancore [299], une formation, encore mal connue, comprenant des calcaires associés à des sables et à des argiles lignitifères. Carter indique la présence de plusieurs espèces de Mollusques caractéristiques du Lutétien du Sind; il cite également *Strombus Fortisi*, espèce de l'Auversien de Roncà.

Les *grès de Cuddalore* paraissent représenter le Nummulitique sur la côte orientale de la péninsule. Ils sont associés à des conglomérats et reposent en transgression sur les couches crétacées. On n'y a recueilli en fait de restes organiques que des troncs silicifiés.

Australie. — Des dépôts marins que l'on peut attribuer au système Nummulitique occupent de vastes surfaces dans l'Australie occidentale, dans l'Australie du Sud, dans l'état de Victoria et en Tasmanie. Par contre, on n'en trouve aucune trace sur le versant pacifique de l'Australie. Dans le centre du continent, ils sont portés à de grandes altitudes et ont échappé à la dénudation, grâce à des coulées basaltiques qui les ont recouverts. Nulle part ils ne sont plissés.

Leur épaisseur est assez considérable, mais il n'est pas toujours facile de faire, dans les dépôts tertiaires, le départ de ceux qui doivent être attribués au Néogène et de ceux qui appartiennent au Nummulitique. Parmi ces derniers, ce sont les argiles, les sables et les calcaires qui prédominent. Jusqu'ici les divisions que l'on y a établies n'ont qu'un caractère local et ne peuvent pas s'appliquer à l'ensemble du continent, aussi bien la distribution verticale des espèces est-elle encore insuffisamment connue. Cependant la faune a fait l'objet de plusieurs mémoires importants, portant sur les Foraminifères [300], les Zoanthaires [301], les Échinides [302] et les Mollusques [303]. Les affinités avec la faune actuelle des côtes australiennes sont à peu près nulles. Elles ne sont d'ailleurs guère plus grandes avec les faunes nummulitiques de l'Ancien Continent, du moins la presque totalité des espèces a-t-elle été décrite sous des noms nouveaux, sauf en ce qui concerne les Foraminifères.

Mais si, parmi ceux-ci, on laisse de côté les formes microscopiques, qui ne se prêtent guère à des comparaisons stratigraphiques, il ne reste plus,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

en fait d'espèces européennes, que *Nummulites variolarius*, *Operculina complanata*, *Orbitolites complanatus* et quelques espèces d'*Orthophragmina*, dont les déterminations auraient besoin d'être revues avec soin.

Il y a lieu, dans tous les cas, de remarquer l'absence des grosses Nummulites du Lutétien d'Europe, que l'on retrouve pourtant dans l'Afrique orientale et dans l'Inde. D'autre part, on doit mentionner la présence de plusieurs espèces du genre *Trigonia*, qui est inconnu dans les dépôts nummulitiques d'Europe.

Régions circumpacifiques. — Avec l'archipel Malais, nous atteignons les régions circumpacifiques, qui correspondent, pendant toute l'ère Secondaire, ainsi qu'on l'a vu, à un immense géosynclinal sinueux, refermé sur lui-même. Il y a lieu de rechercher si, pendant l'ère Tertiaire, cette zone est encore le siège d'une sédimentation intense, en d'autres termes si le géosynclinal a subsisté sur le même emplacement.

Le Nummulitique est moins bien développé dans l'archipel Malais que le Néogène, mais il y joue cependant un rôle assez important pour qu'il soit nécessaire d'en donner les caractères dans chacune des grandes îles ou dans chacune des traînées d'îles qui constituent cet archipel.

Bornéo. — Nous commençons par l'île centrale de Bornéo, autour de laquelle les autres îles forment plusieurs zones de plissements concentriques. Elle-même, contrairement à ce que l'on aurait pu croire d'après d'anciennes descriptions, résulte de la soudure de deux chaînes où les terrains tertiaires ont subi des plissements intenses, les monts Kapouvas, dans le Nord-Ouest, et les monts de Martapoura, dans le Sud-Est. Entre les deux se trouve la chaîne centrale, dirigée W.-E., où seuls les terrains secondaires et nummulitiques ont été affectés par les plissements, tandis que les terrains tertiaires (néogènes) sont restés horizontaux [1].

Sur les bords du Mélawi, dans l'Ouest de l'île, on rencontre une formation argileuse et gréseuse, qui renferme une faune composée en majeure partie d'éléments fluviatiles (*Cyrena*, *Melania*, *Paludomus*) et de rares éléments marins (*Arca*, *Corbula*). K. Martin [304 *bis*] la considère comme étant d'âge probablement « éocène ».

Le Nummulitique marin n'est connu que dans les deux chaînes côtières. Dans la chaîne qui suit la côte nord-ouest, il est constitué par des grès et des lignites. Les formations marines semblent cantonnées dans la chaîne du Sud-Est. Elles ont fait l'objet de recherches approfondies de la part de Verbeek [305] et de Buxtorf, synthétisées récemment par Henri Douvillé [304], qui a fait une étude détaillée des Foraminifères et de leur répartition verticale. La succession est la suivante :

Lutétien. Calcaires inférieurs avec *Orthophragmina javana*, *omphalus*, *stellata*, *Heterostegina reticulata*, *Nummulites biarritzensis*.

Bartonien-Rupélien. Grès et marnes, très peu fossilifères à la base, où elles n'ont guère fourni qu'*Orthophragmina Pratti* et quelques Operculines, et renfermant à la partie supérieure *Orbitolites Martini*, *Heterostegina reticulata*, *Nummulites subbrongniarti* (voisin de *N. intermedius*), *Operculina complanata*, mais aucune *Orthophragmina*.

Chattien. Calcaires caractérisés par l'association de *Nummulites subbrongniarti* et de *Lepidocyclina formosa*.

1. G. A. F. Molengraaf (On oceanic deep-sea deposits of Central-Borneo. *Proc. R. Acad. Amsterdam*, XII, p. 141-147, pl., 1909) a découvert dans cette chaîne centrale des jaspes à Radiolaires d'âge jurassique (*Danau formation*), qu'il assimile à la vase à Radiolaires des océans actuels et qu'il envisage comme une formation abyssale.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Les couches suivantes ne contiennent plus que des Lépidocyclines, sans aucune trace de Nummulites. Elles constituent la base du Néogène.

La répartition des Orbitoïdées est donc exactement la même qu'en Europe et qu'en Inde : les *Orthophragmina* s'élèvent jusque dans le Priabonien; la famille est entièrement absente dans le Lattorfien et dans le Rupélien, les *Lepidocyclina* apparaissent dans le Chattien, où elles sont associées aux dernières Nummulites; elles atteignent leur maximum dans l'Aquitanien, premier étage du Néogène, qui ne renferme plus de Nummulites.

Sumatra. — On a décrit autrefois [306] comme « éocènes » des formations riches en Mollusques marins du Sud de Sumatra, que l'étude des Foraminifères fait maintenant attribuer à l'Aquitanien, c'est-à-dire à l'étage inférieur du système Néogène. Les plus anciens dépôts tertiaires de Sumatra ne semblent guère pouvoir être envisagés comme plus anciens que le Tongrien. Ce sont des marnes schisteuses, avec intercalations calcaires, qui renferment des restes de Poissons d'eau douce et des empreintes végétales. Elles débutent par un conglomérat à éléments gneissiques, qui localement présente des intercalations de lignites [307].

Il est dès lors fort probable que les couches marines mésonummulitiques, si répandues dans l'Asie méridionale et même dans une partie de l'archipel Malais, ne se sont pas déposées à Sumatra, où l'on ne connaît d'ailleurs aucun dépôt mésozoïque plus récent que le Trias.

Java. — Les beaux travaux de Verbeek et Fennema [308] permettent de distinguer dans le Nummulitique de Java 3 termes, dont le parallélisme avec les séries d'Europe et d'Asie n'est pas facile à établir.

Le terme inférieur, qui repose directement sur des schistes à serpentine d'âge probablement éocrétacé, comprend principalement des conglomérats à éléments granitiques ou serpentineux, des grès quartzeux, des marnes et des argiles, des calcaires à Nummulites, avec roches éruptives basiques interstratifiées. Les Foraminifères y sont très abondants, à l'exclusion des Mollusques. Ce sont surtout des Alvéolines, des *Orthophragmina*, des Nummulites (*Nummulites javanus, baguelensis, Assilina spira, Leymeriei*). La présence des deux Assilines permet de conclure à l'âge lutétien de la faune.

Le terme moyen, qui n'a été observé en superposition sur le terme inférieur que dans la baie de Tiilëtou, est constitué par des alternances de conglomérats, de grès quartzeux, d'argiles et de lignites, atteignant un millier de mètres d'épaisseur. Les seuls fossiles sont des empreintes de végétaux.

Le terme supérieur, calcaire et marneux, a fourni des *Orthophragmina* et des Nummulites de petite taille (*Nummulites Nanggoulani, Djogjakartæ*).

En raison de la présence d'*Orthophragmina*, il semble que l'on doive ranger ces couches dans le Priabonien. L'ensemble des dépôts nummulitiques de Java appartiendrait donc au groupe Mésonummulitique.

Moluques. — Le Nummulitique n'est pas connu dans les petites îles de la Sonde qui constituent le prolongement tectonique de Java. Son existence est problématique dans l'île de Nias, qui fait partie de la zone externe de de l'archipel Malais, c'est à-dire de la même zone que les îles Andaman et Nicobares. A Rëndjouva, près Savou, et dans l'île de Timor, qui appartiennent à la même zone, on a signalé des calcaires à Nummulites (*N. javanus*), Alvéolines et *Lithothamnium*.

Les persévérantes recherches de Verbeek dans les Moluques [309] ont révélé également l'existence du Nummulitique dans plusieurs des îles qui

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

jalonnent la partie orientale, recourbée sur elle-même, de la zone externe : à Grand-Kei, où des calcaires en plaquettes, qui alternent avec des calcaires marneux, ont fourni de petites *Orthophragmina*; à Céram, où a été trouvé un Zoanthaire probablement tongrien; à Bourou, où des calcaires à *Orthophragmina* affleurent sur la côte ouest.

Plus au nord, dans les îles situées entre Célèbes et la Nouvelle-Guinée, des calcaires à Alvéolines ont été rencontrés à Misool et à Halmahéra; des calcaires gréseux à très petites *Orthophragmina*, à Tofouré, à l'ouest de Ternate.

Célèbes. — Bücking a observé [310], en de nombreux points de la partie occidentale de l'île de Célèbes, des grès et des marnes avec charbons bitumineux, qui reposent en discordance sur des schistes à serpentine et des conglomérats d'âge indéterminé et qui supportent en concordance des calcaires à Nummulites et *Orthophragmina*. C. Schmidt [304] a rencontré des calcaires renfermant les mêmes genres de Foraminifères au pic de Maros, dans le Sud de l'île. Dans l'Est, Wanner [309] signale un calcaire à Alvéolines.

Philippines. — Des Nummulites ont été recueillies par Richthofen [311] dans l'île de Luzon dès 1862, mais semblent ne jamais avoir fait l'objet de déterminations précises.

Il existe dans l'archipel des Philippines des couches à lignites qui paraissent être beaucoup plus récentes qu'à Célèbes, car, d'après H. Douvillé [312], elles renferment déjà des Lépidocyclines, associées à des Amphistégines et à des Nummulites. Elles représentent vraisemblablement le Tongrien le plus élevé, car elles supportent directement et en concordance des couches aquitaniennes.

Nouvelle-Guinée. — Avant de suivre vers le nord la zone des plissements circumpacifiques, dirigeons-nous d'abord vers le sud et le sud-est et recherchons les vestiges de la période Nummulitique dans la Nouvelle-Guinée, dans la Nouvelle-Calédonie et dans la Nouvelle-Zélande.

Dans l'Ouest de la Nouvelle-Guinée, des calcaires à Alvéolines et à *Orthophragmina*, probablement mésonummulitiques, ont été rencontrés par divers géologues.

Nouvelle-Calédonie. — Les études paléontologiques de J. Deprat [313], basées sur les observations sur le terrain de M. Piroutet, permettent de se faire une idée assez satisfaisante de la succession des dépôts nummulitiques de la Nouvelle-Calédonie.

On peut résumer cette succession de la manière suivante :

1° Poudingues de base et grès siliceux de Popidéry avec grosses *Orthophragmina* (*O. umbilicata*, *javana*, *dispansa*, *sella*), petites Nummulites (*Nummulites Nanggoulani*, *Djogjakartæ*, *baguelensis*, rares *variolarius-Heberti*), Alvéolines, Milioles, *Lithothamnium*;

2° Grès de Gilliès, l'Ouenghi, Pont des Français, et calcaires gréseux de l'anse Ouemo, avec *Orthophragmina dispansa*, *varians*, *nummulitica*, *sella*, *stella*, *Nummulites baguelensis*, *striatus*, nombreuses *variolarius-Heberti*, Operculines, Milioles, *Lithothamnium*;

3° Calcaires compacts et marnes de l'usine à gaz de Nouméa, avec petites *Orthophragmina lanceolata*, petites Nummulites, *Lithothamnium* et intercalations de calcaires fins et de marnes à Globigérines à divers niveaux.

Le n° 1 doit être rangé, d'après ses *Orthophragmina*, dans le Lutétien, les niveaux supérieurs représenteraient l'Auversien et le Priabonien. Ici encore, le Lutétien est transgressif. Il est en contact direct avec le Lias et son poudingue de base renferme des éléments empruntés à une roche crayeuse à Foraminifères, probablement crétacée, à des quartzites à Radiolaires, à la formation serpentineuse, qui joue un rôle si important dans l'île, ou encore aux roches granitiques.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Fait curieux, le Néogène inférieur, si développé dans les régions circumpacifiques, n'est pas connu jusqu'ici en Nouvelle-Calédonie.

Nouvelle-Zélande. — Les quelques données que nous possédons sur les dépôts nummulitiques de la Nouvelle-Zélande manquent entièrement de précision. Au-dessus de couches à lignites, que l'on attribue au début de la période, repose en transgression la *formation d'Oamarou*, qui se termine par un calcaire, servant dans toute la colonie de pierre de construction. Elle a été attribuée tantôt au Suessonien, tantôt au Parisien supérieur, tantôt au Tongrien. Il est probable qu'elle correspond à plusieurs étages et que les couches à Nummulites que l'on y a signalées se trouvent à sa partie supérieure. La faune comprend des Zoanthaires, des Échinides (*Hemipatagus formosus*, *Schizaster rotundatus*), des Brachiopodes (*Rhynchonella nigricans*, *Terebratula Suessi*, *Magellania lenticularis*, *sinuata*), des Mollusques (*Ostrea subdentata*, *Pecten Hochstetteri*, *Zitteli*, *Dosinia magna*, *Crassatella ampla*, *Dentalium tenue*, *Turritella gigantea*, *Struthiolaria senex*, *Volula pacifica*, *Aluria australis*), des restes de Squales (*Carcharodon angustidens*), de Cétacés (*Squalodon serratus*), etc.

Revenons maintenant au faisceau de plissements circumpacifiques qui de l'archipel Malais se dirige vers le nord. L'île de Haïwan ou Formose relie les Philippines au Japon, mais on n'y connaît pas jusqu'ici de dépôts nummulitiques.

Japon. — Il est probable que les calcaires à Nummulites dont Richthofen [311] fait mention au Japon sont en réalité des calcaires à Lépidocyclines néogènes. Dans tous les cas, les Orbitoïdes, primitivement déterminées comme *Orthophragmina dispansa*, semblent être des *Lepidocyclina*. On ne peut donc affirmer d'une manière certaine l'existence de dépôts nummulitiques dans les grandes îles du Japon. Par contre, Yoshiwara [314] a recueilli à Haha-jima, l'une des îles Bonin, dans des tufs andésitiques, d'innombrables Nummulites qu'il a identifiées à *Nummulites baguelensis* et *javanus* du Lutétien de Java. Elles sont accompagnées de *Lithothamnium*, d'Échinides (*Schizaster*), de Mollusques (*Ostrea*, *Pecten*, *Cardium*, *Tapes*, *Velates*, *Natica*, *Voluta*) et de dents de *Lamna*.

Alaska. — On attribue, sans preuves bien décisives, tantôt au groupe Néonummulitique, tantôt au groupe Mésonummulitique, une puissante série détritique, connue sous le nom de *formation de Kenai* [315], qui occupe de vastes surfaces sur les côtes pacifiques de l'Alaska, le long du fleuve Yukon et même sur les côtes arctiques du territoire. Elle comprend des conglomérats, des grès, des argiles, des calcaires, des produits volcaniques et des couches de lignites, avec empreintes végétales. Elle est transgressive sur les divers termes de la série mésozoïque, mais, lorsqu'elle repose sur le Néocrétacé, on n'observe pas de discordance angulaire entre les deux termes. Elle est recouverte par des couches marines d'âge néogène.

La flore des couches de Kenai comprend des Conifères, des Monocotylédones, des Dicotylédones, parmi lesquelles se trouvent des espèces que l'on considère habituellement comme « miocènes », telles que *Sequoia Langsdorffi*, *Taxodium distichum miocænum*, *Populus glandulifera*, *Fagus Feroniæ*, *Planera Ungeri*, *Ulmus plurinerva*, *Liquidambar europæum*, *Paliurus Colombi*. D'autres espèces, comme *Populus Zaddachi*, *Carpinus grandis*, sont caractéristiques du Tongrien du Samland, et c'est probablement aussi cet âge qu'il convient d'assigner aux couches de Kenai.

Dans la Colombie Britannique, ce n'est que dans les îles de la Reine-Charlotte et dans les chaînes côtières, situées sur le prolongement des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

îles de l'Alaska méridional, que l'on a signalé des formations analogues. Les régions situées plus à l'est paraissent avoir été entièrement exondées pendant toute l'époque Nummulitique.

Washington et Oregon. — Dans ces deux états, les dépôts nummulitiques marins ou lagunaires sont également confinés dans les chaînes de l'Ouest. Dans l'Ouest du Washington, on rencontre une importante formation lagunaire, connue sous la dénomination de *groupe de Puget*, en raison de son grand développement sur les rives du Puget Sound [315 *bis*]. C'est une succession de grès et d'argiles, avec intercalations de lits de lignites exploitables, qui atteint de 3 000 à 6 000 m d'épaisseur. Les empreintes végétales sont abondantes, la faune est constituée par des Mollusques d'eau saumâtre appartenant à des espèces spéciales des genres *Cyrena*, *Corbicula*, *Batissa*, *Psammobia*, *Teredo*, *Neritina*.

Dans l'Ouest de l'Oregon, des formations marines viennent prendre la place de ces formations lagunaires. On les a décrites sous des noms locaux, mais il est probable que l'étude paléontologique permettra de les identifier à divers termes de la série nummulitique de Californie.

Dall attribue à l'Oligocène des argiles qui affleuraient autrefois à marée basse à Astoria, sous les grès qui renferment une riche faune néogène. On y trouve notamment *Scapharca devincta*, *Trophosycon oregonensis*, *Marcia oregonensis*, *Miopleiona indurata*, *Aluria angustata*.

Californie. — Les dépôts nummulitiques des Coast Ranges de Californie sont les mieux connus de toute la zone circumpacifique. Ils ont déjà fait l'objet d'excellents travaux de la part de Stanton [23], Eldridge, Robert Anderson et Ralph Arnold [316-320], sans parler des mémoires plus anciens de Conrad, Whitney, Gabb, Wright, etc.

On a vu plus haut (p. 1413) ce qu'il faut penser des prétendues couches de passage entre le Crétacé et l'Éocène dont on avait annoncé l'existence et qui devaient renfermer un mélange de genres caractéristiques des deux périodes.

Il existe des points en Californie, notamment dans le centre de l'état, où le Maestrichtien (Chico) et les couches nummulitiques sont concordantes, néanmoins il ne semble pas y avoir eu continuité dans la sédimentation; les formations en contact ne renferment pour ainsi dire pas d'espèces communes et l'on ne connaît aucun terme que l'on puisse assimiler au Danien ou au Montien.

La *formation de Martinez* [322] semble correspondre à la partie supérieure du GROUPE ÉONUMMULITIQUE, car elle supporte directement et en concordance la formation de Tejon, qui représente le Lutétien. Elle est constituée par une série de grès, d'argiles et de sables glauconieux, qui atteint jusqu'à 600 m d'épaisseur. La faune comprend une soixantaine d'espèces, dont 15 environ passent dans les couches de Tejon. Les espèces les plus caractéristiques sont *Terebratula tejonensis*, *Chlamys proavus*, *Cucullæa Mathewsoni*, *Cardium Cooperi*, *Crassatella unioides*, *Lucina Turneri*, *Pholadomya nasuta*, *Turritella pachecoensis*, *Siphonalia lineata*, *Heteroterma Gabbi*. Aucune de ces formes n'a encore été reconnue identique à une espèce éonummulitique d'Europe. Merriam signale la présence de Foraminifères « voisins de *Nummulites* ».

La *formation de Tejon* est aujourd'hui unanimement rangée dans le GROUPE MÉSONUMMULITIQUE, car on y rencontre une des espèces les plus caractéristiques du Calcaire Grossier du bassin de Paris, *Venericardia planicosta* (fig. 423), ainsi qu'un *Orbitolites* qui rappelle beaucoup *O. complanatus*. C'est une série constituée principalement de grès et d'argiles, dont l'épaisseur dépasse quelquefois 1 200 m. On y observe aussi des lignites, des schistes à Diatomées et des sables imprégnés de pétrole. Elle est transgressive dans le Nord et dans le Sud de la Californie, ainsi que dans l'Oregon, et repose alors sur les couches éocrétacées (Knoxville) ou néocrétacées (Chico).

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

La faune renferme quelques Zoanthaires (*Flabellum*, *Trochocyathus*), mais elle est surtout riche en Lamellibranches et en Gastéropodes. Les Échinodermes, les Brachiopodes, les Céphalopodes y font totalement défaut, ce qui indique une légère dessalure des eaux. Les espèces les plus caractéristiques sont *Ostrea oppressa*, *Propeamussium interradiatum*, *Arca Horni*, *Pectunculus sagittatus*, *Cardium Breweri*, *Venericardia planicosta*, *Meretrix Horni*, *uvasana*, *Dosinia elevata*, *Corbula Horni*, *Tapes Conradianus*, *Tellina californica*, *Turritella uvasana*, *Potamides carbonicola*, *Naticina obliqua*, *Perissolax Blakei*, *Rimella carinifera*, *Conus Remondi*, *Fusus californus*, *Pleurotoma Guibersoni*.

Dans les districts pétrolifères de Santa Barbara et de Santa Clara [316-318], dans la Californie méridionale, on a donné le nom de *formation de Topatopata* à une masse très puissante de conglomérats, de quartzites, de grès, de schistes argileux, imprégnée de pétrole, qui renferme quelques-unes des espèces les plus typiques de la formation de Tejon.

La *formation de San Lorenzo* représente, dans les montagnes de Santa Cruz, au sud de San Francisco, le GROUPE NÉONUMMULITIQUE. Elle est constituée par des grès fins et des argiles, dont l'épaisseur a été évaluée à 700 m environ. La faune, composée presque exclusivement de Mollusques, est encore mal connue, en raison de son mauvais état de conservation.

Tout le Nord de la Californie paraît avoir été exondé pendant la période Tongrienne [320]. Dans le Sud, on a donné le nom de *formation de Sespe* à des grès rouges sans fossiles, qui, dans les comtés de Ventura et de Los Angeles, paraissent devoir être attribués à l'Oligocène.

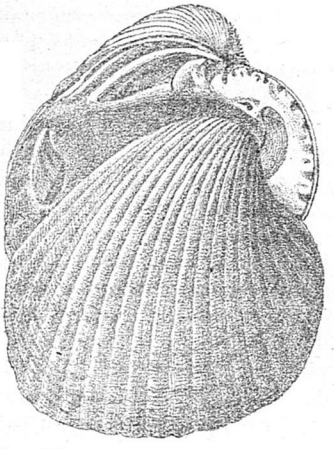


Fig. 423. — *Venericardia planicosta*. Lutétien, Chaumont-en-Vexin (Oise). 1/2 gr. nat. (d'après FRITEL).

On remarquera les épaisseurs considérables qu'atteignent, dans les Coast Ranges de Californie, les dépôts nummulitiques. Il semble dès lors qu'ils se sont déposés dans un géosynclinal en voie d'approfondissement jusqu'au début du Tongrien. Toutefois ils ne sont pas plissés, et ont en général subi un simple relèvement.

Il y a lieu d'insister en outre sur l'absence complète, sur tout ce bord pacifique de l'Amérique du Nord, de tout représentant des Alvéolines, des Nummulites et des *Orthophragmina*.

Amérique centrale. — Si l'on fait abstraction de la Basse-Californie, où l'on a signalé des calcaires à *Venericardia planicosta* identiques aux couches de Tejon, le groupe Nummulitique n'existe pas sur le versant pacifique du Mexique et on ne le rencontre que sur le versant atlantique de ce pays, dont il sera question plus loin.

Dans l'isthme de Panama, on voit, par contre, apparaître, au centre de l'anticlinal que traversera le canal, des couches qui appartiennent à la partie supérieure du groupe Néonummulitique [322]. Ce sont des brèches, intercalées dans des coulées connues sous le nom de *roche de Gamboa*. Elles ont fourni à la fois des petites Nummulites et des Lépidocyclines, associées en outre à des *Heterostegina*. La présence simultanée des Nummulites et des Lépidocyclines, que l'on observe également dans le Vicentin, dans le bassin de l'Aquitaine, en Inde et dans les Antilles, caractérise, d'après H. Douvillé, le sommet du Tongrien.

Pacifique méridional. — Contrairement à ce qui a lieu pour le Crétacé supérieur, nous ne connaissons aucun affleurement nummulitique qui nous permette de relier, dans le sud, la branche méridionale du géosyn-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

clinal circumpacifique avec la branche septentrionale, que nous avons suivie jusque dans la Basse-Californie. Aucun dépôt que l'on puisse attribuer au Nummulitique n'est connu sur les côtes du Chili, où le Néogène repose directement sur le Crétacé supérieur. D'autre part, l'attribution à l'Éocène des couches à Mollusques et à ossements de Pingouins de l'île Seymour, dans les Antarctandes, a été reconnue erronée et il convient de placer ces dépôts à la base du Néogène.

Rivages atlantiques. — Sauf dans l'Amérique du Nord, les dépôts nummulitiques ne jouent, sur les rives de l'océan Atlantique, qu'un rôle peu important, de sorte que leur étude ne nous fournira que peu de documents nous renseignant d'une manière directe sur l'origine de cette immense dépression, qui, de nos jours, oppose à l'échange des faunes littorales de ses deux rives une barrière presque infranchissable.

Grœnland. — Les seuls dépôts marins que l'on puisse, dans les régions arctiques, attribuer d'une manière certaine à l'époque Nummulitique se trouvent sur la côte est du Grœnland, où ils ont été rencontrés en plusieurs points par diverses expéditions. Ce n'est toutefois qu'en 1904 que Ravn [323] a pu donner l'étude paléontologique des matériaux recueillis dans l'un de ces gisements, au cap Dalton, par l'expédition danoise de 1900. Les fossiles provenaient de deux couches, dont les relations stratigraphiques sont inconnues : une couche de grès, renfermant des Cyrènes et autres Mollusques, et une couche d'argile concrétionnée, avec restes de Crustacés. La seule espèce commune aux deux niveaux est *Aporrhais speciosa*, qui, en Europe, possède une très grande extension verticale. Parmi les Mollusques des grès, la forme la plus fréquente est *Cyrena Gravesi*, une des espèces les plus caractéristiques du Cuisien du bassin Anglo-Parisien. Les Crustacés de l'argile concrétionnée, *Hoploparia grœnlandica* et *Cœloma bicarinatum*, sont très voisins d'espèces du London clay. Les deux couches du cap Dalton appartiennent donc, suivant toute vraisemblance, au Londonien supérieur.

Est des États-Unis. — Une zone d'affleurements nummulitiques assez étroite dans le Nord, beaucoup plus large dans le Sud, s'étend, parallèlement au rivage, au travers des plaines côtières du bord atlantique des États-Unis, depuis le New Jersey jusqu'en Géorgie, en passant par le Delaware, le Maryland, la Caroline du Nord et la Caroline du Sud [324]. C'est surtout dans le Maryland que les dépôts de cette zone ont fait l'objet de travaux importants [324-326].

Les termes inférieurs du système font défaut et les premières couches nummulitiques s'appuient en légère discordance sur les dépôts néocrétacés. Comme ceux-ci, ils présentent une inclinaison régulière vers l'Océan. Les sédiments ont pris naissance aux dépens des sédiments crétacés; ce sont principalement des sables, des argiles et des marnes glauconieuses. Les recherches stratigraphiques sont encore très incomplètes, de sorte que le parallélisme des dépôts des différents états est loin d'être établi d'une manière satisfaisante. A plus forte raison les données relatives au synchronisme de cette série avec celles du pourtour du golfe du Mexique et de l'Europe occidentale manquent-elles de précision.

Les couches les plus anciennes de la série se rencontrent dans le New Jersey et semblent ne pas exister dans les autres états. Ce sont des marnes bleues, qui renferment une faune très riche en Lamellibranches (*Ostrea*, *Pecten*, *Nucula*, *Astarte*, *Venericardia*, *Crassatella*, *Corbula*, *Neæra*, *Teredo*) et en Gastéropodes (*Leptomaria*, *Natica*, *Scalaria*, *Cyprœa*, *Triton*, *Fusus*, *Fasciolaria*,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Voluta, *Pleurotoma*, *Surcula*, *Actæon*), avec quelques Céphalopodes (*Nautilus*, *Aturia*). Aucune des espèces n'a été identifiée avec des formes européennes; cependant une étude comparative avec les faunes du Montien ou du Thanétien serait du plus haut intérêt.

Dans le Maryland, on est en présence de marnes glauconieuses renfermant en abondance des fossiles d'une belle conservation. Les espèces les plus communes sont les suivantes : *Ostrea compressirostra*, *Cucullæa gigantea*, *Pectunculus stamineus*, *Crassatella alæformis*, *Venericardia planicosta*, *Cytherea ovata*, *Pholadomya marylandica*, *Panopæa elongata*, *Monodonta glandula*, *Turritella humerosa*, *Mortoni*. La présence de *Venericardia planicosta* permet d'attribuer sans hésitation ces couches au Lutétien.

Dans la Caroline du Sud, on retrouve plusieurs espèces caractéristiques du Lutétien du Maryland (*Pectunculus stamineus*, *Venericardia planicosta*, *Turritella humerosa*, *Mortoni*) dans des sables et des argiles à fossiles silicifiés (*Buhrstone*) qui occupent la base de la série. Au-dessus viennent des couches calcaires assez puissantes, qui renferment des restes d'un Cétacé du genre *Zeuglodon*, associés à divers Mollusques (*Ostrea sellæformis*, *Crassatella alta*, *panda*, *Lutraria petrosa*) et qui représentent le Bartonien ou un étage voisin. Des couches du même âge existent en Géorgie.

Rives du golfe du Mexique. — Une large bande de dépôts tertiaires s'intercale entre les affleurements crétacés des états du Centre et les plaines quaternaires qui bordent les rives septentrionales du golfe du Mexique. Elle traverse l'Alabama, le Mississipi, l'Arkansas, la Louisiane et le Texas. Elle pousse un prolongement vers le S.E. en Floride et vers le nord jusqu'au confluent de l'Ohio et du Mississipi. Le Nummulitique constitue une partie importante de ces affleurements, mais il est souvent recouvert par le Néogène transgressif.

C'est dans l'Alabama [324] que la série nummulitique a fait l'objet des études les plus approfondies.

Elle y débute par une division lignitifère, dans laquelle Dall [327] distingue deux étages, le Midwayien et le Chickasawien, séparés par une discordance. On y a reconnu en outre un grand nombre de niveaux qui n'offrent qu'un intérêt local. Les sédiments prédominants sont des argiles et des sables. L'étage inférieur est probablement éonummulitique, car l'étage supérieur doit être attribué au Lutétien, en raison de la présence de *Venericardia planicosta*, associée ici à *Ostrea compressirostra*, *Turritella Mortoni*, *Rostellaria trinodifera*, *Voluta Newcombiana*, etc. Le *Buhrstone*, qui fait suite à cette subdivision, ne s'en distingue que par des caractères lithologiques et semble appartenir également, de même que dans la Caroline du Sud, au Lutétien.

Le Claibornien, constitué principalement par des sables et des argiles, est le terme de la série nummulitique de l'Alabama sur lequel nous possédons les données paléontologiques les plus précises, grâce surtout à une revision de la faune publiée par M. Cossmann [328]. Cet auteur mentionne du gisement de Claiborne environ 450 espèces de Mollusques, à peu près toutes spéciales à la région. Il y a lieu vraisemblablement de placer ces couches si fossilifères à peu près au même niveau que les couches auversiennes de l'Ouest de la France. Elles renferment un banc à *Ostrea sellæformis*.

Le Jacksonien des auteurs américains, dont le type se trouve à Jackson City, dans le Mississipi, marque le début d'une série de sédiments calcaires. Sa faune est non moins riche que celle du Clairbonien, surtout dans sa partie inférieure, les *couches de Marks Mill*. Au sommet on observe un horizon à *Zeuglodon*, qui paraît correspondre à celui de la Caroline du Sud. Par sa position stratigraphique, le Jacksonien semble constituer l'équivalent approximatif du Bartonien et du Ludien, autrement dit du Priabonien des régions méditerranéennes. Les Orbitoïdes que l'on a rencontrées à ce niveau seraient, d'après Dall [329], des *Orthophragmina*.

Le Vicksburgien paraît correspondre à l'Oligocène des auteurs européens. Les calcaires y prédominent et ils sont en partie d'origine organique. Un premier niveau, très fossili-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

fère dans la falaise de Vicksburg, a fourni 122 espèces de Mollusques, dont 10 se trouvent déjà dans les couches sous-jacentes. Les Orbitoïdes y font défaut et c'est dans le niveau suivant, plus marneux, qu'apparaît *Lepidocyclina Mantelli* [329]. Dans un niveau calcaire supérieur, les Lépidocyclines sont associées à des Nummulites de petite taille, comme dans le Chattien des régions méditerranéennes.

En Floride, les termes de la série nummulitique inférieurs au Vicksburgien n'affleurent pas, mais cet « étage » est représenté par deux masses de calcaire, dont l'inférieure, caractérisée par *Lepidocyclina Mantelli* et *Pecten perplanus*, constitue en quelque sorte l'ossature de la péninsule, tandis que la supérieure n'affleure qu'en un petit nombre de points. C'est le *calcaire d'Ocala*, jaune clair, pulvérulent, souvent silicifié, riche en Mollusques et en Foraminifères. En ce qui concerne ces derniers, il y a lieu de citer, ici aussi, l'association de Lépidocyclines, dont les déterminations auraient besoin d'être vues, avec *Nummulites Willcoxi*, *floridensis*, *Heilprini*.

Ce niveau, qui correspond certainement au Tongrien supérieur, est le seul qui, aux États-Unis, renferme des Nummulites. Dans « l'Éocène », ces Foraminifères sont inconnus aussi bien sur le versant atlantique que sur le versant pacifique du continent.

Le Nummulitique des bords du Mississipi ne diffère par aucun caractère essentiel de celui de l'Alabama. Celui du Texas, confiné dans la zone littorale, présente, par contre, quelques particularités qui le rapprochent de celui du versant pacifique [330].

Les sédiments, principalement argileux et sableux, semblent s'être déposés dans des eaux d'une faible profondeur. Les faunes successives indiquent la présence des niveaux inférieurs de l'Alabama, à l'exclusion de tous les horizons supérieurs au Claibornien. On y trouve plusieurs espèces qui manquent dans la zone atlantique et notamment quelques types pacifiques (*Solarium amœnum*, *alveatum*, *Natica æelites*, *Strepsidura ficus*), qui semblent indiquer l'existence d'une communication directe avec la Californie.

Mexique. — Le Nummulitique paraît faire défaut dans l'intérieur du Mexique, mais il est représenté dans le Sud du pays, sur le versant du golfe, notamment dans l'état de Chiapas, sous la forme de schistes et de calcaires, attribués au Lutétien. On y trouve des *Lithothamnium*, des Nummulites et des *Orthophragmina*.

Antilles. — Les Grandes Antilles, qui sont le prolongement tectonique des chaînes du Mexique méridional, sont encore très incomplètement connues au point de vue statigraphique. On sait peu de chose notamment sur la succession des dépôts nummulitiques dans les îles de Cuba, de Haïti et de Porto-Rico. La Jamaïque a été mieux étudiée.

Des calcaires à *Lepidocyclina Mantelli*, correspondant au Vicksburgien de l'Alabama et de la Floride, constituent un point de repère précieux : ils marquent la limite supérieure du Nummulitique et permettent d'attribuer les calcaires sous-jacents de Cuba et de Haïti au Mésonummulitique. Cette assimilation est confirmée par la détermination, due à Cotteau, de quelques espèces d'Échinides, des genres *Echinopedina*, *Echinolampas*, *Asterostoma*, *Peripneustes*, *Macropneustes*, provenant de diverses localités de Cuba.

Les dépôts tertiaires de la Jamaïque ont fait l'objet de plusieurs travaux paléontologiques importants [331-334] et, de plus, grâce aux recherches de Hill [335], leur stratigraphie commence à être connue dans ses lignes essentielles.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Les *couches de Richmond*, par quoi Hill fait débuter la série tertiaire, sont des conglomérats renfermant des Zoanthaires identifiés à des espèces éocènes, des Rudistes (?), des Actéonelles et d'autres Mollusques d'une conservation médiocre.

La *série de Cambridge*, constituée par des alternances de calcaires et d'argiles, comprend 3 termes :

1° les *couches de Cataḍupa*, qui renferment des Foraminifères de petite taille, des Zoanthaires et des Échinides d'affinités éocènes, associés à des Rudistes qui ne semblent pas roulés et à d'autres Mollusques, parmi lesquels *Carolia jamaicensis*;

2° les *couches de Chapelton*, qui ont fourni à Hill de nombreuses espèces de Mollusques, encore indéterminées;

3° les *couches de Port Antonio*, avec Globigérines, *Orbulina universa*, *Orthophragmina*, *Nummulites*, *Heterostegina*.

De nouvelles recherches sont nécessaires pour élucider les conditions dans lesquelles se présente le singulier mélange de Rudistes avec des éléments incontestablement tertiaires.

Les *calcaires blancs de Montpelier* sont l'équivalent du Vicksburgien et sont caractérisés par l'association de Nummulites et de *Lepidocyclina*.

Dans les Petites Antilles, le Nummulitique affleure dans plusieurs îles. Ainsi Saint-Barthélemy, aujourd'hui possession française, a fourni au voyageur suédois Cleve un certain nombre d'Échinides, considérés par Cotteau [336] comme éocènes : *Cidaris Loveni*, *Sismondia Antillarum*, *Echinolampas Antillarum*, *ovum serpentis*, *Clevei*, *semiorbis*, *Echinanthus Antillarum*, *Periaster elongatus*, *Schizaster Antillarum*, *subcylindricus*, *Agassizia Clevei*, *Prenaster Loveni*, *Peripneustes Antillarum*, *Plagionotus Loveni*, *Eupatagus Antillarum*, *Clevei*, *grandiflorus*, *Asterostoma cubense*.

Les dépôts tertiaires de l'île de la Trinité ont fait l'objet de travaux relativement précis de la part de Lechmere Guppy [337]. Cet auteur a soigneusement séparé, dans ses études sur les Mollusques, les espèces provenant de trois niveaux nummulitiques distincts (Manzanilla, San Fernando, Caroni), mais il n'a identifié qu'un petit nombre de formes à des espèces européennes, de sorte que le classement des assises est encore douteux, d'autant plus que la détermination des Foraminifères mérite une sérieuse revision.

L'étude des Zoanthaires a conduit, par contre, pour l'ensemble des Antilles, à des résultats d'une importance capitale. Duncan [331] a reconnu, dans les matériaux soumis à son examen, un certain nombre d'espèces qui avaient été antérieurement décrites du Tongrien moyen de Castel Gomberto, dans le Vicentin, telles que *Trochosmilia subcurvata*, *arguta*, *Stephanocœnia elegans*, *Astrocœnia multigranosa*, *Ulophylla macrogyra*, *Porites ramosus*.

Il y aura lieu plus loin de tirer les conclusions paléogéographiques des affinités étroites qui existent entre les dépôts néonummulitiques des Antilles et ceux des régions méditerranéennes de l'Europe.

Amérique du Sud. — Contrairement à ce que nous constations pour les dépôts crétacés, ces affinités ne se retrouvent pas dans la Cordillère des Andes.

En Colombie, le Nummulitique est peut-être représenté par les *couches de Honda*, formation détritique des bords du rio Magdalena, constituée par des conglomérats et des marnes sableuses. Elle est discordante sur le Crétacé et a subi des plissements intenses. On n'y a malheureusement trouvé aucun fossile.

La présence de calcaires à Nummulites avait été indiquée par Tellini dans la république de l'Équateur, d'après des blocs recueillis sur la côte par un navire italien. Il est probable qu'il s'agit de blocs de lest, car aucun dépôt nummulitique n'a été signalé ni dans les Andes de l'Équateur, ni plus au sud, au Pérou et au Chili.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le Nummulitique n'est pas connu sur les côtes du Brésil et il n'est représenté, en Patagonie, que par des couches continentales.

Sénégal. — Signalé précédemment au Sénégal par plusieurs auteurs d'après des matériaux recueillis par des voyageurs, le Nummulitique a été étudié pour la première fois sur place, sur la côte de Sine, au sud du cap Vert, par J. Chautard [338]. Ce géologue a observé, dans la falaise de N'Gazobil, une succession de calcaires marneux blancs et d'argiles marneuses en couches horizontales, qui lui ont fourni notamment *Pycnodonta Archiaciana, Ostrea multicostata, Cardita sererina, Vulsella senegalensis, Thersitea Coquandi, Cassidaria diadema.* Cette faunule vraisemblablement lutétienne a été retrouvée dans plusieurs localités voisines, où l'on a rencontré en outre *Cardita gracilis, Baoli, Cytherea humata, Cyprina subathoensis, Echinolampas anceps.*

Des Nummulites ont été d'autre part recueillies au cours du forage du puits artésien de Saint-Louis, à plus de 200 m de profondeur.

Soudan. — L'existence de l' « Éocène » dans l'Adar-Doutchi et dans le Sokoto avait été affirmée sur la foi d'Operculines, d'Échinides, de moules de *Velates* et de Nautiles rapportés par plusieurs explorateurs, mais, d'après Garde, tous ces fossiles proviendraient d'une même couche, où ils sont associés à de nombreuses espèces incontestablement crétacées, parmi lesquelles *Venericardia Beaumonli.* On serait donc là en présence du Maestrichtien ou du Danien.

Cameroun. — Des matériaux recueillis par Esch sur le Vouri, en face de Bonangando, au Cameroun, ont permis à Oppenheim [339] d'affirmer la présence du Nummulitique dans la colonie allemande, mais le mauvais état de conservation des fossiles et l'absence des Foraminifères ou des Échinides interdisent toute détermination précise de l'âge des couches. Toutefois, plusieurs formes sont identiques à des espèces mésonummulitiques du bassin de Paris : *Cytherea nitidula, elegans, Tellina subrotunda, Calyptræa trochiformis, Sycum bulbiforme.* Le reste de la faune comprend surtout des espèces des genres *Ostrea, Nucula, Leda, Arca, Cardita, Lucina, Cardium, Cytherea, Thracia, Corbula, Natica, Syrnola, Turritella, Pseudoliva, Buccinum, Murex, Latirus, Ficula, Pleurotoma, Actæon,* etc , dont quelques-unes sont très voisines d'espèces européennes.

Angola. — Le Nummulitique n'est pas connu au Congo français, mais, plus au sud, Choffat [XXXVIII, 283] signale à Dombe-Grande, dans les possessions portugaises, par 12° lat. S., des couches qui semblent reposer sur le Crétacé et qui peuvent légitimement lui être attribuées. Ce sont des calcaires oolithiques, renfermant des Lamellibranches et un *Strombus,* voisin de *Strombus Fortisi,* de l'Auversien de Roncà, dont Oppenheim [339] a fait le *Strombus Choffati.*

Continent nordatlantique. — Jusqu'ici nous nous sommes surtout attachés à étudier la succession des dépôts marins du Nummulitique dans les diverses régions, mentionnant seulement en passant des formations lagunaires ou continentales connexes. Il nous reste à passer en revue quelques séries continentales très importantes, assez localisées et intéressantes surtout parce qu'elles nous font connaître l'histoire paléontologique des Mammifères et des Végétaux terrestres pendant la première moitié de l'ère Tertiaire. Nous commencerons par les dépôts qui ont pris naissance sur l'ancien continent Nordatlantique.

Centre des États-Unis. — Nous ne possédons que peu de renseignements sur les régions intérieures du bouclier Canadien au cours de l'époque

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Nummulitique, mais nous savons que le continent Nordatlantique s'est accru, aussitôt après la fin de l'époque Crétacée, de toute une large zone plissée, qui désormais ne sera plus envahie par la mer. C'est le faisceau de chaînes qui constitue les Montagnes Rocheuses. Les dépôts nummulitiques y occupent des dépressions, dans lesquelles ils ont à peu près conservé leur horizontalité primitive, tandis que les terrains plus anciens qui les entourent sont plissés ou fortement redressés. On considérait autrefois ces dépressions comme autant de bassins lacustres, mais W. M. Davis [340] et d'autres ont insisté avec beaucoup de force sur le caractère fluviatile des dépôts. On a reconnu aussi le rôle important joué par les cendres volcaniques dans leur formation. Les principaux bassins d'âge « éocène » sont les suivants : Bighorn, Wind River, Wasatch et Washakie, dans le Wyoming; Uinta, dans l'Utah; Huerfano, dans le Colorado; San Juan, dans le Nouveau-Mexique. Aucun d'eux ne présente une succession complète des dépôts, car leur remplissage par des apports torrentiels ne s'est pas opéré simultanément; mais, en établissant des parallélismes au moyen des faunes, on a pu retrouver un même horizon dans plusieurs bassins. On a pu ainsi reconstituer la chronologie complète. La combinaison des diverses coupes donne, pour les dépôts « éocènes » des Montagnes Rocheuses, une épaisseur totale de 2 400 m [342].

L'« Oligocène » manque dans les Montagnes Rocheuses, mais ses dépôts occupent de vastes surfaces dans les grandes plaines situées plus à l'est, dans l'Assiniboia (Canada), dans le South Dakota, dans le Nebraska et dans l'Est du Colorado.

Tous ces dépôts renferment en abondance des restes de Mammifères [341-343]; l'exploration des gisements a été entreprise méthodiquement par les grands musées américains, de sorte que la succession des faunes est à présent connue d'une manière à peu près continue et peut être prise comme « échelle ». Nous retrouverons en Europe une partie des horizons américains.

Malheureusement les dépôts continentaux de l'Ouest ne sont nulle part en contact avec les dépôts marins des rivages pacifiques et atlantiques. Aussi est-ce par comparaison avec les faunes de Mammifères européennes, dont les relations d'âge avec les faunes marines sont bien connues, que l'on a pu arriver à ranger les faunes américaines dans les étages de la classification générale.

Nous allons maintenant étudier successivement tous les termes de cette série continentale nordaméricaine, en nous basant principalement sur les publications récentes de H. F. Osborn [341-342 *bis*]. Nous indiquerons, pour chacun d'eux, le bassin où il est représenté, l'épaisseur habituelle des dépôts [1], les subdivisions qu'éventuellement on peut y établir et, groupés par ordres ou sous-ordres, les principaux genres de Mammifères qui constituent la faune.

Éonummulitique : 1° *Couches de Puerco* [344] ou zone à *Polymastodon*. Bassin de San Juan (Nouveau-Mexique). 160 m. Multituberculés : *Neoplagiaulax*, *Polymastodon;* Créodontes : *Triisodon*, *Oxyclænus*, *Loxolophus;* Insectivores : *Mioclænus*, *Oxyacodon;* Tæniodontes : *Wortmannia*, *Onychodectes;* Condylarthres : *Protogonodon;* Amblypodes : *Periptychus*, *Ectoconus*, *Conacodon*, etc.

2° *Couches de Torrejon* ou zone à *Pantolambda*. Bassin de San Juan. 100 m. Multituberculés : *Neoplagiaulax*, *Ptilodus*, *Polymastodon*, *Chirox;* Créodontes : *Didymictis*, *Clænodon*,

1. La nature lithologique des dépôts varie suivant les bassins. Tantôt ce sont les projections volcaniques, tantôt les sables et les argiles qui prédominent.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Dissacus, Sarcothraustes, Goniacodon, Chriacus, Tricentes; Insectivores : *Mioclænus, Pentacodon, Mixodectes;* Tæniodontes : *Psittacotherium, Conoryctes;* Condylarthres : *Tetraclænodon;* Amblypodes : *Periptychus, Haploconus, Pantolambda.*

3° *Couches de Wasatch* [345] ou zone à *Coryphodon.* Bighorn, Wasatch, Washakie, Huerfano [346], San Juan. 300-800 m. Primates : *Pelycodus, Anaptomorphus, Cynodontomys;* Créodontes : *Didymictis, Viverravus, Vulpavus, Anaconodon, Palæonictis, Oxyæna, Sinopa, Pachyæna, Hapalodectes;* Insectivores : *Palæosinopa, Palæictops, Hyopsodus, Diacodon, Didelphodus;* Tillodontes : *Esthonyx;* Rongeurs : *Paramys;* Tæniodontes : *Calamodon, Ectoganus, Dryptodon;* Condylarthres : *Phenacodus* (8 esp.), *Eohyus, Ectocion, Meniscotherium;* Amblypodes : *Coryphodon* (8 esp.); Périssodactyles : *Heptodon, Systemodon, Eohippus;* Artiodactyles : *Trigonolestes, Helohyus, Parahyus.*

4° *Couches de Wind River* [345] ou zones à *Lambdotherium* et *Bathyopsis.* Wind River, Bighorn, Huerfano. 70-450 m. Primates : *Notharctus, Anaptomorphus, Microsyops;* Créodontes : *Didymictis, Viverravus, Vulpavus, Oxyæna, Patriofelis, Tritemnodon, Pachyæna;* Insectivores : *Palæosinopa, Palæoictops, Hyopsodus;* Tillodontes : *Esthonyx;* Rongeurs : *Paramys, Sciuravus;* Tæniodontes : *Stylinodon;* Condylarthres : *Phenacodus, Ectocion;* Amblypodes : *Coryphodon, Bathyopsis;* Périssodactyles : *Heptodon, Eohippus, Lambdotherium, Eotitanops;* Artiodactyles : *Trigonolestes.*

Mésonummulitique : 1° *Couches de Bridger inférieures* ou zone à *Orohippus.* Bridger, Huerfano, Uinta, Washakie, Clarno (Oregon). 260-600 m. Primates : *Pelycodus, Notharctus, Omomys, Anaptomorphus, Microsyops;* Créodontes : *Viverravus, Miacis, Uintacyon, Oodectes, Vulpavus, Patriofelis, Limocyon, Thinocyon, Sinopa, Mesonyx, Harpagolestes;* Insectivores : *Nyctilestes, Entomacodon, Hyopsodus, Pantolestes;* Tillodontes : *Trogosus;* Rongeurs : *Paramys, Pseudotomus, Sciuravus, Tillomys;* Tæniodontes : *Stylinodon;* Édentés (?) : *Metacheiromys;* Périssodactyles : *Hyrachius, Colonoceras, Helaletes, Orohippus* (6 esp.), *Palæosyops, Limnohyops;* Artiodactyles : *Microsus, Sarcolemur, Helohyus.*

2° *Couches de Bridger supérieures* ou zone à *Uintatherium.* Bridger, Uinta. Primates : *Notharctus, Telmatolestes, Hemiacodon, Washakius, Microsyops;* Créodontes : *Viverravus, Miacis, Uintacyon, Patriofelis, Limnocyon, Thinocyon, Sinopa, Synoplotherium;* Insectivores : *Apatemys, Talpavus, Nyctitherium, Centetodon, Hyopsodus, Pantolestes;* Tillodontes : *Tillotherium;* Rongeurs : *Paramys, Pseudotomus, Colonomys,* etc.; Amblypodes : *Uintatherium* (fig. 424) (*Dinoceras, Tinoceras*); Périssodactyles : *Hyrachius, Triplopus, Helaletes, Desmatotherium, Isectolophus, Orohippus, Palæosyops, Telmatherium, Manteoceras;* Artiodactyles : *Homacodon, Helohyus.*

3° Zone à *Eobasileus.* Washakie, Uinta. 120 m. Primates : *Notharctus;* Créodontes : *Miacis, Oxyænodon, Thinocyon, Harpagolestes;* Rongeurs : *Paramys;* Amblypodes : *Eobasileus;* Périssodactyles : *Hyrachius, Amynodon, Heptodon, Dolichorhinus, Telmatherium;* Artiodactyles : *Achænodon, Leptotragulus.*

4° *Couches d'Uinta* [347] ou zone à *Diplacodon.* Uinta. 200 m. Créodontes : *Miacis, Oxyænodon, Limnocyon, Harpagolestes;* Carnivores : *Procynodictis, Hyopsodus;* Rongeurs : *Paramys, Protoptychus;* Périssodactyles : *Triplopus, Amynodon, Isectolophus, Epihippus, Diplacodon, Manteoceras;* Artiodactyles : *Bunomeryx, Leptotragulus, Protylopus, Camelomeryx, Oromeryx, Protoreodon, Hyomeryx.*

Néonummulitique : 1° *Couches de White River inférieures* [348] *ou de Chadron* ou zone à *Titanotherium.* Montana, South Dakota, Nebraska. 60 m. Marsupiaux : *Peratherium;* Créodontes : *Hemipsalodon, Hyænodon;* Carnivores : *Daphænus, Cynodictis, Dinictis;* Insectivores : *Ictops, Apternodus, Micropternodus;* Rongeurs : *Prosciurus, Ischyomys, Palæolagus;* Périssodactyles : *Hyracodon, Trigonias, Cænopus, Colodon, Mesohippus, Titanotherium, Megacerops, Allops, Symborodon, Brontotherium;* Artiodactyles : *Elotherium, Hyopotamus, Oreodon, Agriochœrus, Trigenicus, Leptomeryx, Heteromeryx.*

2° *Couches de White River moyennes* ou zone à *Oreodon.* South Dakota, Nebraska, Montana. 60 m. Marsupiaux : *Peratherium* (7 esp.); Créodontes : *Hyænodon* (7 esp.); Carnivores : *Daphænus, Cynodictis, Bunælurus, Dinictis, Hoplophoneus;* Insectivores : *Proterix, Leptictis, Ictops, Mesodectes, Protosorex;* Rongeurs : *Domnina, Prosciurus, Eutypomys, Ischyromys, Gymnoptychus, Eumys, Palæolagus;* Périssodactyles : *Hyracodon, Metamynodon, Cænopus, Leptaceratherium, Colodon, Protapirus, Mesohippus;* Artiodactyles : *Elotherium, Perchœrus, Anthracotherium, Hyopotamus, Leptochœrus, Stibarus, Agriochœrus, Oreodon, Leptauchenia, Hypertragulus, Leptomeryx, Poebrotherium, Paratylopus.*

3° *Couches de White River supérieures* ou zone à *Leptauchenia.* South Dakota, Nebraska, Colorado. 90 m. Carnivores : *Cynodictis, Dinictis, Hoplophoneus;* Insectivores : *Proscalops;* Rongeurs : *Steneofiber, Palæolagus;* Périssodactyles : *Hyracodon, Cænopus, Protapirus,*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Mesohippus, Miohippus; Artiodactyles : *Elotherium, Perchœrus, Leptochœrus, Anthracotherium, Hyopotamus, Agriochœrus, Eporeodon, Leptauchenia, Leptomeryx, Protoceras, Calops, Pseudolabis.*

En synthétisant les résultats relatifs à la distribution verticale des Mammifères dans les dépôts nummulitiques de l'Amérique du Nord, Osborn s'est trouvé conduit à distinguer 4 phases successives dans l'évolution de ces Vertébrés [342, 342 *bis*].

Une 1re PHASE, qui correspond exclusivement aux faunes des couches de Puerco et de Torrejon, est caractérisée par l'existence de types archaïques, à caractères primitifs, qui

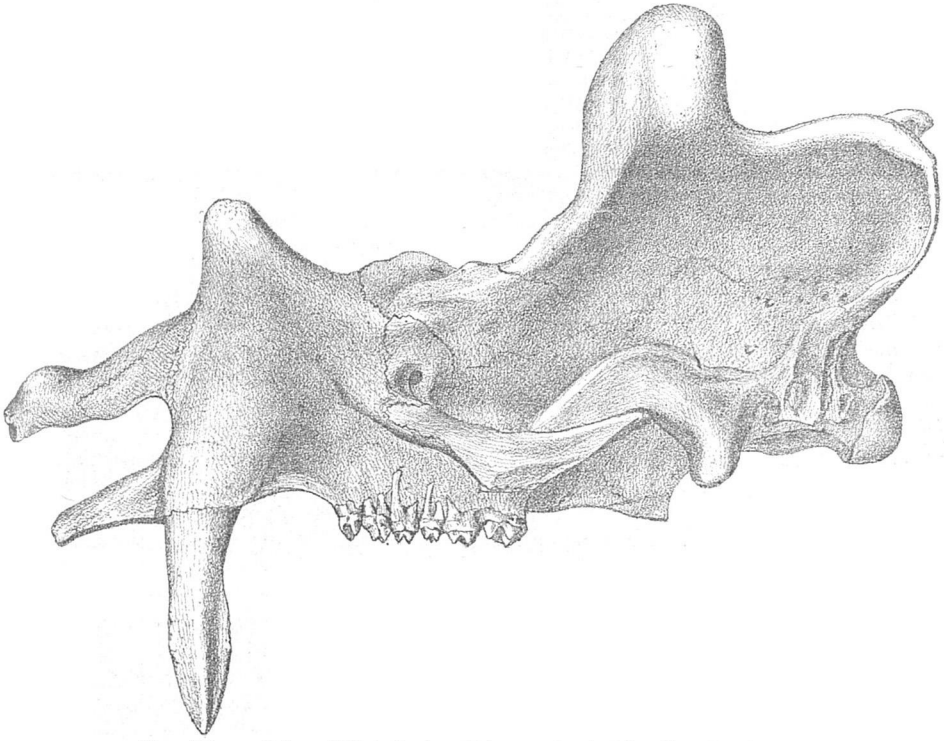


Fig. 424. — Crâne d'*Uintatherium* (*Dinoceras*) *mirabile*, d'après MARSH.
Couches de Bridger supérieures. Bord du Green River, Utah (1/6 gr. nat.).

ne sont pas représentés dans la faune actuelle par des descendants directs. Ce sont, d'une part, les Multituberculés, d'origine triasique; d'autre part, les Créodontes (Carnivores archaïques), les Insectivores (types spéciaux), les Tæniodontes et deux ordres primitifs d'Ungulés, les Condylarthres et les Amblypodes, d'origine inconnue, mais probablement crétacée.

Nous retrouverons en France certains éléments de la faune de Torrejon, tandis que la faune de Puerco a de grandes affinités avec celle des couches à *Notostylops* de la Patagonie.

Le début d'une 2e PHASE, correspondant exclusivement à la faune des couches de Wasatch, est marqué par l'invasion d'éléments cryptogènes d'un caractère plus moderne, qui désormais entrent en concurrence avec les éléments archaïques. Ce sont les Primates, les Rongeurs, les Périssodactyles (*Lophiodontidæ, Tapiridæ, Equidæ*) et les Artiodactyles, dont on suit la filiation jusqu'à la période actuelle. Ils font leur apparition en Europe exactement à la même époque. Les types archaïques sont des survivants de la 1re phase, mais les Multituberculés ont disparu et l'on ne constate plus aucune affinité avec les faunes sudaméricaines.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

La 3e PHASE comprend toute l'époque Mésonummulitique. Elle n'est marquée par aucune invasion nouvelle de types cryptogènes. Les éléments archaïques sont en décroissance, tandis que les éléments modernes se développent graduellement et finissent par devenir prédominants.

Les communications avec l'Europe paraissent être devenues plus difficiles, de sorte que la faune de l'Ancien-Monde et celle du Nouveau-Monde vont en se différenciant de plus en plus. Des familles spécialement américaines prennent naissance, telles les extraordinaires Titanothéridés, parmi les Périssodactyles, les Camélidés et les Oréodontidés, parmi les Artiodactyles. Les Condylarthres disparaissent bien avant la fin de l'époque Mésonummulitique, tandis que les Amblypodes sont encore représentés, dans les couches les plus élevées de la série, par des formes géantes, *Uintatherium* et *Eobasileus*.

La 4e PHASE, enfin, correspond à l'Oligocène et se continue jusque dans le Néogène. Dès le début apparaissent en Amérique 16 familles nouvelles (Rongeurs, 6; Carnivores, 4; Insectivores, 4; Périssodactyles, 1; Artiodactyles, 1). Nous verrons qu'en Europe une invasion de types cryptogènes a lieu à la même époque. 6 familles apparaissent, d'après Osborn, simultanément en Europe et en Amérique. Les échanges entre l'Ancien et le Nouveau-Monde sont très fréquents. Ils sont absolument nuls avec l'Amérique du Sud. Parmi les types archaïques des phases précédentes il ne survit qu'une famille de Créodontes, celle des Hyænodontidés.

Par contre, les véritables Marsupiaux font leur apparition, en même temps en Amérique et en Europe.

Les couches continentales du Centre des États-Unis ont encore fourni d'autres restes organiques que les Mammifères. C'est ainsi que les couches inférieures de Wind River renferment des ossements de Tortues (*Trionyx*), de Crocodiliens (*Crocodilus*) et de Lacertiens (*Glyptosaurus*), et que l'on a décrit, des couches de White River, des Tortues terrestres et de rivière, qui confirment le caractère fluviatile des dépôts.

Les Végétaux sont particulièrement abondants à la base de la série, notamment dans les *couches de Fort Union* [25], qui constituent un équivalent latéral des couches de Puerco et de Torrejon. On trouve parmi eux de nombreuses espèces caractéristiques des gisements éonummulitiques de Gelinden, en Belgique, de Sézanne, dans la Marne, et d'autres localités européennes, qui ne laissent aucun doute sur leur âge.

Le gisement de Florissant, dans le Colorado, est certainement le plus riche en Insectes tertiaires que l'on connaisse actuellement [349]. C'est un ancien bassin lacustre, très étroit, mais long de plus de 16 km, dans lequel se sont déposées des vases, transformées depuis en schistes argileux. Les fossiles y sont très variés et présentent une fort belle conservation. Les Végétaux et les Poissons ont fait attribuer ce dépôt au Tongrien. Les Insectes sont représentés par d'innombrables espèces, qui se répartissent surtout dans les Hyménoptères, les Diptères, les Coléoptères et les Hémiptères. Les Neuroptères, les Orthoptères et les Lépidoptères sont beaucoup plus rares.

Bassin Anglo-Parisien. — Les dépôts tertiaires du bassin Anglo-Parisien qui renferment des restes fossiles de la flore ou de la faune terrestre sont rarement de véritables formations continentales. Ce sont presque toujours des formations lagunaires ou même marines, plus rarement lacustres, dans lesquelles des restes d'Animaux ou de Végétaux qui ont vécu sur la terre ferme ont été entraînés par des cours d'eau, probablement au moment des grandes crues. La plupart des dépôts où ces conditions se sont trouvées réalisées ont déjà été cités au cours de la description de l'étage dont ils font partie. Quelques gisements méritent cependant une mention spéciale. Nous étudierons séparément : 1° les couches riches en empreintes végétales; 2° les calcaires formés dans des lacs ou dans des lagunes dessalées, avec Mollusques d'eau douce et terrestres; 3° les formations fluvio-marines

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

ou lagunaires qui renferment des faunes de Vertébrés. Nous suivrons, pour chacune de ces catégories, l'ordre chronologique.

Le plus ancien gisement de Végétaux du bassin Anglo-Parisien est celui des marnes heersiennes de Gelinden, qui appartiennent au Thanétien inférieur. Sa flore, étudiée par G. de Saporta et Marion [350], comprend, outre 2 Fougères et 1 Conifère, exclusivement des Dicotylédones, appartenant principalement aux familles des Quercinées (*Dryophyllum*), Salicinées (*Salix*), Laurinées (*Daphnogene, Laurus*), Araliacées (*Aralia*), Renonculacées (*Dewalquea*), Ménispermacées (*Cocculus*), Célastrinées (*Celastrophyllum*), etc. Les affinités avec les dernières flores crétacées sont assez grandes, comme l'indique la présence des genres *Dryophyllum*, *Dewalquea* et *Celastrophyllum*, qui sont communs dans les localités sénoniennes de Haldem, Aix-la-Chapelle et Niederschœna. Les liens de parenté avec les faunes tertiaires plus récentes sont cependant indiscutables.

Dans les faciès sableux du Thanétien les débris végétaux ne sont pas communs. Les grès de Vervins et de Fieulaine, dans l'Aisne, ont cependant fourni à Watelet [350] quelques empreintes de feuilles qu'il a attribuées à des Cypéracées, des Palmiers, des Myricacées, des Protéacées, des Sterculiacées.

La flore la plus riche du bassin de Paris est celle du célèbre *travertin de Sézanne* (Marne), formation continentale, qui appartient au Thanétien le plus élevé. C'est un tuf calcaire déposé par une cascade qui ruisselait au flanc d'une vallée creusée dans la Craie et se jetait dans un cours d'eau, qui était tributaire de la lagune d'eau douce de Rilly et dont les graviers sont visibles en contre-bas du travertin.

Les empreintes végétales, autrefois très abondantes, ont été étudiées par le marquis de Saporta [353] et par Langeron [354]. Quelques-unes proviennent d'Hépatiques (*Marchantia sezannensis*), de Fougères (*Adiantum, Blechnum, Asplenium, Alsophylla, Quercites*) ou de Monocotylédones (Cypéracées, Pandanées, Smilacées), mais la plupart appartiennent à des Dicotylédones et se répartissent surtout dans les Myricacées, les Bétulacées, les Cupulifères (*Quercites*), les Moracées (*Protoficus*), les Salicinées (*Populus, Salix*), les Laurinées (*Laurus, Sassafras, Daphnogene*), les Araliacées (*Hedera, Aralia*), les Ampélidées (*Cissus, Vitis*), les Acéracées (*Acer*), les Rhamnacées (*Rhamnus, Zizyphus*), les Columnifères (*Grewiopsis, Sterculia, Luheopsis, Echinocarpæopsis*), les Juglandées (*Juglans*), etc. C'est un curieux mélange de genres subtropicaux et de genres de la zone tempérée.

Mais l'intérêt principal du travertin de Sézanne ne réside pas dans ces empreintes de feuilles, dont la détermination est toujours un peu aléatoire. Le tuf présente des cavités dans lesquelles Munier-Chalmas a eu l'idée de couler du plâtre, en dissolvant ensuite le calcaire par l'acide chlorhydrique. Les moulages ainsi obtenus reproduisent exactement et sans déformation la forme extérieure des graines, des fleurs, des coquilles de Mollusques, des larves, des Insectes adultes, des Crustacés, qui s'étaient trouvés emprisonnés dans le tuf en voie de formation. Les fruits appartiennent en partie à des Euphorbiacées; les fleurs, conservées avec leur pistil, leurs étamines, leurs pétales et leurs sépales, ont permis de définir un genre nouveau, *Sezannella*, de la famille des Sterculiacées. Les Insectes sont surtout des Hémiptères. Les Crustacés, dont les pattes mêmes sont conservées, ont pu être attribués aux genres *Sphæroma* et *Astacus*.

Le Sparnacien renferme, à divers niveaux et principalement dans les argiles lignitеuses des environs immédiats de Paris, de la région de Provins et de Montereau, de Neaufle-Saint-Martin (Eure) et du Soissonnais, des empreintes végétales assez variées, étudiées récemment par Fritel [355]. Abstraction faite des Cryptogames vasculaires, ce sont principalement des Fougères (*Acrostichum, Asplenium*), des Rhizocarpées (*Salvinia*), des Équisétacées (*Equisetum*), des Conifères (*Doliostrobus, Taxodium, Sequoia*), des Monocotylédones (*Posidonia, Araceæites, Sabalites, Arundo, Poacites, Pontederia*) et un certain nombre de Dicotylédones (*Ficus, Laurus, Cinnamomum, Dombeyopsis, Aralia*).

On est manifestement en présence d'une association indiquant des conditions marécageuses, comparables par exemple à celles du Dismal Swamp de la Virginie (v. p. 131). Toute comparaison avec la flore de Sézanne devient dès lors illusoire.

Les *grès de Belleu*, qui appartiennent au Cuisien, ont fourni une flore assez variée, comprenant, d'après Fritel, des Conifères (*Podocarpus*), des Monocotylédones (*Dioscorea, Sabalites*) et de nombreuses Dicotylédones (*Myrica, Dryophyllum, Pasianopsis, Ficus, Artocarpidium, Cinnamomum, Persea, Sapotacites*, etc.). Plusieurs de ces genres indiquent un climat plutôt tempéré.

En Angleterre, le *London clay*, qui vient se placer à peu près au même niveau, est surtout riche en fruits, que l'on trouve mélangés à des fossiles marins et qui ont été

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

évidemment charriés dans la mer par un fleuve. C'est dans l'île de Sheppey qu'ont été recueillies la plupart des espèces, qui se répartissent dans les genres *Sequoia*, *Pinus*, *Callitris*, *Ginkgo*, *Musa*, *Sabal*, *Œnocarpus*, *Quercus*, *Liquidambar*, *Magnolia*, *Juglans*, *Eucalyptus*, *Amygdalus*, *Bauhinia*, etc. [351].

L'une des flores les plus riches du groupe Mésonummulitique est celle des formations continentales du Sud de l'Angleterre, généralement assimilées aux *couches de Bagshot*.

Leur base appartient peut-être encore au Londinien, mais elles sont certainement en majeure partie lutétiennes. Les localités d'Alum Bay, dans l'île de Wight, et de Bournemouth ont fourni plusieurs centaines d'espèces [351], qui se répartissent dans les Fougères (*Chrysodium*, *Osmunda*, *Pteris*, *Gleichenia*, *Lygodium*, *Anemia*), les Conifères (*Cupressus*, *Taxodium*, *Sequoia*, *Podocarpus*, *Araucaria*, *Pinus*), les Dicotylédones (Araliacées, Artocarpées, Buttneriacées, Sapindacées, etc.). Le caractère de la flore est essentiellement tropical et rappelle les flores de l'Archipel Malais et de l'Amérique tropicale.

La flore du Lutétien des environs de Paris est beaucoup plus pauvre. Elle est à peu près localisée dans le *banc vert* du Calcaire Grossier supérieur, déposé dans des lagunes parsemées d'îlots (v. p. 1434). Les espèces les plus communes sont *Flabellaria parisiensis*, *Myrica subhæringiana*, *Grevillea parisiensis*, *Dryandra Micheloti*, *Zizyphus pseudo-Ungeri*, *Nerium parisiensis*, *Echitonium Micheloti*.

Les étages supérieurs du groupe Mésonummulitique du bassin de Paris proprement dit ne renferment que tout à fait exceptionnellement des débris végétaux, mais il existe dans l'Ouest, dans les départements de la Mayenne, de la Sarthe et de Maine-et-Loire, une formation lacustre, riche en végétaux, d'âge auversien, connue sous la dénomination de grès à *Sabalites andegaviensis* [356]. Elle repose en discordance sur les divers termes du Crétacé, et présente à sa base un conglomérat avec fossiles remaniés et silicifiés, empruntés au substratum. Pour cette raison elle a été quelquefois confondue avec le Sénonien. A. Bigot y a reconnu une intercalation d'argiles verdâtres ou noirâtres, contenant *Potamides lapidum* et des Paludestrines. Les Végétaux se trouvent principalement dans un banc de grès, où les rameaux sont quelquefois disposés suivant un plan perpendiculaire à la stratification (pl. CXXV, 1). On en a conclu qu'ils ont vécu sur place et que leurs débris n'ont pas été charriés. Les éléments les plus caractéristiques de la flore sont les suivants : *Cheilanthes andegaviensis*, *Asplenium subcretaceum*, *Sabalites andegaviensis* (pl. CXXV, 2), *Flabellaria Saportana*, *Araucarites*, *Myrica* pl. sp., *Quercus cenomanensis*, *Heberti*, *Ficus* pl. sp., *Laurus*, *Daphnogene*, *Nerium sarthacense*, *Apocinophyllum*, *Acer andegavense*, *Diaspyros senescens*, *Magnolia andegavensis*, *Acacia Brongniarti*. Des calcaires lacustres d'âge bartonien, identiques au calcaire de Saint-Ouen, recouvrent en concordance ces grès, dont l'âge maximum est ainsi déterminé d'une manière certaine.

C'est peut-être à la base du Tongrien qu'il convient de placer les couches lignitifères de Bovey Tracey, dans le Devonshire, qui reposent directement sur le granite de Dartmoor. Leur flore, qui comprend plus de 50 espèces, présente, d'après Starkie Gardner [351], de grandes affinités avec celle des couches de Bagshot.

Les faunes d'eau douce et terrestres, que l'on rencontre à divers niveaux, dans des couches lagunaires ou lacustres intercalées dans la série nummulitique marine du bassin de Paris et de ses dépendances, ont fait l'objet des recherches classiques de Fr. Sandberger [357]. Celles-ci ont été complétées par un travail de revision, dû à Gustave-F. Dollfus [358]. Voici, avec l'indication des principales localités fossilifères et des espèces les plus caractéristiques, un aperçu des niveaux d'eau douce dont on peut reconnaître l'existence dans les étages successifs.

THANÉTIEN. Calcaire de Rilly lacustre et éléments lacustres mêlés à la faune marine des sables de Châlons-sur-Vesle.

Planorbis rillyensis, *Limnæa Baylei*, *Physa gigantea*, *Vivipara aspersa*, *Megalomastoma Arnouldi*, *Helix hemisphærica*, *Glandina Terveri*.

SPARNACIEN. Lignites du Soissonnais.

Unio antiqua, *Vivipara suessoniensis*, *Planorbis sparnacensis*, *Limnæa lignitarum*, *Physa Heberti*, *Helix sparnacensis*, *Megalomastoma eurybasis*.

La faune est totalement différente de celle du Thanétien, ce qui justifie l'attribution du sous-étage Sparnacien à l'étage Londinien.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC





GRÈS AUVERSIENS à *Sabalites andegaviensis*.

1. Bloc avec empreintes de racines perpendiculaires au plan de stratification.
Saint-Saturnin (Maine-et-Loire).

2. Bloc avec empreintes de feuilles de *Sabalites andegaviensis*, face perpendiculaire au plan de stratification.
Environs d'Angers.

Clichés O. Couffon.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Cuisien. Niveaux d'estuaire intercalés dans les sables de Cuise.

Unio truncatosa, Melania herouvalensis, Melanopsis Parkinsoni, Planorbis hemistoma, Limnæa berellensis, Carychium berellense, Auricula pulvis.

Lutétien. Calcaire grossier supérieur lagunaire de Provins, Longpont, Paissy, Loupeigne, Pacy-sur-Eure, etc.

Potamides lapidum, Vivipara novigentiensis, Valvata Bouryi, Planorbis pseudo-ammonius, Limnæa Michelini, Helix Chertieri, Clausilia novigentiensis, Glandina Naudoti, Megalomastoma mumia.

Auversien. Calcaire de Ducy.

Potamides perditus, Vivipara distinguenda, Valvata Michaudi, Planorbis nitidulus, cuomphalus, Limnæa arenularia, Helix Chevallieri, Clausilia Bernayi, Bithinella subulata, Nystia microstoma.

Bartonien. Calcaire lacustre de Saint-Ouen, de Noisy-le-Sec, de Nogent-le-Rotrou, des environs du Mans et de la vallée du Loir.

Planorbis goniobasis, Limnæa longiscata, Bithinella subulata, Bithinia contracta, Nystia microstoma.

Ludien. Le travertin de Champigny, qui constitue le faciès lacustre du Ludien supérieur, n'est pas fossilifère.

Sannoisien. 1° Marnes blanches de Pantin et de Romainville.

Planorbis planulatus, Limnæa strigosa, Bithinia Vasseuri, Bithinella Monthiersi, Nystia plicata.

2° Marnes vertes d'Argenteuil et de Romainville.

Cyrena convexa, Psammobia plana, Cerithium plicatum, Striatella Nysti, Planorbis depressus, Nystia Duchasteli.

3° Calcaire de Brie, de Château-Landon, Châtillon-sur-Loire, la Mothe-Sainte-Héraye, des Thévalles, près Laval, du Ludes (Manche), de Landéan (Ille-et-Vilaine).

Striatella barjacensis, Planorbis landonensis, depressus, Limnæa briarensis, Heberti, minor, Nystia plicata.

Rupélien. Pas de niveau d'eau douce.

Chattien. Calcaire d'Étampes et meulière de Montmorency.

Potamides Lamarcki, Planorbis cornu, solidus, Limnæa cylindrica, ventricosa, inflata, Bulimus gracilis, Helix Desmaresti, Doumeti, Munieri, Pupa pl. sp., *Glandina Sandbergeri, Bithinella Dubuissoni, Cyclostoma antiquum.*

Il nous reste à donner un aperçu des faunules de Mammifères qui se sont succédé dans la région parisienne et dans le Sud de l'Angleterre et qui ont laissé leurs restes dans un certain nombre de couches marines, fluvio-marines ou lagunaires intercalées dans la série normale. Nous prendrons pour guide, au moins en ce qui concerne les faunes méso- et néonummulitiques, un résumé remarquable publié récemment par G. Stehlin [359].

Thanétien. Le *tuffeau glauconieux de la Fère*, qui appartient à la partie inférieure de l'étage, a fourni des restes d'un grand Créodonte, *Arctocyon primævus.*

Le *conglomérat de Cernay*, qui n'est en réalité autre chose qu'un sable grossier avec galets empruntés au Crétacé, repose sur les sables blancs de Rilly, qu'il ravine quelquefois, et occupe le sommet de l'étage [361]. Il renferme un mélange de coquilles marines et d'estuaire associées à des dents de Squales. Par places et notamment au mont de Berru près Reims, il est très riche en dents et en os de Mammifères charriés. C'est la célèbre faune *cernaysienne* de Lemoine [360], dont voici les principaux éléments :

Multituberculés : *Neoplagiaulax cocænus;* Créodontes : *Hyænodictis Gaudryi, Dissacus europæus, Arctocyon Gervaisi;* Insectivores : *Adapisorex remensis;* Primates : *Plesiadapis remensis, Gervaisi;* Ongulés de position douteuse : *Pleuraspidotherium Aumonieri, remensis, Orthaspidotherium Edwardsi.*

Ces Mammifères sont associés à des restes de Poissons (*Amia robusta, Acanthias orpiensis, Squatina Gaudryi, Odontaspis elegans*), de Reptiles (*Champsosaurus = Simædosaurus, Emys*), d'Oiseaux (*Gastornis, Remornis*).

Sparnacien. Conglomérat de Meudon et de Vaugirard, à la base de l'étage; lignites du Soissonnais, sables et argiles ligniteuses du mont de Berru (superposés dans une même coupe verticale aux graviers de Cernay), au sommet de l'étage; couches de Woolwich et de Reading. Créodontes : *Palæonictis gigantea, Pachyæna gigantea;* Amblypodes : *Coryphodon Oweni;* Périssodactyles : *Lophiodon Larteti.*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Cuisien. Sables à *Teredo personata* d'Ay (*Agéen* de Lemoine), de Cuis; London clay.

Créodontes : *Plesiesthonyx Munieri, Hyænodictis Filholi;* Primates : *Plesiadapis Trouessarti, Protoadapis crassicuspidens, recticuspidens;* Périssodactyles : *Lophiodon Larteti, remense, Chasmotherium Stehlini, Propachynolophus Gaudryi, Pachynolophus Maldani;* Artiodactyles : *Protodichobune Lydekkeri, Oweni.*

Lutétien. 1° Calcaire d'eau douce des Prunes, près Argenton-sur-Creuse (Indre); couches de Bracklesham inférieures.

Périssodactyles : *Lophiodon medium, Chasmotherium minimum, Propalæotherium argentonicum, Rollinati, parvulum.*

2° Calcaire grossier supérieur de Gentilly, Passy, Nanterre, Provins, Sézanne.

Périssodactyles : *Lophiodon parisiense, Cuvieri, rhinocceroides, Chasmotherium Cartieri, Propalæotherium, Pachynolophus, Plagiolophus* pl. sp., *Palæotherium eocænum;* Artiodactyles : *Dichobune Robertianum, Cebochœrus Rütimeyeri, suillus.*

Auversien. Calcaire de Ducy.

Lophiodon Thomasi.

Bartonien. Calcaire de Saint-Ouen.

Périssodactyles : *Anchilophus Desmaresti, Pachynolophus* sp.

Ludien. 1° Marnes inférieures du Gypse.

Pas de Mammifères déterminables connus.

2° Masses moyenne et supérieure du Gypse de Montmartre; calcaire de Bembridge.

Marsupiaux : *Peratherium Cuvieri, Laurillardi;* Créodontes : *Cynohyænodon Blainvillei;* Carnivores : *Cynodictis parisiensis, Cephalogale parisiensis;* Chiroptères : *Vespertilio parisiensis;* Rongeurs : *Theridomys Cuvieri;* Primates : *Adapis Duvernoyi, parisiensis;* Périssodactyles : *Palæotherium magnum, medium, crassum, latum;* Artiodactyles : *Anoplotherium commune, Xiphodon gracile, Dichobune leporina, Amphimeryx murinus, Chœropotamus parisiensis.*

Ces Mammifères sont associés à des restes d'Oiseaux (*Palæocircus, Cryptornis, Laurillardia, Palæortyx, Rallus, Gypsornis, Agnopterus, Numenius*), de Reptiles (*Crocodilus, Emys, Trionyx*), de Poissons (*Amia, Notogoneus, Sargus, Smerdis*).

3° Marnes bleues et marnes blanches de Pantin et de Romainville.

Créodontes : genre nouveau; Rongeurs : *Trechomys Bonduelli;* Périssodactyles : *Plagiolophus minor;* Artiodactyles : *Xiphodon gracile.*

A côté de ces rares Mammifères on trouve des restes d'Oiseaux, de Tortues, de Poissons (*Amia*).

Sannoisien. Calcaire de Brie; couches de Hampstead.

Artiodactyles : *Hyopotamus velaunus, Anthracotherium alsaticum, Entelodon magnum.*

Rupélien. Sables de la Ferté-Aleps.

Périssodactyles : *Acerotherium Filholi;* Artiodactyles : *Entelodon, Anthracotherium.*

Chattien. Calcaire d'Étampes. La faune de Mammifères de ce niveau n'est pas connue, car le calcaire de Selles-sur-Cher, qui renferme une petite faunule, doit être rangé dans l'Aquitanien.

Comme on le voit, les faunes de Mammifères du bassin de Paris sont en général assez pauvres, mais leur connaissance est d'une importance capitale, car la position stratigraphique de chacune d'elles dans la série marine peut être déterminée d'une manière très rigoureuse et, grâce à elles, il nous sera possible de préciser très exactement le niveau d'un grand nombre de faunes beaucoup plus importantes, dont les relations avec la série marine sont inconnues.

Plateau Central. — On ne connaît, sur toute l'étendue du Plateau Central, aucune trace de dépôts éonummulitiques. En revanche, il existe dans le Velay des arkoses qui doivent être attribuées au groupe Mésonummulitique. Elles résultent du remaniement des roches granitiques sur lesquelles elles reposent [362] et renferment, à Brives, près le Puy, des empreintes végétales assez nombreuses, étudiées par G. de Saporta, qui appartiennent aux familles suivantes : Palmiers (*Sabalites microphyllus, Palæophœnix Aymardi*), Myricacées (*Comptonia Vicaryi, Dryandra Micheloti, Myrica*), Salicinées (*Populus Ligeri*), Laurinées (*Laurus Forbesi*), Myrsinées, Sapotacées, Éricacées,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Magnoliacées, Sapindacées, etc. *Sabalites microphyllus* est voisin d'un type lutétien, *Dryandra Micheloti* est identique à l'espèce du Calcaire Grossier supérieur du Trocadéro et *Laurus Forbesi* se retrouve dans l'Auversien de la Sarthe.

Le GROUPE NÉONUMMULITIQUE comprend des formations continentales et lagunaires qui possèdent une extension géographique beaucoup plus grande que les arkoses mésonummulitiques.

AU SANNOISIEN correspondent, dans la Limagne, des arkoses, qui reposent également sur le granite et qui renferment, d'après Michel-Lévy et Munier-Chalmas, aux environs d'Issoire, une intercalation de calcaires marneux à *Striatella barjacensis*, *arvernensis*, *Nystia plicata*, *Duchasteli*. Plus au sud, les arkoses sont remplacées par des argiles sableuses rouges, résultant, d'après Giraud [363], de la lixiviation de dépôts latéritiques qui couvraient une grande partie du Plateau Central. Ces argiles supportent des marnes et des calcaires avec *Cerithium margaritaceum*, *Potamides submargaritaceus*, *rhodanicus*, *druenticus*, espèces qui indiquent l'existence de communications, probablement fluviales, avec les lagunes du bassin du Rhône.

Dans le Velay [362] on a pu distinguer 3 subdivisions dans le Sannoisien :

1° argiles et marnes sableuses sans fossiles;

2° marnes avec bancs de gypse, renfermant des myriades de carapaces de *Cypris*, *Nystia Duchasteli*, *Bithinia Aymardi* et des ossements de *Palæotherium magnum* et *crassum;*

3° *calcaire de Ronzon*, comprenant des alternances nombreuses de calcaires compacts, de marnes et d'argiles et remarquable par sa richesse en restes organiques, végétaux et animaux.

La flore de Ronzon, étudiée par Marion, se compose d'Equisétacées, de Typhacées, Myricacées, Cupulifères, Celtinées, Laurinées, Sapotacées, Anacardiacées (*Pistacia oligocenica*), Légumineuses (*Mimosa Aymardi*), etc., indiquant une végétation xérophile subtropicale.

Les Invertébrés sont représentés par des Insectes et par des Crustacés et Mollusques d'eau douce, en partie identiques à ceux du calcaire de Brie : *Limnæa briarensis*, *Planorbis cornu*, *annulatus*, *planulatus*, *Bithinia Aymardi*.

Les Vertébrés comprennent des Poissons (*Lebias Aymardi*), des Crocodiliens, des Chéloniens, des Oiseaux (*Tetracus*, *Cemaskelus*, *Elornis*, *Dolichopterus*) et surtout des Mammifères, étudiés par H. Filhol [365], qui se répartissent de la manière suivante :

Marsupiaux : *Peratherium crassum*, *Bernardi*, *Amphiperatherium Ronzoni;* Insectivores : *Tetratus nanus;* Rongeurs : *Theridomys*, *Cricetodon*, *Dectocus*, *Elomys;* Carnassiers : *Cynodon velaunus*, *Amphicynodon palustris*, *Proplesictis Aymardi*, *Hyænodon leptorhynchus*, *Aymardi;* Périssodactyles : *Palæotherium crassum*, *Paloplotherium minus*, *Acerotherium velaunus;* Artiodactyles : *Plesiomeryx gracilis*, *Cænotherium commune*, *Ancodus* (= *Hyopotamus*) *velaunus*, *Aymardi*, *leptorhynchus*, *Elotherium* (= *Entelodon*) *magnum*, *Gelocus communis*.

Ce gisement de Ronzon peut être envisagé comme localité-type du Sannoisien supérieur continental.

Avec le RUPÉLIEN, les lagunes s'étendent vers le nord, envahissent la Limagne et la dépression d'Ebreuil, de sorte que des communications s'établissent, au moins par des cours d'eau, avec le bassin de Paris. Une grande fosse N.-S., c'est-à-dire transversale par rapport aux plissements anciens, se forme dans la région axiale du Plateau Central, vraisemblablement sous l'action de mouvements épirogéniques. Jusqu'à la fin de l'époque Énonummulitique le fond de cette dépression s'affaisse et les sédiments s'accumulent, de manière à atteindre de très grandes épaisseurs — 700 m. de calcaires d'eau douce alternant avec des marnes dans le sondage de Macholles, près Riom — et les choses se passent comme dans un géosynclinal en voie de comblement.

La stratigraphie de toutes ces formations lagunaires [363] est encore extrêmement confuse et elle n'offre dans le détail qu'un intérêt local. Il est difficile de préciser la part qui revient dans la série au CHATTIEN.

Les faciès les plus répandus sont des arkoses, des grès à Plantes, des marnes à *Cypris*, des calcaires à *Potamides* (pl. CXXVI), des calcaires à Limnées, à phryganes, des marnes à Diatomées [364], renfermant aussi en abondance des empreintes de feuilles, des Insectes, des Poissons.

La flore des arkoses de la Limagne est pauvre et encore mal connue, celle des marnes brunes des Dolotz, dans le bassin de l'Allier, comprend notamment *Quercus elæna*, qui

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

existe déjà dans les arkoses de Brives et à Ronzon, *Myrica longifolia, lignitum* et *Cinnamomum spectabile*, qui relie ce gisement à ceux d'Aix et de Häring, dont il sera question plus loin.

Les Mollusques saumâtres sont représentés, dans la Limagne et à Ébreuil, par *Potamides elegans, arvernensis, Lamarcki, Cerithium plicatum;* la détermination des Mollusques d'eau douce aurait besoin d'une sérieuse revision.

Des gisements de Mammifères se trouvent à plusieurs niveaux du Tongrien moyen et supérieur de la Limagne. Les plus anciens ont fourni les genres *Paratherium, Hænodon, Anthracotherium, Gelocus;* les plus récents, *Dremotherium, Cænotherium* [363]. Nous placerons le célèbre gisement de Saint-Géran-le-Puy (Allier) à la base du Néogène.

Vallée du Rhin. — Au-dessous des dépôts tongriens marins dont il a été question plus haut (p. 1450-1455), il existe, dans la vallée du Rhin, en quelques points, des lambeaux de formations lacustres d'âge mésonummulitique. Le plus connu est celui de Bouxwiller (Bas-Rhin), où un calcaire d'eau douce se trouve compris entre des marnes à lignites pyriteuses, autrefois exploitées pour la fabrication de l'alun, et les conglomérats tongriens, qui forment le sommet du Grand Bastberg. L'abondance des fossiles dans ces calcaires avait déjà frappé le grand poète Gœthe, alors qu'il était étudiant à Strasbourg. La faune se compose surtout de Mollusques d'eau douce et terrestres, appartenant notamment aux espèces suivantes [114] : *Vivipara Hammeri, Orbignyana, Euchilus Deschiensianus, Planorbis pseudo-ammonius, Chertieri, Limnæa Michelini, Glandina Cordieri, Azeca Böttgeri, Palæostoa Fontenayi, Nanina Voltzi, Pomatias Sandbergeri, Strophostoma striatum, Carychiopsis quadridens.* On est évidemment en présence d'un équivalent exact des calcaires d'eau douce du Lutétien supérieur du bassin de Paris et cette détermination est confirmée par la présence de Mammifères appartenant au même niveau : *Lophiodon tapiroides, buxovillanum, Propalæotherium isselanum, argentonicum, Cebochœrus anceps.*

Des lambeaux de calcaires d'eau douce du même âge ont été signalés en outre à Dauendorf, Neubourg, Bitschhoffen, au Bischenberg près Obernai (Bas-Rhin), ainsi qu'à Ubstadt et Malsch (grand-duché de Bade).

Nous avons déjà étudié les formations d'eau douce de l'Oligocène inférieur d'Alsace et nous avons mentionné les principales espèces de Mollusques et de Mammifères que l'on y rencontre. Les marnes feuilletées de Brunstatt renferment de nombreux Insectes [366], qui appartiennent en grande partie aux mêmes espèces que ceux du groupe d'Aix, dont il sera question plus loin. La flore de ces mêmes calcaires est également très riche [367] et comprend des Conifères, des Monocotylédones, des Amentacées, des Lauracées, des Protéacées, des Légumineuses, des Éricacées, des Apocynées, etc., indiquant un climat tropical et des affinités avec la flore d'Aix, avec un cachet un peu plus récent.

Les flores des étages supérieurs de l'Oligocène sont encore mal connues en Alsace, tandis que les lignites de Salzhausen et de Rockenberg [368], dans la Wetterau, au nord du bassin de Mayence, qui appartiennent au Chattien, sont très riches en débris végétaux et ont fourni plus de 200 espèces dont environ 100 sont spéciales à la région, tandis que les autres sont communes à diverses localités de même âge de la Bohême, des Alpes et de la Provence. Il est possible toutefois qu'une partie des couches soit d'âge aquitanien, c'est-à-dire néogène inférieur. Les principales espèces de Mollusques lacustres et terrestres de l'Oligocène moyen et supérieur du bassin de Mayence ont déjà été énumérées plus haut (p. 1446). Il est nécessaire de dire quelques mots des restes de Mammifères qui ont été recueillis dans ces deux étages.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Cliché H. Ragot.

Potamides Lamarcki.
Calcaires rupéliens, Aurillac (Cantal).

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Si les ossements d'un Mammifère marin, *Halitherium Schinzi*, sont très abondants dans les sables marins du Rupélien du bassin de Mayence, les restes de Mammifères terrestres y constituent de grandes raretés. On ne signale jusqu'ici qu'*Anthracotherium magnum* et une mâchoire d'un Rongeur nouveau, décrit par A. Andreæ, *Dasyurodon flonheimensis*.

Les calcaires lacustres du Chattien n'ont guère fourni que *Cænotherium Renggeri*, *Palæomeryx minor* et *Spermophilus speciosus* [105], tandis que les argiles à *Hydrobia ventrosa*, que Dollfus [105 *ter*] place au sommet de l'étage, renferment déjà toute une série de Mammifères aquitaniens.

Bohême. — On sait que la Bohême appartient à la même traînée de massifs anciens que le Plateau Central, les Vosges et la Forêt-Noire. On peut donc s'attendre à y trouver des dépôts nummulitiques semblables à ceux de l'une ou l'autre de ces régions. Mais la mer tongrienne n'a pas pénétré dans l'intérieur de la Bohême, il s'est établi des lacs dans une dépression dont l'axe est parallèle au bord nord-ouest du massif et leurs dépôts ont été conservés principalement grâce à de grandes coulées de basalte, qui leur ont permis d'échapper à la dénudation. Les analogies sont donc plutôt avec le Plateau Central, où les basaltes néogènes ont joué le même rôle, qu'avec la vallée du Rhin, où les dépôts tongriens marins ou lacustres sont en grande partie enfouis sous une nappe d'alluvions quaternaires.

Un grand lac oligocène s'étendait depuis le pied du Fichtelgebirge jusque dans la Lusace [369]. Au début, il s'y déposait des argiles bariolées et des sables dépourvus de fossiles, qui reposent directement sur le Turonien. Dans une seconde phase de sédimentation, il s'est formé une puissante série ligniteuse, dans laquelle sont intercalées des coulées de basalte. Les lignites inférieurs sont probablement chattiens, les lignites supérieurs appartiennent au Néogène, comme l'indiquent les Mammifères, qui seuls permettent d'établir une chronologie dans ces dépôts. Les lignites de Lukowitz ont fourni *Aceratherium cadibonense*, *Gelocus Laubei* et un *Anthracotherium*. Les flores des divers niveaux n'ont pas encore été convenablement séparées.

Allemagne du Nord. — Dans une partie de l'Allemagne du Nord, le Lattorfien, au lieu d'être constitué par des dépôts marins, est représenté par des couches à lignites, qui ont été atteintes par de nombreux puits d'extraction et qui sont particulièrement développées dans la province de Saxe, aux environs de Halle, ainsi que dans la région de Leipzig. Leur flore est très riche [370] et comprend notamment des Fougères (*Osmunda lignitum*, *Gleichenia saxonica*), des Conifères (*Sequoia Coutlsiæ*), des Amentacées (*Dryophyllum Dewalquei*, *Quercus furcinervis*, *Sprengeli*), des Urticacées (*Bœhmeria excelsæfolia*), des Laurinées (*Cinnamomum lanceolatum*, *Actinodaphne Germari*), des Protéacées (*Dryandra saxonica*), des Apocynées (*Apocynophyllum neriifolium*, *helveticum*), des Araliacées (*Aralia Weissi*, *Panax longifolium*), des Sterculiacées (*Sterculia labrusca*), des Saxifragées (*Cunonia formosa*), des Rhamnées (*Zizyphus Leuschneri*). Le caractère tropical de la flore est beaucoup plus accusé dans les gisements des environs de Halle que dans ceux du royaume de Saxe, qui correspondent probablement à des stations plus élevées.

Le gisement de beaucoup le plus intéressant de l'Allemagne du Nord est celui des couches à ambre du Samland, dans la Prusse orientale, et des régions voisines [371]. On a vu précédemment que l'ambre ou succin se trouve à l'état remanié dans les sables argileux marins de l'Oligocène inférieur. C'est une résine fossile, très riche en acide succinique et parti-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

culièrement dure et transparente. Aussi est-elle connue depuis la plus haute antiquité. Les Phéniciens la recueillaient sur les côtes de la Baltique et actuellement encore elle fait l'objet d'une exploitation intense en galeries. On l'attribue généralement à une Conifère, *Pinus succinifera*, mais on trouve, inclus dans l'ambre, des restes de plusieurs espèces de Pins et notamment de *Picea Engleri*, de sorte qu'il n'est pas possible de préciser l'espèce qui a fourni le succin. Les bois fossiles que l'on rencontre dans les couches du Samland sont génériquement indéterminables; on ne sait donc pas quelles étaient les essences prédominantes sur les terres que baignait la mer oligocène. Les restes de feuilles, de fleurs, de graines englobés dans l'ambre sont d'ailleurs extrêmement variés. Ils appartiennent aux Conifères, aux Palmiers et à quelques autres familles de Monocotylédones, à de très nombreuses familles de Dicotylédones, telles que les Myricacées, les Amentacées, les Protéacées, les Laurinées, les Saxifragacées, les Éricacées, etc. On a trouvé en outre des Champignons, des Lichens, des Muscinées. La flore comprend un grand nombre de genres des régions tempérées, associés à des formes subtropicales.

L'ambre de la Baltique présente une importance paléontologique de tout premier ordre en raison de la quantité prodigieuse d'Insectes que l'on y rouve inclus et conservés avec les détails les plus minutieux de leur forme extérieure, jusqu'aux antennes et aux poils. Ils se répartissent dans tous les ordres actuels et certaines formes diffèrent à peine des espèces vivantes. On a signalé également des Myriapodes, des Arachnides, des Anoures, un Lézard, des plumes d'Oiseaux et des poils de Mammifères.

Bassin de l'Aquitaine. — La succession des dépôts nummulitiques dans le bassin de Bordeaux a été étudiée précédemment (p. 1458). Elle est en grande partie marine, mais on y observe, à plusieurs niveaux, qui sont exactement les mêmes que dans le bassin de Paris, des intercalations de couches d'eau douce : le calcaire de Plassac, au Bartonien; le calcaire des Ondes et le calcaire de Castillon, à la base et au sommet du Sannoisien; le calcaire blanc de l'Agenais, au Chattien.

Le faciès littoral des termes inférieurs de la série n'est pas connu, car il est masqué par la transgressivité, vers le nord et vers l'est, des termes moyens et notamment par celle de la mollasse du Fronsadais. A partir de l'Auversien, on voit, par contre, toutes les formations marines passer latéralement vers l'est à des mollasses, qui correspondent vraisemblablement au cordon littoral de la cuvette. Les fossiles y sont fort rares et, n'étaient les intercalations d'eau douce qui persistent, il serait fort difficile de répartir ces mollasses entre les différents étages [139].

On peut distinguer ainsi une mollasse bartonienne, équivalent latéral des argiles à *Ostrea cucullaris;* une mollasse ludienne, correspondant au calcaire de Saint-Estèphe; la *mollasse du Fronsadais*, faciès littoral des marnes à *Anomia girondica* sannoisiennes; enfin, la *mollasse de l'Agenais*, dont J. Blayac [141] a suivi pas à pas, dans l'Entre-deux-Mers, le passage latéral au calcaire à Astéries rupélien (fig. 425).

Les déterminations stratigraphiques de ces différentes mollasses sont en partie confirmées par la découverte d'ossements de Vertébrés. Ainsi, la mollasse bartonienne renferme des restes de *Lophiodon;* la mollasse du Fronsadais a fourni à Vasseur, à la tuilerie de Soumailles, près Auriac, une grande quantité de mâchoires inférieures de *Paloplotherium minus*, associées à des restes de *Palæotherium crassum*, *Acerotherium*, *Cebochœrus minor*, *Entelodon magnum*, *Easmilus bidentatus;* quant à la mollasse de l'Agenais, R. Tournouër y a observé une intercalation d'argiles à nodules calcaires, avec ossements de *Cœnotherium*, d'*Anthracotherium minimum* et de *Palæochœrus*, Mammifères de l'Oligocène moyen. Tout au sommet, à la Milloque, la mollasse de l'Agenais renferme *Anthra-*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

cotherium magnum, minimum, Rhinoceros minutus, d'où l'on a conclu qu'elle s'élève jusque dans l'étage Chattien.

Les calcaires à fossiles d'eau douce acquièrent plus d'importance vers le bord est du bassin de Bordeaux et se développent au détriment des mollasses. Ils semblent s'être déposés dans une lagune entièrement dessalée, située en arrière du cordon littoral.

Entre la mollasse ludienne et la mollasse du Fronsadais s'intercale le *calcaire d'Issigeac*, caractérisé par *Ischyrostoma formosum, Limnæa ore longo, pyramidalis, Melanopsis mansiana*. Les Mammifères y sont représentés, dans les environs de Villeréal, par *Xiphodon gracile, Palæotherium girundicum, magnum, medium*, etc. C'est la faune du Gypse parisien.

Le *calcaire de Castillon* conserve les caractères qu'il présentait dans le Bordelais. Il renferme ici *Nystia Duchasteli, Melania albigensis, Melanopsis acrolepta*.

Les *calcaires de Cieurac* constituent un faciès latéral de la mollasse de l'Agenais, auquel ils se substituent vers le nord, dans le Quercy, apparaissant d'abord sous la forme d'intercalations dans les mollasses, dont les couches se terminent en coins dans une masse calcaire finalement continue. On a établi, dans ces calcaires, plusieurs niveaux qui n'offrent qu'un intérêt local. Les fossiles les plus caractéristiques sont des Mollusques terrestres, *Helix Ramondi, corduensis, cadurcensis, Cyclostoma cadurcense, Pomatias cieuracensis*, associés à quelques espèces d'eau douce, comme *Limnæa albigensis, cadurcensis, Planorbis cornu*.

Enfin, le *calcaire blanc de l'Agenais*, très fossilifère au nord de la Garonne, renferme *Helix Ramondi, oxystoma, obtusecarinata, Tournali, Planorbis cornu, Limnæa pachygaster, Melanopsis callosa, Cyclostoma antiquum*. C'est l'équivalent du calcaire d'Étampes, de l'étage Chattien.

En suivant le bord du Plateau Central, on rencontre, au S.E. du bassin de Bordeaux, une profonde échancrure, située entre le dôme de la Grésigne et l'extrémité sud-ouest de la Montagne Noire. C'est le golfe du Castrais et de l'Albigeois. Le Nummulitique y présente des variations de faciès tout à fait remarquables, dont on peut maintenant se faire une idée grâce aux patientes recherches de Gaston Vasseur [372, 373] [1].

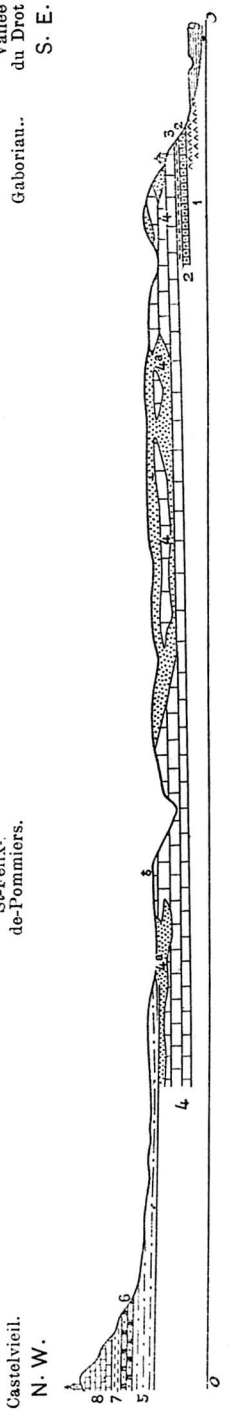


Fig. 423. — Coupe à travers les terrains tongriens et aquitaniens de l'Entre-deux-Mers, Gironde (d'après J. Blayac).

1, mollasse du Fronsadais (Sannoisien inférieur); 2, calcaire de Castillon (Sannoisien supérieur); 3, marnes à *Ostrea longirostris* (Rupélien inférieur); 4, calcaire à Astéries (Rupélien supérieur); 4a, mollasse de l'Agenais (id.); 5, argiles à nodules calcaires (Chattien inférieur); 6, calcaires blancs de l'Agenais (Chattien supérieur); 7, argiles à *Ostrea aginensis* (Aquitanien inférieur); 8, mollasse jaune à Scutelles (Aquitanien moyen); 9, alluvions quaternaires. Échelle approximative : 1/40 000, hauteurs décuplées

1. Vasseur et ses collaborateurs Blayac et Repelin ont réalisé dans le bassin de l'Aquitaine une œuvre gigantesque, en levant, avec une minutie rare, pour la Carte géologique au 1/80 000, les surfaces immenses occupées par les terrains tertiaires. En attendant la publication d'un mé-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

En se dirigeant de Castelnaudary vers Castres et de là vers le nord, par Albi et Carmaux, on traverse successivement 3 zones hétéropiques. Dans la 1re, qui comprend les environs de Castelnaudary, des conglomérats originaires des Pyrénées, d'où ils ont été charriés par des cours d'eau, envahissent une partie de la série. Dans la 2e, qui s'étend au Castrais et à la partie de l'Albigeois située sur la rive gauche du Tarn, les mollasses prédominent et les calcaires d'eau douce n'y forment que des intercalations d'une faible épaisseur. Dans la 3e, qui correspond à la rive droite du Tarn, les mollasses se terminent en biseau dans une masse homogène de calcaires d'eau douce, qui, vers le bord même du bassin, est seule à représenter la série nummulitique.

En même temps, les divers termes de la succession sont transgressifs vers le nord, de sorte que la série, qui est complète aux environs de Castelnaudary, débute par le Lutétien dans le Castrais, par l'Auversien sur la rive gauche du Tarn, par le Ludien ou par le Sannoisien sur la rive droite, et par le Rupélien vers le bord septentrional du bassin. Sauf dans cette dernière région, les couches qui reposent directement sur les terrains anciens sont des sables grossiers et des argiles à graviers, résultant du remaniement des terrains sur lesquels s'effectuait la transgression.

Cela posé, il nous reste à préciser la chronologie des dépôts, en indiquant en même temps la composition des faunes continentales.

Lutétien. Le Lutétien inférieur marin du bord méridional de la Montagne Noire passe latéralement, aux environs de Castelnaudary, à des poudingues et à des argiles jaunes à graviers de quartz, qui reposent directement sur les micaschistes et supportent les *grès d'Issel*, riches en restes de Vertébrés : *Isselosaurus Doduni*, *Testudo Doduni*, *Trionyx*, *Lophiodon isselense*, *tapirotherium*, *Propalæotherium isselanum*, *Pachynolophus parvulus*, *isselanus* [374].

Ces grès font place, dans le Castrais, au *calcaire de Castres*, qui renferme peu de Vertébrés, mais en revanche de nombreux Mollusques lacustres et terrestres, caractéristiques du Lutétien supérieur : *Unio Rouxi*, *Melanopsis castrensis*, *Bithinia Bruguierensis*, *Bulimus Rouxi*, *Limnæa Michelini*, *Planorbis pseudo-ammonius*, *Rouxi*, *Ischyrostoma formosum*, *Helix Vialai*.

Auversien et Bartonien. *Mollasse de Castelnaudary*, très puissante, avec nombreux bancs de conglomérats. Dans le Castrais : *mollasse de Saïx et de Lautrec*, riche en Vertébrés dans sa partie supérieure (*Crocodilus Rollinati*, *Rouxi*, *Lophiodon lautricense*, *Palæotherium lautricense*, *castrense*, *curtum*, *Paloplotherium Nouleti*, *Cartailhaci*, *Lophiotherium cervulum*, *Xiphodon castrense*) [375], avec 3 intercalations de calcaires d'eau douce sur l'emplacement de l'estuaire de Mazamet, caractérisées respectivement par *Ischyrostoma formosum*, *Planorbis castrensis* et *Limnæa castrensis*.

Ludien. *Gypses du Mas-Sainte-Puelles*, avec *Ischyrostoma formosum*, passant, au sud de Castelnaudary, au *calcaire d'Hounoux et de Miraval*, avec *Dactylius lævolongus*, *Glandina costellata*, *Planorbis castrensis*, *Strophostoma globosa*, et, dans le Castrais, au *calcaire de Cuq et de Vielmur*, avec *Ischyrostoma formosum*, *Planorbis castrensis*, *Limnæa longiscata*.

Sannoisien. Cet étage est constitué en majeure partie par des mollasses, associées dans le Castrais à des poudingues d'origine pyrénéenne, à galets impressionnés. Il présente 2 intercalations calcaires très constantes :

1° Le *calcaire du Mas-Sainte-Puelles et de Villeneuve-la-Comptal*, près Castelnaudary, très fossilifère.

Mollusques : *Helix Vialai*, *lapicidites*, *janthinoides*, *Glandina costellata*, *Planorbis crassus*, *cornu*, *Limnæa orelongo*, *pyramidalis*, *Cyclostoma egregium*, *Ischyrostoma formosum*, *Dactylius lævolongus*, *Valvata pygmæa* (faune du calcaire d'Issigeac).

Mammifères : *Pterodon dasyuroides*, *Palæotherium magnum*, *medium*, *minus*, *Anoplotherium*

moire d'ensemble, on consultera notamment les feuilles de La Réole, Libourne, Agen, Cahors, Montauban, Albi, Toulouse, Castres, Pamiers, Carcassonne, de la Carte géologique détaillée.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

commune, Chœropotamus parisiensis, Dichobune leporinum, Xiphodon gracile (faune du Gypse de Paris).

Dans le Castrais, ce calcaire atteint son maximum d'épaisseur (10 m) à Saint-Martin, près Saint-Paul-Cap-de-Joux, mais il ne renferme plus de fossiles. Vers le nord, il ne dépasse pas la vallée du Tarn et se termine en biseau dans les mollasses.

2° Calcaire à *Melania albigensis*, renfermant, aux environs de Lautrec, outre cette espèce, *Melanopsis mansiana, Limnæa albigensis, Planorbis cornu, Vivipara soricinensis, Neritina lautricensis, Ischyrostoma formosum, Helix lautricensis, albigensis.*

Rupélien. A l'entrée du golfe de l'Albigeois et du Castrais, cet étage est presque exclusivement constitué par des mollasses, analogues à celles de l'Agenais et connues dans le Castrais sous le nom de *mollasses de Moulayres.*

On y a trouvé de nombreux restes de Vertébrés : Tortues, Crocodiles, *Hyænodon, Paloplotherium, Anthracotherium magnum, Acerotherium, Dremotherium, Chalicotherium.*

Au nord du Tarn, ces mollasses passent, par indentations répétées, aux *calcaires de Cordes*, puissante formation lacustre, qui n'est séparée du soubassement cambrien que par des sables et des graviers et qui correspond exactement aux calcaires de Cieurac du Quercy. Vasseur y a distingué avec le plus grand soin plusieurs niveaux calcaires séparés les uns des autres par des biseaux de mollasse. Il ne semble pas toutefois que ces subdivisions puissent être caractérisées par des espèces spéciales. Les Mollusques les plus répandus dans les calcaires de Cordes sont *Helix Raulini, corduensis, cadurcensis, Pomatias cieuracensis, Cyclostoma cadurcense, Limnæa albigensis, cadurcensis, Planorbis cornu.*

Les calcaires les plus élevés, qui ne sont représentés que par un faible témoin au signal de la Salvetat, sont dépourvus de fossiles et appartiennent peut-être au Chattien.

Phosphorites du Quercy. — Outre les formations marines et lacustres, il existe, dans le Sud-Ouest de la France, des formations exclusivement continentales, qui ont pris naissance, sur le bord du Plateau Central, dans la seconde moitié de la période Nummulitique. Ce sont les *phosphorites du Quercy* [376; XXXVII, 38], remplissage de poches creusées par décalcification dans les parties superficielles des calcaires jurassiques qui constituent les Causses. Ces poches ont tout à fait l'aspect des avens, elles sont très profondes — près de 100 m à Saint-Jean-de-Laurs, — très ramifiées, leur surface est corrodée et porte un revêtement stalagmitique, qui n'est autre chose que la phosphorite concrétionnée, autrefois exploitée d'une manière intensive. Le centre des poches est occupé par de l'argile rouge, qui est identique à la terre de décalcification du Causse et contient des pisolithes de fer et quelquefois des cailloux de quartz. C'est dans ce remplissage que se trouvent les restes organiques [376] : coquilles de Mollusques terrestres, Insectes et Myriapodes moulés par du phosphate de chaux, Batraciens anoures et Reptiles fossilisés de la même manière, ou, enfin, ossements innombrables d'Oiseaux et de Mammifères. On est en présence d'un remplissage en tous points comparable à celui des cavernes actuelles : les Insectes et les Myriapodes sont obscuricoles et, parmi eux, les Diptères se nourrissaient de cadavres; les Oiseaux sont représentés exclusivement par des os longs isolés; les ossements de Mammifères sont également dissociés et les mâchoires inférieures sont particulièrement abondantes.

Les diverses poches, aujourd'hui pour la plupart entièrement vidées, sont réparties sur une vaste surface, qui s'étend depuis le bord actuel des plateaux tertiaires jusqu'à la faille de Villefranche, à l'est, et jusqu'au parallèle de Figeac, au nord. Elles ne sont pas toutes du même âge et l'étude de leurs restes organiques montre qu'elles se répartissent sur toute la période qui va du Bartonien au sommet du Tongrien. Il est donc inexact de parler d'une « faune des phosphorites ».

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Les Mollusques sont pour la plupart identiques à ceux des formations lacustres voisines. Le gisement de Guillaumet renferme, d'après Thevenin, la faune des calcaires du Mas-Sainte-Puelles; ceux de Bosc-Nègre, près Lamandine, et de Sabin, près Gréalon, rappellent la faune de Cieurac; d'autres ont fourni des espèces indiquant des niveaux encore plus récents. D'ailleurs, des calcaires lacustres, renfermant la faune des calcaires blancs de l'Agenais, se sont étendus transgressivement sur la région, recouvrant les poches, et assignent ainsi à la formation des phosphorites un âge maximum.

Les Oiseaux, étudiés récemment par Cl. Gaillard [377], se répartissent principalement dans les Rapaces nocturnes (*Necrobyas*, *Bubo*, *Asio*, *Strigogyps*), les Cathartides (*Plesiocathartes*), les Serpentarides (*Amphiserpentarius*, *Tapinopus*), les Pico-Passériformes (*Geranopterus*, *Ægialornis*, *Archæotrogon*, *Dynamopterus*), les Ciconiformes (*Propelargus*, *Pelargopsis*, *Ardea*), les Columbiformes (*Pterocles*), les Gallinacés (*Palæocryptonyx*, *Palæortyx*, *Paraortyx*), les Ralliformes (*Rallus*, *Orthocnemus*, *Elaphocnemus*).

Les Oiseaux aquatiques et les Passereaux font complètement défaut. La faune est donc complètement différente de celle de l'Aquitanien, où notamment les Oiseaux de marais sont très abondants. L'absence d'espèces communes aux deux niveaux ne semble pas pouvoir s'expliquer exclusivement par des différences dans l'habitat.

Les gisements de Mammifères des Phosphorites [376] peuvent se répartir en trois groupes, suivant que leur faune renferme des espèces caractéristiques du Bartonien, du Ludien ou du Tongrien.

Les gisements bartoniens sont rares; Stehlin leur attribue *Lophiodon lautricense*, *Palæotherium lautricense*, *Xiphodon castrense*, etc.

D'après Thevenin [XXXVII, 38], les localités du second groupe ont fourni : *Adapis parisiensis*, *magnus*, *Necrolemur exilis*, *Hyænodon vulpinus*, *Pseudælurus Edwardsi*, *Cynohyænodon minor*, *Viverra angustidens*, *Quercytherium tenebrosum*, *Lophiotherium cervulum*, *Palæotherium magnum*, *cartum*, *Paloplotherium minus*, *Javali*, *annectens*, *Anchilophus Desmaresti*, *Cebochœrus*, *Anoplotherium*, *Acotherulum saturninum*, *Dichobune leporinum*, *Eurytherium minus*, *Xiphodontherium primævum*, *Xiphodon gracile*.

Les localités du 3e groupe renferment notamment : *Cynohyænodon Cayluxi*, *Cephalogale minor*, *Ælurogale intermedia*, *Amphicyon ambiguus*, *Cynodictis intermedius*, *Paloplotherium minus*, *Javali*, *Cadurcotherium Cayluxi*, *Chalicotherium modicum*, *Acerotherium*, *Anthracotherium magnum*, *Dacrytherium Cayluxi*, *Entelodon magnum*, *Tapirulus hyracinus*, *Lophiomeryx Chalaniati*, *Prodremotherium elongatum*.

Les faunes des Phosphorites renferment en outre de nombreux Rongeurs, Insectivores et Chiroptères et quelques genres dont le gisement précis est inconnu.

Languedoc. — Dans le détroit de Carcassonne, qui séparait la Montagne Noire de la partie émergée des Pyrénées, le Nummulitique marin affleure sur les deux bords. Il est intercalé entre deux séries lacustres ou lagunaires, dont l'une comprend les couches de passage entre le Crétacé et le Nummulitique et s'élève jusque dans le Cuisien, tandis que l'autre fait suite au Lutétien inférieur marin. C'est de celle-ci qu'il nous reste à parler.

Le Lutétien marin supporte, aussi bien sur le bord sud de la Montagne Noire que dans les Corbières, une alternance de poudingues et de calcaires d'eau douce, ou bien une masse calcaire compacte, le *calcaire de Ventenac*, qui renferment une faune composée exclusivement de Mollusques d'eau douce et terrestre : *Planorbis pseudo-ammonius* type et var. *pseudorotundatus*, *Limnæa Michelini*, *Amphidromus Hopei*, *Dactylius subcylindricus*, *Strophostoma lapicida*, *Helix Marioni*, *Melanopsis dubiosa*. C'est la faune du Lutétien supérieur du bassin de Paris et du calcaire lacustre de Bouxwiller. Les Mammifères y font entièrement défaut.

Vers l'ouest ces calcaires se terminent en biseau sous les grès d'Issel, tandis qu'aux environs de Carcassonne ils s'enfoncent sous des grès, les *grès de Carcassonne*, qui renferment, d'après Depéret [378], à la base, *Lophiodon isselense* et *Lophiaspis occitanicus;* dans la partie moyenne, qui semble représenter l'Auversien, *Lophiodon isselense* mut. *carcassense* et *L. leptorhynchus;* dans une partie supérieure, probablement bartonienne, *Lophiodon lautricense*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Dans le Minervois, des argiles et des grès, également bartoniens, ont fourni, à Cesseras et la Livinière, des crânes complets et des membres de *Lophiodon leptorhynchus*, étudiés par Depéret [379]. Ils sont associés à des restes de *Pachynolophus*, d'Artiodactyles, de Créodontes et de Crocodiliens.

Dans le détroit de Carcassonne, aucune formation plus récente que le Bartonien n'a échappé à la dénudation, si tant est qu'il s'en soit déposé. Par contre, dans les Corbières orientales [XXXVIII, 61], les termes supérieurs du groupe Néonummulitique sont bien représentés, le Rupélien repose en discordance sur les terrains secondaires et nulle part on ne l'observe en contact avec le Mésonummulitique, dont la distribution est toute différente.

Le Rupélien est constitué par des marnes à gypse, avec couches ligniteuses, surmontées de calcaires en plaquettes, avec *Potamides submargaritaceus* var. *rhodanica*, *P. Lamarcki* var. *druentica*, *Cerithium plicatum* var. *Galeottii*, *Striatella Nysti*, *Hydrobia Dubuissoni* var. *aquisextana* et *felinensis*.

Au Chattien appartiennent des marnes et marno-calcaires, des calcaires compacts en bancs épais, des grès graveleux, avec *Limnæa pachygaster*, *socialis* var. *intermedia*, *Planorbis cornu*, *declivis*, *Hydrobia Dubuissoni* var. *aquisextana* et *felinensis*, *Papa Fabrei*, *Cyclas Devezei*. C'est la faune du calcaire d'Étampes. Le même étage est formé, à Armissan, par des couches marneuses avec calcaires en dalles, qui s'appuient directement sur l'Aptien du massif de la Clape et atteignent 200 m d'épaisseur. On y trouve *Planorbis cornu*, *Limnæa Larteti*, *dilatata*, *Cyclas Devezei*, des Insectes, des restes de Batraciens, de Reptiles et d'Oiseaux, de Mammifères (*Anthracotherium hippoideum*) et surtout d'innombrables empreintes végétales [380], qui se répartissent dans les familles ou ordres suivants : Muscinées, Fougères, Conifères (*Callitris*, *Taxodium*, *Sequoia*, *Pinus*), Monocotylédones, Myricacées, Cupulifères (*Quercus*, *Castanea*), Morées (*Ficus*), Salicinées (*Populus*, *Salix*), Laurinées (*Laurus*, *Cinnamomum*), Protéacées, Sapotacées, Éricacées (*Andromeda*), Araliacées, Nymphéacées, Acérinées, Sapindacées, Célastrinées, Ilicinées, Juglandées (*Engelhardtia*, *Juglans*), Anacardiacées (*Rhus*, *Anacardites*), Myrtacées, Césalpiniées, Mimosées, etc. C'est une des plus riches flores oligocènes que l'on connaisse.

Bas-Languedoc. — Après une interruption correspondant à la région située entre l'Orb et l'Hérault, où le Néogène est transgressif sur les terrains secondaires, le Nummulitique reparaît dans la région de Montpellier, mais avec plusieurs lacunes dans la série.

Le Thanétien est principalement constitué par des grès et des argiles sans fossiles, qui font suite en concordance aux couches de passage du Crétacé au Nummulitique, dont il a été question précédemment. Il se termine par le travertin de Saint-Gely-du-Fex à *Marchantia sezannensis*, qui correspond au travertin de Sézanne.

Le Lutétien repose directement sur le Thanétien. Il est d'ailleurs transgressif et déborde sur les terrains crétacés [381]. Il débute par des marnes roses et blanches, qui, localement, renferment *Amphidromus Hopei*, *Helix Marioni*, *Strophostoma lapicida*, *Limnæa Michelini*, *Planorbis pseudo-ammonius*. Au-dessus viennent des calcaires à *Planorbis pseudo-ammonius* et *Limnæa Michelini* tout à fait semblables à ceux de l'Aude.

L'Auversien et le Bartonien sont constitués par des conglomérats, avec intercalations calcaires et marneuses. On y a signalé, à la base, *Lophiodon isselense;* plus haut, à Coulondres, *Xiphodon gelyense* et un *Palæotherium*.

Roman attribue au Ludien les calcaires à *Limnæa longiscata* et à *Planorbis crassus* de l'Hérault et les marnes à *Strophostoma globosum* de Sommières, avec lits d'ossements de *Palæotherium medium*, *Paloplotherium minus*, *Cebochœrus lacustris*.

Le Sannoisien n'est représenté, à l'ouest du Vidourle, que par ses couches inférieures, les calcaires à *Potamides aporoschema*, sur lesquels repose directement le Rupélien. Cet étage est transgressif vers le nord, où il repose sur le Néocomien; au sud de Sommières, il est en contact direct avec le Bartonien ou le Lutétien, dont la surface supérieure est ravinée. Il montre, au milieu d'une série de conglomérats, des intercalations calcaires : les calcaires de Montredon et de Pondres à *Limnæa æqualis*, les calcaires de Salinelle à Hydrobies, les calcaires à *Helix* du Villa.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Dans le Gard, les dépôts nummulitiques occupent deux grands synclinaux, qui s'élargissent vers le nord et se soudent pour former le *bassin d'Alais*. D'après les excellents travaux de F. Roman [384] la succession est, à partir des calcaires lacustres lutétiens, ici peu développés, la suivante :

Auversien. Série marneuse sans fossiles, avec bancs de conglomérats transgressifs.

Bartonien. 1° Magma d'ossements de 20 à 40 cm d'épaisseur, exploité comme phosphate de chaux à *Robiac*, près Saint-Mammert. On y trouve les espèces suivantes, déterminées par Ch. Depéret : *Lophiodon rhinocerodes*, *Paloplotherium castrense*, *Plagiolophus*, *Pachynolophus*, *Anchilophus Desmaresti*, *Hyopotamus castrensis*.

2° Calcaires blancs crayeux sans fossiles et banc à Mollusques terrestres, avec *Glandina costellata* var. *mammertensis*, *Ischyrostoma formosum* var. *minuta*, *Dactylius robiacensis*, *Strophostoma prælobosum*, *Planorbis mammertensis*.

Ludien. A Saint-Mammert, calcaire à *Limnæa longiscata*, *Planorbis mammertensis*, *Lophiotherium*. Aux environs d'Euzet-les-Bains, marnes à ossements de Vertébrés, superposées à des grès bartoniens sans fossiles et renfermant la faune de *Saint-Hippolyte-de-Caton : Adapis magnus*, *Pterodon Requieni*, *Hyænodon Requieni, minor*, *Cebochœrus minor*, *Paloplotherium minus*, *Chœropotamus affinis*, *Hyopotamus crispus*, *Lophiotherium cervulum*, *Palæotherium crassum, medium*, accompagnés de *Strophostoma globosum*, *Glandina costellata* var. *mammertensis*, *Limnæa longiscata*.

L'étage se termine par des calcaires à *Potamides aporoschema*.

Sannoisien. Dans le sud du bassin, l'étage est représenté par les *grès de Celas et de Sauzet*, très puissants, avec *Cinammomum* et *Anoplotherium commune*, et par des grès à *Sabalites*. Dans le nord du bassin, la série est calcaire, elle débute par des calcaires à *Cyrena Dumasi* et *Jacquotia apirospira*, transgressifs sur l'Urgonien. Puis viennent successivement des *calcaires à Melanoides albigensis;* les *lignites de Célas et de Barjac*, avec *Anoplotherium commune*, *Palæotherium medium*, *Paloplotherium minus*, *Pterodon dasyuroides;* des calcaires à *Sphærium Berteraux*, *Melanopsis acrolepta*, *Striatella boryacensis*.

Comme on le voit, la région du Gard fournit une succession très intéressante de faunes lacustres et continentales.

Basse-Provence et vallée du Rhône. — Les dépôts nummulitiques d'eau douce occupent, dans la Basse-Provence, plusieurs bassins distincts, que nous allons successivement passer en revue, en commençant par le plus méridional, le bassin de Marseille.

Ici, les dépôts tongriens sont seuls représentés; ils constituent une large dépression, dont Marseille occupe le centre; ils s'appuient contre les collines mésozoïques de la périphérie et pénètrent dans la vallée de l'Huveaune environ jusqu'à Auriol, par où s'établissait sans doute une communication avec le bassin de Saint-Zacharie. Ch. Depéret [384] y distingue les assises suivantes :

1° Argiles noires lignitifères de Gémenos, avec oogones de *Chara*, *Nystia Duchasteli* var. *crassilabrum*, *Vivipara soricinensis* (? Sannoisien);

2° calcaire lacustre blanc, souvent en minces plaquettes, avec faune rupélienne (*Potamides elegans* var. *rhodanica*, *Lamarcki* var. *druentica*, *Nystia Duchasteli* var. *crassilabrum*, *Hydrobia Dubuissoni* var. *aquisextana* et *felinensis*, *Neritina aquensis*, *Vivipara soricinensis*, *Sphærium plantarum*), passant, dans la vallée de l'Huveaune, à des poudingues et grès rougeâtres, d'origine torrentielle;

3° argiles rouges de Saint-Henri, renfermant la plus ancienne faune de Mammifères du Tongrien supérieur ou Chattien : *Anthracotherium Cuvieri*, *hippoideum*, *Brachyodus borbonicus*, *Rhinoceros minutus*, *Aceratherium*, *Cænotherium*, *Cynodictis;*

4° argiles jaunâtres de Marseille, avec *Helix Ramondi*, *massiliensis*, *Cyclostoma hemiglyptum*, remplacées localement, comme au cap Janet, par des argiles à faune saumâtre (*Cyrena semistriata*, *Psammobia massiliensis*), et passant à la partie supérieure des poudingues de l'Huveaune.

Cette succession rappelle beaucoup celle des Corbières orientales.

Dans le bassin d'Aix, la série est beaucoup plus complète. Elle a fait

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Cliché H. Ragot.

Prolebias cephalotes.
Nummulitique supérieur, Aix-en-Provence.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

l'objet de travaux stratigraphiques [XXXVII, 49; 19, 383] et paléontologiques [380, 382] d'une importance capitale. Ses termes inférieurs ont déjà été décrits précédemment (p. 1410), en même temps que les couches qui réalisent la transition insensible du Crétacé au Nummulitique. Il suffira de les rappeler ici. Voici, d'après G. Vasseur [10], la succession des termes qui font suite en concordance au Danien (fig. 426) :

Montien. Argiles rutilantes de Vitrolles à *Physa montensis*.

Thanétien. Calcaire à *Physa prisca*.

Londinien. Calcaire de Langesse à *Physa Draparnaudi*.

Lutétien inférieur et moyen. Calcaires du Montaiguet, avec les niveaux suivants :

1° Marnes et conglomérats des environs de Saint-Pons, remplacés à Palette par des marnes ligniteuses, avec ossements de *Pachynolophus*, de Crocodiles, de Tortues;

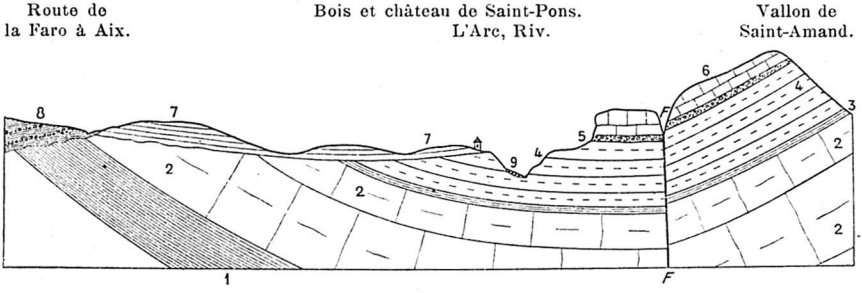


Fig. 426. — Coupe de la vallée de l'Arc à Saint-Pons, près Roquefavour (d'après G. Vasseur).

1, couches de Vitrolles (Montien); 2, calcaire de Saint-Marc à *Physa prisca* (Thanétien); 3, argile rouge; 4, calcaire de Langesse à *Physa Draparnaudi* (Londinien); 5, poudingue; 6, calcaire à *Amphidromus Hopei* (Lutétien); 7, calcaire de Saint-Pons (Ludien); 8, argile et conglomérat des Milles (Sannoisien); 9, alluvions. FF, faille.

2° calcaires de Palette, avec *Amphidromus Hopei, Rillya, Clausilia, Helix, Planorbis pseudo-ammonius, Limnæa aquensis* var.;

3° marnes et calcaires à *Physa Bressoni;*

4° calcaires à *Planorbis pseudo-rotundatus, Limnæa aquensis, Amphidromus Hopei;*

5° calcaires noduleux à *Strophostoma lapicida, Limnæa aquensis, Helix Marioni.*

Lutétien supérieur. Calcaire de la butte de Cuques à *Planorbis pseudo-ammonius, Limnæa Michelini, Achatina Marioni, Bulimus subcylindricus.*

Les étages Auversien et Bartonien, représentés dans le Bas-Languedoc par des formations détritiques, font totalement défaut dans le bassin d'Aix, où le Ludien et le Sannoisien reposent en discordance angulaire sur le Lutétien et possèdent une extension géographique toute différente de celle des premiers étages du Nummulitique. Il y a eu, entre les deux séries, des mouvements orogéniques, sur lesquels nous reviendrons. La série supérieure comprend les termes suivants :

Ludien. Calcaire de Saint-Pons à *Planorbis crassus, Limnæa pyramidalis, Sphærium, Helix*, remplacé aux environs de Luynes par un calcaire à faune saumâtre (Mélanies, Potamides, Vivipares, Néritines).

Sannoisien. Argiles et conglomérats des Milles, avec ossements de *Cœnotherium* et d'*Aceratherium*, transgressifs vers le nord du bassin, où ils reposent en discordance sur les dépôts jurassiques et crétacés.

Rupélien. Série calcaréo-gypseuse d'Aix, avec les subdivisions suivantes :

1° calcaire des Mourgues à *Potamides aquensis* et *Helix corduensis*, espèce des calcaires de Cordes et de Cieurac;

2° alternances de calcaires, de marnes et de couches gypseuses renfermant les restes fossiles qui ont rendu célèbres les environs d'Aix et qui se répartissent ainsi :

Végétaux [380] : Fougères (*Pteris*), Conifères (*Callitris, Widdringtonia, Pinus, Podocarpus*), Monocotylédones (*Panicum, Poacites, Rhizocaulon, Flabellaria, Sparganium, Potamo-*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

geton), Myricacées, Bétulacées, Cupulifères, Morées, Salicinées, Laurinées (*Laurus, Cinnamomum, Daphnogene*), Protéacées, Composées, Solanées, Éricacées, Arialacées, Nymphéacées, Sterculiacées, Acérinées, Ilicinées, Rhamnées, Anacardiacées, Myrtacées, Pomacées, Légumineuses, etc.; Mollusques [382] : *Cyrena semistriata, aquensis, Sphærium gibbosum, Neritina aquensis, Hydrobia Dubuissoni, Potamides Lauræ, submargaritaceus, margaritaceus, granensis, Lamarcki, plicatus;* Myriapodes (*Scolopendra, Iulus*); Arachnides (*Attoides eresiformis, Chelifer*); Insectes [383 *bis*] : Orthoptères (*Forficula, Xya, Acheta, Locusta*), Névroptères (*Libellula, Calopteryx*), Thysanoptères (*Thrips*), Hémiptères (*Pentatoma, Aphrophora, Cydnus, Heterogaster*), Coléoptères (*Carabides, Hydrophilides, Curculionides*), Hyménoptères (*Tentredo, Polyotes, Formica*), Diptères (80 espèces), Lépidoptères (*Thais, Satyrus, Colias, Sesia, Noctua*); Poissons (*Sphenolepis, Prolebias* [pl. CXXVII], *Enoplophthalmus, Cobitopsis, Properca, Paraperca, Smerdis, Lepidocottus, Anguilla, Mugil, Sargus*); Batraciens (*Rana aquensis*); Mammifères (*Vespertilio aquensis*) :

3° marnes et sables des Figons.

Chattien. Calcaire d'Éguilles à *Hydrobia Dubuissoni, Potamides plicatus, submargaritaceus, Helix Ramondi.*

Au nord de la Durance s'étend le grand bassin tertiaire d'Apt-Forcalquier-Manosque, divisé en deux synclinaux par le grand anticlinal éocrétacé du mont Léberon.

Les étages inférieurs [385] y sont moins bien représentés que dans le bassin d'Aix. Les groupes Éo- ou Mésocrétacé y sont directement recouverts par des *sables et argiles bigarrés*, qui, avec les quartzites lie de vin qui les recouvrent, constituent le Néonummulitique. Ils sont souvent surmontés par des calcaires pisolithiques blancs à *Planorbis pseudo-ammonius* et *Limnæa Michelini*, incontestablement lutétiens. Des calcaires à silex et des argiles sableuses gypsifères sans fossiles correspondent sans doute à l'Auversien et au Bartonien, car ils supportent, dans la colline de Sainte-Radegonde près Apt, des couches ligniteuses, qui renferment des restes des Mammifères les plus caractéristiques du Gypse de Paris, et doivent par conséquent être attribuées au Ludien. C'est le gisement classique de Gargas, ou de la Debruge, qui a fourni *Adapis parisiensis, Cynodictis lacustris, Hyænodon Requieni, Pterodon dasyuroides, Palæotherium magnum, medium, Paloplotherium minus, Anoplotherium commune, Xiphodon gracile, Cebochœrus anceps.*

Au-dessus de ces couches s'élève le Tongrien, représenté par des formations lagunaires très semblables à celles du bassin d'Aix [383] :

1° calcaires à *Cyrena semistriata, gargasensis*, Potamides;

2° sables, marnes multicolores et couches gypseuses;

3° calcaires marneux ou bitumineux, avec couches ligniteuses, très riches en empreintes végétales, à Manosque; en Poissons, à Céreste; en Mollusques saumâtres (*Neritina aquensis, Hydrobia Dubuissoni, Potamides submargaritaceus, Lamarcki, Lauræ, Planorbis cornu*), à Sainte-Radegonde, Manosque, Fontienne, etc.;

4° calcaires marneux à *Cyclostoma hemiglyptum*, Insectes, Poissons et Plantes, dans les environs d'Apt; calcaires à *Helix Ramondi*, Limnées, Planorbes, Potamides, dans les environs de Manosque.

Les couches n° 1 correspondent vraisemblablement au Sannoisien, les couches n°s 2, 3, au Rupélien, les couches n° 4, au Chattien.

Dans la vallée du Rhône les dépôts nummulitiques saumâtres ou lacustres affleurent sur le bord de deux grands bassins tertiaires : celui de Visan, situé dans le Sud-Ouest de la Drôme et dans Vaucluse, au sud du défilé urgonien de Donzère, et celui de Crest, au nord de ce défilé. On retrouve, ici encore, les sables et argiles bigarrés, éonummulitiques, les calcaires à *Planorbis pseudo-ammonius* lutétiens, une série lagunaire, analogue à celle d'Aix et correspondant au Tongrien inférieur et moyen, et, enfin, un calcaire à *Helix Ramondi, Planorbis cornu, Limnæa pachygaster*, qui paraît occuper le niveau du calcaire d'Étampes.

Bord externe des Alpes occidentales. — Les formations lagunaires et lacustres de la Basse-Provence et du bassin du Rhône débordent quelquefois en dehors de ces régions et pénètrent dans les zones externes des Alpes occi-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

dentales, où elles viennent s'intercaler dans la série marine. Nous avons déjà décrit plus haut les dépôts lacustres de Castellane et de Barrême et la Mollasse Rouge tongrienne des Basses-Alpes (p. 1472), ainsi que les formations analogues du massif des Bauges, en Savoie (p. 1475). Il existe également, en plusieurs points des Alpes Suisses, des faciès tout à fait semblables, comme par exemple la Mollasse Rouge du Bouveret et du Val d'Illiez et les grès des Ralligen, près Thoune.

Il convient de rappeler que, de tous les horizons de calcaires d'eau douce de la région alpine, le mieux défini est certainement le Lutétien à *Planorbis pseudo-ammonius*. Zürcher en a découvert des lambeaux à Brenon et à Bagarry, près le Bourguet (Var), et Renevier les a signalés dans le massif de la Dent de Morcles [XXXVIII, 30], à la base du Nummulitique marin.

Deux horizons lacustres, l'un à *Nystia Duchasteli*, *Hydrobia Duchasteli*, *Potamides rhodanicus*, l'autre à *Helix Ramondi*, *Planorbis cornu*, s'intercalent souvent à la base et au sommet du Tongrien.

Outre les formations lagunaires, lacustres et fluviatiles, il existe, dans les zones externes des Alpes occidentales, de véritables formations continentales, comparables à celles dont on trouve des restes dans les régions calcaires des bords du Plateau Central. Ce sont des produits de décalcification, remplissant des poches. On leur a souvent donné le nom de *formations sidérolithiques*, en raison de la présence d'oolithes ferrugineuses dans la masse argileuse contenue dans les poches.

Des sables bigarrés s'observent dans ces conditions de gisement dans le massif de la Grande Chartreuse. Un fragment de maxillaire supérieur de *Lophiodon Larteli*, trouvé aux Échelles (Savoie), a permis à Paquier de préciser leur âge éonummulitique.

On doit attribuer le même âge aux formations sidérolithiques qui sont très répandues sur le bord externe des Alpes Suisses. Elles forment des poches dans les calcaires crétacés et sont souvent recouvertes par les dépôts marins mésonummulitiques, mais on n'y a pas trouvé de fossiles [386, 387].

Jura Suisse. — Les formations sidérolithiques sont particulièrement bien développées sur le versant suisse de la chaîne du Jura. Elles se présentent tantôt sous forme de poches, comme dans les Alpes, tantôt en couches régulières bien stratifiées, conservées dans les synclinaux, en même temps que les dépôts néogènes qui les recouvrent. On observe quelquefois, et notamment dans les environs de Delémont, des alternances d'argiles siliceuses et de bancs de fer pisolithique, à la base, des argiles siliceuses plus réfractaires et moins ferrugineuses, dans la partie moyenne, et des alternances d'argiles siliceuses, souvent gypseuses, avec des bancs calcaires ou des conglomérats, à la partie supérieure. On s'accorde aujourd'hui à voir dans ces formations des produits de décomposition superficielle plus ou moins remaniés [386]. Les calcaires intercalés à la partie supérieure sont des calcaires d'eau douce, renfermant soit les Mollusques caractéristiques du Lutétien à *Planorbis pseudo-ammonius*, soit ceux du Bartonien à *Limnæa longiscata*.

Les fossiles les plus intéressants du Sidérolithique sont les ossements de Vertébrés [388], trouvés quelquefois en grande quantité dans les argiles stratifiées, mais principalement dans des poches, qui contiennent fréquemment un mélange d'espèces caractéristiques de plusieurs niveaux. L'étude paléontologique a montré que la durée de l'ensemble des faunes successives embrasse exactement l'époque Mésonummulitique. Les principales

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

localités fossilifères se trouvent dans les cantons de Vaud (Mormont, Chamblon), de Soleure (Sainte-Vérène, Egerkingen, Oberbuchsitten, Obergösgen) et de Berne (Moutier, Courrendlin, Porrentruy). A part quelques restes de Reptiles, elles ont fourni un grand nombre d'ossements et surtout de dents de Mammifères, qui se répartissent dans les Tillodontes (*Stylinodon*), les Rongeurs, les Insectivores, les Chiroptères, les Créodontes (*Proviverra*, *Mioclænus*), les Carnivores (*Cynodictis*, *Pseudælurus*), les Condylarthres (*Phenacodus*, *Protogonia*, *Periptychus*, *Meniscodon*), les Périssodactyles (*Chasmotherium*, *Lophiodon*, *Propalæotherium*, *Palæotherium*, *Plagiolophus*, *Lophiotherium*, *Anchilophus*, *Pachynolophus*), les Artiodactyles (*Dichobune*, *Mouillacitherium*, *Meniscodon*, *Oxacron*, *Chœropotamus*, *Cebochœrus*, *Chœromorus*, *Haplobunodon*, *Rhagatherium*, *Mixtotherium*, *Catodontotherium*, *Dacrytherium*, *Leptotheridium*, *Anoplotherium*, *Diplobune*, *Xiphodon*, *Pseudamphimeryx*, *Amphimeryx*, *Dichodon*, *Haplomeryx*, *Tapirulus*, *Gelocus*), les Lémuriens (*Cænopithecus*).

Il résulte des minutieuses et sagaces comparaisons, faites par H. G. Stehlin [388], des gisements suisses avec les gisements français dont le niveau est bien précisé, que la célèbre localité d'Egerkingen renferme surtout des espèces lutétiennes, que les gisements du Mormont vont du Lutétien supérieur au Ludien supérieur, tandis qu'Obergösgen appartient exclusivement à ce dernier niveau. Partant de ces déterminations, Stehlin a pu établir la filiation des espèces d'un grand nombre de genres de Mammifères nummulitiques.

Lyonnais. — En avant du Jura plissé se trouvent des régions où le Jurassique forme aujourd'hui des plateaux tabulaires plus ou moins morcelés, qui portent également des dépôts sidérolithiques. En France, une seule localité, Lissieu, près de Lyon, a fourni à Depéret une riche faune lutétienne tout à fait comparable à celle d'Egerkingen et comprenant des Rongeurs (*Sciuroides*), des Créodontes (*Pterodon*), des Carnivores (*Viverra*, *Cynodictis*), des Condylarthres (*Phenacodus*), des Périssodactyles (*Lophiodon rhinocerodes*, *lautricense*, *Cartieri*, *Paloplotherium magnum*, *Propalæotherium isselanum*, *minutum*, *Anchilophus*, *Lophiotherium*), des Artiodactyles (*Acotherulum*, *Dichobune*, *Dichodon Cartieri*) [389].

Souabe et Franconie. — Sur les plateaux, doucement inclinés vers le Danube, du Jura Souabe et Franconien, les calcaires portlandiens présentent fréquemment des crevasses avec remplissage sidérolithique, qui renferment quelquefois en grande abondance des ossements de Vertébrés. La plupart des gisements sont néogènes, mais il en est cependant de plus anciens. Ainsi, plusieurs fentes ont fourni des restes de *Lophiodon* et sont manifestement lutétiennes [390]. La célèbre localité de Frohnstetten appartient au Ludien, comme l'atteste la faune suivante, dont la plupart des éléments se rencontrent dans le Gypse de Paris et dans les lignites de Gargas : *Theridomys*, *Hyænodon*, *Pterodon*, *Cynodictis*, *Paloplotherium minus*, *Fraasi*, *Palæotherium Mühlbergi*, *suevicum*, *Anoplotherium commune*, *Tapirulus hyracinus*, *Dichodon frohnstettense*, *Cryptopithecus siderolithicus*. Stehlin [359] pense toutefois, surtout en raison de l'absence de *Palæotherium magnum*, que ce gisement est un peu plus récent que le Gypse et qu'il viendrait se placer au niveau des marnes supragypseuses. Heidenheim et Raitenbach, près d'Eischstädt, sont du même âge. Enfin, quelques fentes ont donné des éléments tongriens, tels que *Cænotherium commune*, *Entelodon magnum*, *Gelocus communis*. Mais d'autres localités renferment une faune aquitanienne et doivent par conséquent être placées dans le Néogène.

Alpes orientales. — Sur le versant septentrional des Alpes orientales, on ne

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

connaît aucune formation nummulitique lacustre ou continentale. Les Mollusques fluviatiles, qui abondent dans les marnes à Cyrènes de la Haute-Bavière, y sont mélangés à des espèces saumâtres ou marines (v. p. 1480).

A Häring, près Kufstein, on observe à la base d'une série nummulitique marine une couche de houille bitumineuse et des schistes où abondent les empreintes végétales. C. von Ettingshausen [391] a reconnu la présence, dans cette flore, des classes et familles suivantes : Fougères (*Goniopteris*), Conifères (*Juniperus*, *Cupressus*, *Callitris*, *Pinus*, *Araucaria*, *Podocarpus*), Monocotylédones (*Flabellaria*), Laurinées (*Daphnogene*, *Laurus*), Santalacées (*Leptomeria*, *Santalium*), Protéacées (*Persoonia*, *Grevillea*, *Hakea*, *Lomatia*, *Banksia*), Sapotacées, Célastrinées (*Celastrus*, *Elæodendron*), Euphorbiacées, Myrtacées (*Callistemophyllum*, *Eucalyptus*, *Metrosideros*, *Eugenia*, *Myrtus*), Légumineuses (*Dalbergia*, *Palæolobium*, *Cesalpinia*, *Cassia*, *Mimosa*, *Acacia*), etc. Cette association indique une végétation subtropicale xérophile et la plupart des genres ont des affinités australiennes ou néo-zélandaises. Il résulte de la stratigraphie que l'âge des schistes de Häring est probablement mésonummulitique.

Sur le versant méridional des Alpes, il existe en Carinthie et en Styrie, dans le Chattien, des couches à lignites, avec Mollusques fluviatiles et lacustres mêlés, dont la liste a été donnée plus haut (p. 1491). Les Mammifères y sont représentés par *Anthracotherium illyricum*, espèce voisine d'*Anthracotherium magnum*, qui est caractéristique de l'Oligocène supérieur. Les Végétaux, étudiés par Ettingshausen, confirment la classification basée sur l'étude des Mollusques. Ils appartiennent aux Conifères (*Sequoia Sternbergi*, *Glyptostrobus europæus*) et aux familles des Protéacées, Sapotacées, Célastrinées, Combrétacées, Myrtacées, etc.

Dans le Vicentin, les Mollusques terrestres et dulçaquicoles se trouvent en grande abondance dans les tufs de Roncà d'âge auversien, où ils sont associés à des espèces marines ou d'eau saumâtre. P. Oppenheim [392,393] leur a consacré deux importants mémoires, dans lesquels il décrit près de 60 espèces, provenant de diverses localités, dont la plus riche est le val dei Mazzini. Toutes ces espèces paraissent spéciales à la région; dans tous les cas, aucune d'elles n'a pu être rapportée avec certitude à une espèce du bassin de Paris ou du Midi de la France. 37 espèces appartiennent aux Pulmonés, 22 aux Prosobranches. Les genres les plus répandus sont les suivants : *Helix*, *Clausilia*, *Cœlostele*, *Cyclostoma*, *Aperostoma*, *Pomatias*, *Coptochilus*, *Cardiostoma*, *Planorbis*, *Melanopsis*, *Neritina*. La présence d'espèces nombreuses du genre *Clausilia* dans des couches aussi anciennes est un fait tout à fait insolite. Il est probable qu'elles vivaient, comme de nos jours, sur les rochers du littoral. Sur 54 espèces incontestablement terrestres ou dulçaquicoles que comporte la faune, 16 appartiennent à des genres d'affinités orientales ou australiennes, 17 possèdent un caractère néotropique, 14 se rapprochent de formes paléarctiques, plusieurs peuvent être attribuées à des genres cosmopolites. Les affinités africaines sont à peu près nulles.

Hongrie. — Il existe aux environs de Gran, en Hongrie, un petit bassin lignitifère, dont les couches exploitées appartiennent au groupe Éonummulitique. C'est une formation fluvio-lacustre, qui se retrouve aussi à Ajka, dans la forêt de Bakony, dans des couches directement superposées aux couches lacustres néocrétacées [209]. La faune de cet ensemble a été étudiée par Oppenheim [394], qui signale notamment *Paraplacuna gregaria*,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Congeria eocæna, *Modiola corrugata*, *Cyrena grandis*, *Cytherea hungarica*, *doroghensis*, *Neritina lutea*, *Natica perusta*, *incompleta*, *Cerithium calcaratum*, *Hantkeni*, *Melania Hantkeni*, *Melanopsis doroghensis*, *Melanatria auriculata*, *Pyrgulifera gradata*, *Fusus polygonus*, faune incontestablement tropicale, qui présente principalement des affinités avec la faune indo-malaise actuelle, mais dont certains éléments (*Pyrgulifera*) se rencontrent de nos jours dans le lac Tanganika.

Ligurie. — Il existe dans l'Apennin Ligure, à Cadibona, Roccaforte, Cascinelle, des couches fluviatiles à lignites, qui alternent avec des couches marines et semblent formées dans un delta. Leur position dans la série tongrienne est encore discutée. Si l'on se base sur la présence d'*Anthracotherium magnum*, on est conduit à les placer dans le Chattien. On y trouve en outre *Aceratherium* et des Mollusques d'eau douce, *Limnæa anthracotheriorum* et *Tropidiscus lignitarum* [205].

Espagne. — De même que notre Plateau Central la Meseta Ibérique a été envahie pendant une partie de l'ère Tertiaire par des lacs, ou par des lagunes qui devaient se trouver au niveau de la mer. L'âge des dépôts ne peut pas toujours être déterminé avec précision, mais il est des cas où la présence de fossiles permet de classer certains termes de la série.

A Castrillo del Val, dans la province de Burgos, Larrazet [395] a observé, dans un synclinal formé par le Cénomanien, des couches horizontales, qui débutent par des gypses et qui comprennent ensuite des alternances indéfiniment répétées de grès et de calcaires à Potamides avec des marnes blanches à *Hydrobia Dubuissoni*, Planorbes, Limnées, Néritines. Les Potamides constituent deux espèces nouvelles, *Potamides Gaudryi* et *Munieri*. Cette dernière est très variable et quelques-unes de ses variétés sont très voisines de *Potamides Lamarcki*. On est probablement en présence d'un équivalent du calcaire d'Étampes, c'est-à-dire du Chattien. La série se termine par des calcaires lacustres néogènes.

Dans l'Aragon [XXXII, 33], la base de la série tertiaire lagunaire et lacustre, dont la majeure partie est néogène, est constituée par des poudingues, des sables et des marnes rouges, avec intercalation de marnes gypseuses. On n'y a pas encore trouvé de fossiles permettant d'en préciser le niveau.

Dans le centre de la Meseta se trouve un grand bassin tertiaire, dont la périphérie est jalonnée par les villes de Madrid, Guadalajara, Cuenca, Albacete, Ciudad Real et Tolède. C'était sans doute une vaste lagune, communiquant facilement avec la mer, car H. Douvillé [396] y a signalé récemment des *Arca*, des Natices, *Bulbus bulbiformis* et des *Hydrobia*, qui ont été recueillis récemment, dans les environs de Tolède, dans une mollasse grossière calcarifère, associée aux formations gypseuses, qui jouent, ici aussi, un rôle très important. La base de la série est donc certainement mésonummulitique. Au sud de Cuenca, on a trouvé, par contre, *Potamides Lamarcki* et *Cytherea incrassata*, qui indiquent que la pénétration des eaux salées dans le bassin avait encore lieu à l'époque Néonummulitique.

Nous avons déjà mentionné précédemment (p. 1468) la puissante formation détritique, avec intercalations marines, qui s'est déposée en Catalogne, au pied des Pyrénées. La partie supérieure, qui est vraisemblablement d'âge bartonien, correspond aux poudingues de Palassou. Elle supporte une formation gypseuse, malheureusement sans fossiles, qui s'enfonce sous une série importante de dépôts lagunaires néonummulitiques. Ceux-ci ont été subdivisés, par L. M. Vidal et Ch. Depéret [397], de la manière suivante :

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Sannoisien : 1° calcaires en plaquettes à Cyrènes, voisines de *Cyrena semistriata;* 2° calcaires lignitifères de Calaf à *Striatella Nysti, Melanoides albigensis, occitanicus, Vivipara Soricinensis,* avec ossements d'*Ancodus Aymardi* et de *Diplobune minor;* lignites et calcaires de Granja de Escarpe (prov. de Lérida), avec *Nystia Duchasteli, Planorbis cornu, polycymus, Hydrobia pyramidalis* et ossements de Crocodiles et de *Trionyx;* 3° dalles calcaires de Tárreja, avec *Limnæa longiscata* var. *ostrogallica, Planorbis cornu, polycymus,* ossements nombreux et bien conservés [398] de *Brachyodus Cluai, Theridomys siderolithicus, Plesictis Filholi,* Poissons (*Prolebias*) et empreintes végétales.

Stampien. Mollasses et marnes puissantes, avec restes de Mammifères indéterminés.

Baléares. — Outre le Rupélien marin dont il a été question précédemment (p. 1508), il existe à Majorque, à Sinen, en contre-bas des calcaires à Nummulites du Pui St-Onofre, des calcaires lacustres blanchâtres, qu'Hermite attribuait au Miocène. L. M. Vidal [279 *bis*] y a recueilli, outre *Paludestrina Hidalgoi* et *Valvata Landereri,* décrits par Hermite, des Planorbes, des Limnées, des *Helix* et des restes d'*Anthracotherium magnum* et d'*Amphitragulus,* qui indiquent plutôt la présence de l'Oligocène supérieur et qui, en outre, montrent que les Baléares étaient réunies au continent.

Récapitulation. — On a vu par cet aperçu des formations continentales et lagunaires de l'Europe occidentale que les faunes de Mammifères présentent dans tous les gisements de même âge la même composition et qu'elles se succèdent partout dans le même ordre, les gisements d'une région venant combler les lacunes paléontologiques dont on constate l'existence dans une autre région. En combinant entre eux les renseignements que nous fournissent les divers bassins, nous pouvons nous faire une idée assez exacte de la chronologie des faunes terrestres d'Europe. En nous basant sur les travaux de Gaudry [XXX, 7], Rütimeyer, Filhol, Zittel [0,15], Schlosser, Lydekker [IV, 11], Boule, et surtout sur les récents essais de synthèse de Ch. Depéret [399], d'Osborn [341, 342] et de Stehlin [359, 388], nous pouvons maintenant résumer la succession de ces faunes et leur composition, en rappelant leurs principaux gisements et en indiquant, dans chacune d'elles, le rôle que jouent les éléments autochtones et les éléments immigrés.

Souvent il n'est pas possible de préciser l'origine de ces éléments immigrés et nous serons obligés de les considérer comme cryptogènes. Mais, dans d'autres cas, on a reconnu l'origine nordaméricaine de certains éléments, en même temps qu'on établissait l'introduction, dans les faunes nordaméricaines, d'éléments européens.

Enfin, à certains moments, des éléments d'origine inconnue ont apparu simultanément en Europe et en Amérique. Pour faire ressortir davantage les échanges de faunes qui ont eu lieu, à plusieurs reprises, entre les deux continents, nous indiquerons dans le résumé qui va suivre, après chaque niveau européen, caractérisé par une faune déterminée, l'équivalent probable dans la série américaine [341, 342].

Groupe Éonummulitique.

Montien. Aucune faune européenne connue.

Équivalent nordaméricain : couches de Puerco.

Thanétien. Gisements de la Fère et de Cernay.

Éléments communs à l'Amérique du Nord : *Neoplagiaulax,* Créodontes (Proviverridés, Arctocyonidés, Mésonychidés), Condylarthres (*Phenacodus*).

Éléments cryptogènes : Insectivores (Adapisoricidés), Ongulés de position douteuse (Pleuraspidothéridés), Lémuriens (Plésiadapidés).

Équivalent nordaméricain : couches de Torrejon.

Sparnacien. Lignites du Soissonnais et Argile plastique; couches de Woolwich-Reading

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Éléments autochtones communs à l'Amérique du Nord : Créodontes (Arctocyonidés, Mésonychidés, Palæonictidés), Amblypodes (*Coryphodon*).

Éléments cryptogènes apparaissant simultanément en Amérique et en Europe : Rongeurs, Périssodactyles (*Lophiodon*, *Hyracotherium*).

Équivalent nordaméricain : couches de Wasatch.

Cuisien. Sables à *Teredina personata* d'Ay, de Cuis; London clay, partie principale.

Éléments autochtones : *Adapisoriculus*, *Plesiadapis*, *Propachynolophus*.

Éléments d'origine nordaméricaine : Rongeurs (Pseudosciuridés, Sciuridés), Créodontes (Oxyænidés), Périssodactyles (*Chasmotherium*), Artiodactyles (*Protodichobune*).

Équivalent nordaméricain présumé : couches de Wind River (partie inférieure).

Groupe Mésonummulitique.

Lutétien inférieur. Argenton, Bracklesham; partie inférieure du Sidérolithique d'Egerkingen et de Lissieu.

Éléments autochtones : Lophiodontidés (*Lophiodon*, *Chasmotherium*), Hyracothéridés (*Pachynolophus*, *Propalæotherium*), Dichobunidés (*Dichobune*).

Éléments cryptogènes : Suidés (*Cebochœrus*, *Tapirulus*), Hyopotamidés (*Catodontherium*), Dacrythéridés (*Mixtotherium*, *Dacrytherium*), Dichodontidés (*Dichodon*) [388].

Équivalent nordaméricain présumé : couches de Wind River (partie supérieure).

Lutétien supérieur. Calcaire grossier supérieur des environs de Paris; Bouxwiller; Issel; partie principale du Sidérolithique d'Egerkingen et de Lissieu.

Éléments autochtones : Rongeurs, Proviverridés, Lophiodontidés, Hyracothéridés, Dichobunidés.

Éléments nordaméricains douteux : Lémuriens mésodontes (*Pelycodus*, *Hyopsodus*) et anaptomorphes (*Necrolemur*), Hyænodontidés, Suidés, Dacrythéridés, Dichodontidés.

Éléments cryptogènes : Sciuridés, Talpidés, Adapidés, Palæothéridés (*Palæotherium*, *Plagiolophus*, *Anchilophus*), Anthracothéridés (*Catodus*), Xiphodontidés (*Xiphæontherium*).

Équivalent nordaméricain présumé : couches de Bridger (partie inférieure).

Auversien et Bartonien. Calcaire de Saint-Ouen, grès du Castrais, partie ancienne des phosphorites du Quercy, phosphatières de Robiac, Sidérolithique de Mormont (p. p.) et de Heidenheim.

Éléments autochtones : Sciuridés, Adapidés, Hyænodontidés, Lophiodontidés, Hyracothéridés, Palæothéridés, Anchilophidés, Anthracothéridés, Suidés (*Chæropotamus*), Xiphodontidés (*Xiphodon*).

Éléments nordaméricains douteux : Chalicothéridés (*Pernatherium*).

Équivalent nordaméricain présumé : couches de Bridger (partie supérieure).

Ludien inférieur. Hordwell; Lamandine (Tarn-et-Garonne), Saint-Hippolyte-de-Caton (Gard), partie des phosphorites du Quercy et du Sidérolithique suisse.

Éléments autochtones : Adapidés, Hyænodontidés, Palæothéridés, Hyracothéridés, Anchilophidés, Suidés, Dacrythéridés, Dichodontidés, Anthracothéridés.

Équivalent nordaméricain présumé : couches d'Uinta (partie inférieure).

Ludien moyen. Gypse de Montmartre, couches de Bembridge; Villeneuve-la-Comptal; partie des phosphorites; Gargas (= la Debruge); Sidérolithique de Mormoiron.

Éléments autochtones : Sciuridés, Chiroptères, Adapidés, Hyænodontidés, Palæothéridés. Anchilophidés, Xiphodontidés, Dacrythéridés, Anthracothéridés (*Brachyodus*), Suidés, Dichobunidés, Lémuriens.

Éléments nordaméricains douteux : Didelphidés (*Peratherium*).

Éléments cryptogènes : Rongeurs (*Theridomys*), Canidés (*Cynodictis*), Anoplothéridés (*Anoplotherium*), Cænothéridés (*Cænotherium*).

Équivalent nordaméricain présumé : couches d'Uinta (partie supérieure).

Ludien supérieur. Marnes blanches de Pantin et de Romainville; calcaires de Brunstatt (Alsace); lignites de Célas (Gard); partie des Phosphorites; Sidérolithique de Frohnstetten.

Éléments autochtones : Théridomyidés, Palæothéridés, Anoplothéridés, Xiphodontidés.

Éléments cryptogènes : aucun nouveau type.

Groupe Néonummulitique.

Sannoisien. Calcaire de Brie, Hempstead; asphalte de Lobsann (Alsace); Ronzon; partie des Phosphorites; Calaf et Tarreja (Catalogne); Sidérolithique de Veringendorf.

Éléments autochtones : Didelphydés, Érinacéidés, Théridomyidés, Canidés, Hyænodontidés, Palæothéridés (*Plagiolophus*), Anthracothéridés (*Brachyodus*, *Ancodus*, *Anthracotherium*), Anoplothéridés, Cænothéridés (*Amphimeryx*, *Cænotherium*).

Éléments nordaméricains (immigration brusque très importante) : Rhinocérotidés (*Ronzotherium*), Achænodontidés (*Entelodon*).

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Éléments cryptogènes : Mustélidés (*Proplesictis*), Tragulidés (*Gelocus*).

Équivalent nordaméricain : couches de White River inférieures.

Rupélien. La Ferté-Aleps; Flonheim, Miesbach; Bournoncle-Saint-Pierre (Allier); calcaire à Astéries, mollasse de l'Agenais, etc.; poches récentes des Phosphorites.

Éléments autochtones : Marsupiaux, Viverridés, Mustélidés, Canidés, Créodontes (*Dasyurodon*, derniers *Hyænodon*), Talpidés, Érinacéidés, Chiroptères, Théridomyidés, Palæothéridés (derniers *Palæotherium*), Rhinocérotidés (*Acerotherium*, *Diceratherium*), Chalicothéridés (*Schizotherium*), Anthracothéridés (*Brachyodus*, *Anthracotherium*), Achænodontidés (derniers *Entelodon*), Suidés (*Propalæochœrus*, *Palæochœrus*), Cænothéridés (*Cænotherium*, *Plesiomeryx*), Tragulidés (derniers *Gelocus*, *Prodremotherium*, *Lophiomeryx*).

Éléments nordaméricains : Tapiridés (*Protapirus*, *Paratapirus*), Amynodontidés (*Cadurcotherium*), Rongeurs Lagomorphes (*Titanomys*).

Éléments cryptogènes : Manidés (*Leptomanis*), Oryctéropidés (*Archæorycteropus*).

Équivalent nordaméricain : couches de White River moyennes.

Chattien. Calcaire de Beauce; calcaires lacustres du bassin de Mayence; calcaires marneux de la Limagne, la Milloque (partie supérieure de la mollasse de l'Agenais), Briatexte (Tarn); argiles de Saint-Henri, près Marseille; Trifail (Styrie); Cadibona (Ligurie).

Éléments autochtones : les mêmes que dans le Rupélien, moins quelques familles éteintes, maximum des Anthracothéridés (*Anthracotherium magnum*).

Éléments cryptogènes (en partie déjà dans le Rupélien) : Castoridés (*Steneofiber*), Myogalidés (*Myogale*, *Echinogale*), Soricidés (*Amphisorex*, *Sorex*), Lutridés (*Potamotherium*), Félidés (*Eusmilus*), Cervulidés (*Dremotherium*, *Amphitragulus*).

Équivalent nordaméricain : couches de White River supérieures.

Il découle nettement de cet aperçu qu'à certains moments les échanges de faunes entre l'Europe et l'Amérique du Nord se faisaient avec la plus grande facilité, si bien qu'il est indispensable d'admettre une communication continentale très directe entre les deux pays. Mais cette communication a été intermittente : elle était à tel point aisée à l'époque Éonummulitique que le synchronisme des couches de Torrejon et du Thanétien, celui des couches de Wasatch et du Sparnacien peuvent être considérés comme absolument établis. A l'époque Mésonummulitique les échanges de faune ont complètement cessé, ainsi que Stehlin [488] l'a très nettement montré, de sorte que l'on doit conclure à une interruption des communications; à l'époque Néonummulitique, de nouveaux échanges se produisent, en même temps sans doute que les communications se rétablissent. Les éléments cryptogènes (Rongeurs, Périssodactyles) qui arrivent simultanément au Sparnacien en Europe et dans l'Amérique du Nord sont originaires d'une terre dont les dépôts continentaux ne nous sont pas connus. Ceux qui parviennent en Europe au Lutétien (Artiodactyles) ne sont pas de provenance américaine, Stehlin pense qu'ils ont pu venir d'Asie, mais que ceux qui ont fait leur apparition dans l'Amérique du Nord à la même époque n'ont pas la même origine. Ceux enfin qui sont arrivés en Europe au Ludien peuvent très bien provenir également d'une immigration asiatique.

L'aperçu qui vient d'être donné fait ressortir en outre la continuité parfaite que présente l'évolution des éléments autochtones depuis le début du Lutétien jusqu'à la fin de l'époque Tongrienne.

Continents de l'hémisphère austral. — Il nous reste à parler des formations qui ont fourni des restes de Mammifères dans les autres continents, c'est-à-dire dans l'Amérique du Sud, en Afrique et en Australie.

Patagonie. — On a vu précédemment (p. 1414) qu'il existe en Patagonie une série de formations marines et continentales, en alternances multiples, qui réalisent le passage insensible du Crétacé au Nummulitique. La dernière que nous ayons décrite est connue sous le nom de couches à *Notostylops* ou

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

NOTOSTYLOPÉEN. Elle est caractérisée par l'association des derniers Dinosauriens avec les premiers Mammifères monodelphes. Les Reptiles ont été énumérés plus haut, les Mammifères se répartissent de la manière suivante [28] :

Allothériens : *Odontomysopidæ*, *Promysopidæ*, *Polydolopidæ*, *Neoplagiaulacidæ* (*Anissodolops*); Paucituberculés : *Garzoniidæ* (*Progarzonia*); Pédimanes : *Microbiotheridæ* (*Ideodelphys*); Tillodontes : *Notostylopidæ* (11 genres); Pholidotes : *Orycteropidæ* (*Archæorycteropus*); Édentés : *Protobradyidæ*, *Chlamydotheridæ*, *Dasypidæ*, *Astegotheridæ*; Insectivores : *Spalacotheridæ*; Sparassodontes : *Hathylacynidæ*; Protungulés : *Caroloameghinidæ*; Typothériens : *Eutrachytheridæ*; Amblypodes : *Trigonostylopidæ*, *Albertogaudryidæ* (?), *Lophiodontidæ* (*Lophiodonticulus*, *Anagonia*, *Proplanodus*); Hyracoïdés : *Acœlodidæ*. *Archæohyracidæ*; Proboscidiens : *Carolozitteliidæ* (*Paulogervaisia*, *Carolozittelia*); Condylarthres : *Pantostylopidæ*, *Phenacodontidæ*, *Catathleidæ*, *Pantolambdidæ*, *Arctocyonidæ*; Périssodactyles : *Hyracotheridæ* (*Archæohyracotherium*, *Prohyracotherium*, *Proectocyon*), *Palæotheridæ*, *Proterotheridæ*, *Notohippidæ* (*Patriarchippus*, *Ernestohæckelia*), *Adiantidæ*; Ancylopodes *Isotemnidæ*, *Homalotheridæ*, *Leontinidæ*; Prosimiens : *Archæopithecidæ*, *Notopithecidæ*, *Henricosborniidæ*, *Hyopsodontidæ*.

L'âge montien de cette faune — qui, d'après Fl. Ameghino, se répartirait sur plusieurs niveaux, non encore séparés — résulte non seulement de sa position stratigraphique immédiatement supérieure à une faune maestrichtienne, mais encore des affinités étroites qui existent, d'après Osborn, entre plusieurs de ses éléments (*Neoplagiaulacidæ*, Édentés, *Phenacodontidæ*, *Arctocyonidæ*) et quelques-unes des formes les plus caractéristiques des couches de Puerco du Nouveau-Mexique, dont la faune précède immédiatement celle du Thanétien (Torrejon).

Le Notostylopéen est le premier terme d'une série de trois étages continentaux qui séparent, en Patagonie, le Néocrétacé de l'étage Patagonien, formation marine que nous placerons à la base du Néogène. La superposition de ces trois étages et leur antériorité au Patagonien, contestée notamment par Hatcher, a été bien établie par les observations de Carlos Ameghino et vérifiée par A. Tournouër [400]. L'ensemble, bien développé aux abords du golfe de Saint-Georges, est constitué principalement par des argiles mélangées à des particules vitreuses ou cristallines, qui résultent évidemment de projections volcaniques. Fl. Ameghino a donné aux deux étages supérieurs les noms d'*Astraponotéen* et de *Pyrothérien* [28].

Les couches à *Astraponotus* ou ASTRAPONOTÉEN renferment les Mammifères suivants :

Allothériens : *Promysopidæ*; Sparassodontes : *Hathylacinidæ*; Tillodontes : *Notostylopidæ*; Édentés : *Megalonychidæ*, *Palæopelltidæ*, *Propalæohoplophoridæ*, *Chlamydotheridæ*, *Dasypidæ*; Typothériens : *Hegetotheridæ*; Amblypodes : *Trigonostylopidæ*, *Albertogaudryidæ*, *Astrapotheridæ* (*Astraponotus*); Hyracoïdés : *Archæohyracidæ*; Proboscidiens : *Carolozitteliidæ* (*Paulogervaisia*, *Promœritherium*), *Pyrotheridæ* (*Propyrotherium*); Condylarthres : *Phenacodontidæ*, *Pantolambdidæ*; Périssodactyles : *Notohippidæ*; Ancyclopodes : *Isotemnidæ*, *Homalotheridæ*, *Leontinidæ*; Prosimiens : *Archæopithecidæ*, *Notopithecidæ*.

La faune des couches à *Pyrotherium* (fig. 427) ou PYROTHÉRIEN, beaucoup plus riche, comprend les éléments suivants :

Paucituberculés : *Abderitidæ*, *Epanorthidæ*, *Garzoniidæ*; Sparassodontes : *Proborhyænidæ* (*Proborhyæna*, *Pharsophorus*); Rongeurs : *Cephalomyidæ*, *Coendidæ*; Dermoptères : *Progalæopithecidæ*; Édentés : *Orophodontidæ*, *Megalonychidæ*, *Palæopelltidæ*, *Propalæohoplophoridæ*, *Dasypidæ*, *Peltephilidæ*; Typothériens : *Eutrachytheridæ*, *Hegetotheridæ*, *Protypotheridæ*; Toxodontes : *Nesodontidæ* (*Proadinotherium*, *Pronesodon*); Amblypodes : *Albertogaudryidæ*, *Astrapotheridæ*; Proboscidiens : *Carolozitteliidæ*, *Pyrotheridæ* (*Parapyrotherium*, *Pyrotherium*, *Ricardowenia*, *Archæolophus*); Hyracoïdés : *Archæohyracidæ*; Condylarthres : *Phena-*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

codontidæ; Périssodactyles : *Hyracotheridæ*, *Protherotheridæ*, *Macraucheniidæ*, *Adiantidæ*, *Colpodontidæ*, *Notohippidæ;* Ancyclopodes : *Isotemnidæ*, *Homalotheridæ* (*Asmodeus*), *Leontinidæ* (*Leontinia*, *Scaphops*, *Stenogenium*).

On constate une remarquable continuité dans l'évolution des trois faunes successives du Nummulitique de Patagonie et l'on verra plus tard que les faunes néogènes leur font suite directement, de sorte que l'on ne peut admettre l'existence d'une grande lacune dans la série, qui correspondrait à l'un ou l'autre terme du Nummulitique. On constate de plus, au moins à

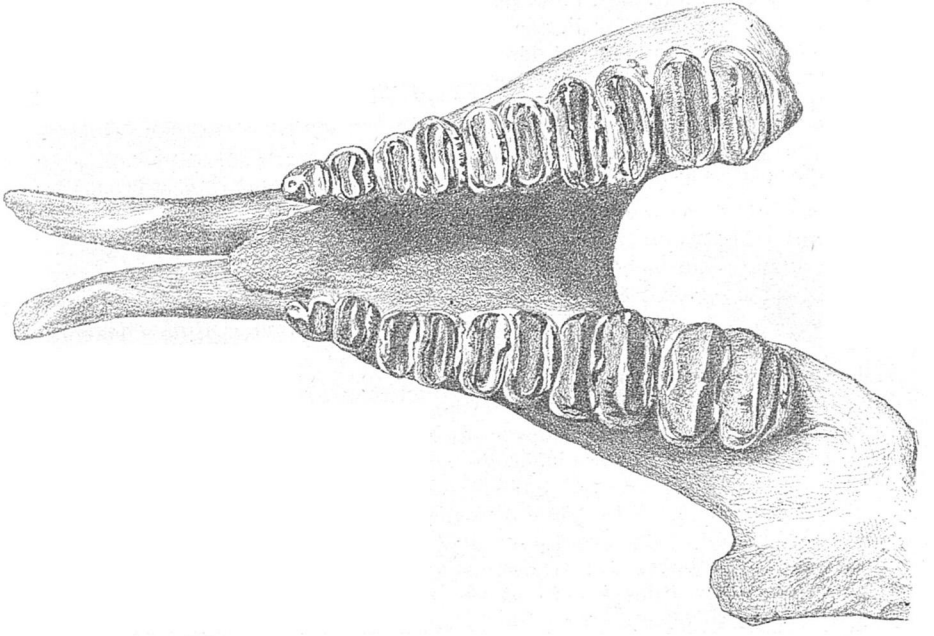


Fig. 427. — Mâchoire inférieure de *Pyrotherium* vue en dessus (d'après Albert Gaudry), 1/4 gr. nat.

(Rio Deseado, Patagonie).

partir des couches à *Astraponotus*, l'absence totale de genres et même de familles qui existent également dans l'hémisphère Nord. Certains ordres ou sous-ordres, comme les Insectivores, les Chiroptères, les Créodontes, les Carnivores, les Artiodactyles, si communs dans les faunes de l'Amérique du Nord et de l'Europe, font totalement défaut.

En revanche, les Sparassodontes, les Édentés, les Typothériens, les Toxodontes, les Ancylopodes sont inconnus dans l'hémisphère Nord. Les Périssodactyles sont représentés en Patagonie par des familles très spéciales, que l'on a réunies souvent en un sous-ordre spécial, les Litopternés (*Macraucheniдæ*, *Proterotheridæ*, *Astrapotheridæ*). La position systématique des Tillodontes d'Ameghino est très contestée. Les prétendus Équidés (*Notohippidæ*) n'ont rien de commun avec ceux de l'hémisphère Nord. Enfin, les Hyracoïdés et les Proboscidiens accusent des affinités, d'ailleurs discutées, sur lesquelles nous reviendrons plus loin, avec les représentants de ces deux sous-ordres que l'on rencontre dans le Néonummulitique d'Égypte.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Quoi qu'il en soit des assimilations souvent très contestables de C. Ameghino, il ne saurait y avoir le moindre doute que les faunes nummulitiques de l'hémisphère Nord et celles de l'Amérique du Sud ont évolué indépendamment les unes des autres à partir du Thanétien, sans se mélanger en aucune manière. Aucune communication ne pouvait donc exister entre les deux régions.

Égypte. — Une des découvertes paléontologiques les plus sensationnelles qui aient été faites dans les vingt dernières années est celle d'une faune de Mammifères antérieure au Néogène en Égypte, c'est-à-dire dans un continent où auparavant, sauf dans les pays de l'Atlas, nos connaissances relatives aux Mammifères fossiles se réduisaient à rien.

C'est au Fayoum que furent découverts ces Vertébrés. Ils se trouvent principalement dans la partie supérieure fluvio-marine d'une série dont la base est essentiellement marine [401, 402].

Le terme inférieur de cette série, connu sous le nom de *couches de Birket-el-Qerun*, est caractérisé par les mêmes Mollusques que les couches supérieures du Mokattam, d'âge

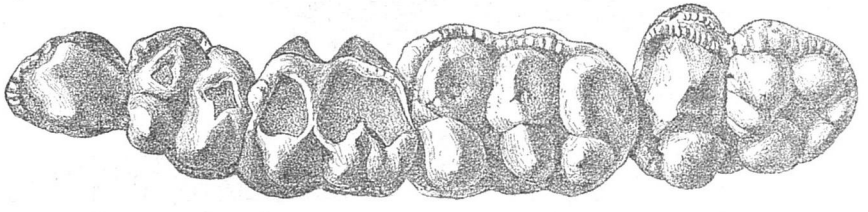


Fig. 428. — Prémolaires et molaires supérieures droites de *Palæomastodon Beadnelli* (d'après Ch. W. Andrews), 1/2 gr. nat.

Tongrien fluvio-marin ; Fayoum, Égypte.

auversien (p. 1503). Il renferme en outre de nombreuses dents et pièces osseuses de Sélaciens (*Oxyrhina*, *Alopecias*, *Lamna*, *Odontaspis*, *Carcharodon*, *Hemipristis*, *Propristis*, *Eopristis*, *Galeocerdo*, *Myliobates*, etc.) et d'autres Poissons (Polyptéridés, *Saurocephalus*, *Enchodus*, *Cœlorhynchus*) et des ossements de Cétacés (*Eocetus*, *Prozeuglodon*, *Zeuglodon*, *Isis*), mais aucun Mammifère terrestre.

Le terme moyen, appelé *couches de Qasr-el-Sagha* ou à *Carolia*, a fourni, par contre, — outre des restes nombreux de Poissons (*Carcharodon*, *Myliobates*, *Propristis*, *Eopristis*, *Pristis*, *Fajumia*, *Socnopæa*), d'Ophidiens (*Pterosphenus*, *Gigantophis*), de Chéloniens (*Stereogenys*, *Podocnemis*, *Thalassochelys*, *Testudo*, *Psephophorus*), de Crocodiliens (*Tomistoma*, *Crocodilus*), de Cétacés (*Zeuglodon Osiris*, *Zitteli*), de Siréniens (*Eosiren*) — deux Mammifères terrestres très remarquables, *Barytherium grave*, dont la position systématique est douteuse, et *Mœritherium Lyonsi*, le plus ancien Proboscidien connu, si l'on fait abstraction des genres sudaméricains très discutés.

Le terme supérieur, fluvio-marin, atteint près de 300 m d'épaisseur. Les couches marines qui s'y trouvent intercalées ne laissent aucun doute sur son âge oligocène [403]. Elles renferment en effet des formes voisines de *Tellina Nysti* et de *Psammobia stampinensis*, ainsi que *Natica crassatina*. On y a recueilli des restes de Poissons (*Aetobatis*), de Chéloniens (*Pelomedusa*, *Podocnemis*, *Stereocnemis*), de Crocodiliens (*Tomistoma*, *Crocodilus*), et c'est à la base de ces couches que se trouvent les restes innombrables de Mammifères terrestres, qui ont attiré l'attention des paléontologistes du monde entier. Ils se répartissent de la manière suivante [401, 402] : Rongeurs (*Phiomys*, *Metaphiomys*); Insectivores (*Metoldobotes*); Chiroptères (*Vampyravus*); Créodontes (*Hyænodon*, *Pterodon*, *Apterodon*, *Ptolemaia*, *Sinopa*); Hyracoïdés (*Megalohyrax*, *Saghatherium*, *Pachyhyrax*, *Mixohyrax*, *Bunohyrax*, *Geniohyus*); Proboscidiens (*Mœritherium*, *Palæomastodon* (fig. 428), *Tetrabelodon*); Barypodes (*Arsinoitherium*, fig. 429); Artiodactyles (*Ancodon*, *Rhagatherium*); Simiens (*Mœropithecus*, *Parapithecus*, *Propliopithecus*).

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Dans cette faune tout à fait singulière il y a lieu de remarquer tout d'abord la présence de quelques types européens ou nordaméricains. Les Rongeurs se rapprochent beaucoup, d'après Schlosser [402], de *Theridomys* et de *Trechomys*. Parmi les Créodontes se trouvent un *Hyænodon* et un *Pterodon* de grande taille, et *Apterodon macrognathus* diffère fort peu de *Dasyurodon flonheimensis*, du Rupélien de Flonheim. Parmi les Artiodactyles, *Ancodon Gorringei* est extrêmement voisin de *Brachyodus Cluai*, du Sannoisien de Catalogne, et le genre *Rhagatherium* est représenté par une espèce peu éloignée de *Rhagatherium frohnstettense*, du Sidérolithique suisse. Ces comparaisons confirment, d'après Depéret [403], l'attribution des couches fluvio-marines du Fayoum à l'Oligocène, à quoi conduisaient l'étude des Mollusques marins et la stratigraphie.

A côté de ces éléments européens et américains se trouvent des types tout à fait spéciaux : dans les couches moyennes, le genre *Barytherium*, et, dans les couches supérieures, l'extraordinaire genre *Arsinoitherium* (fig. 429), avec ses formidables protubérances nasales et un tarse qui rappelle celui des Amblypodes.

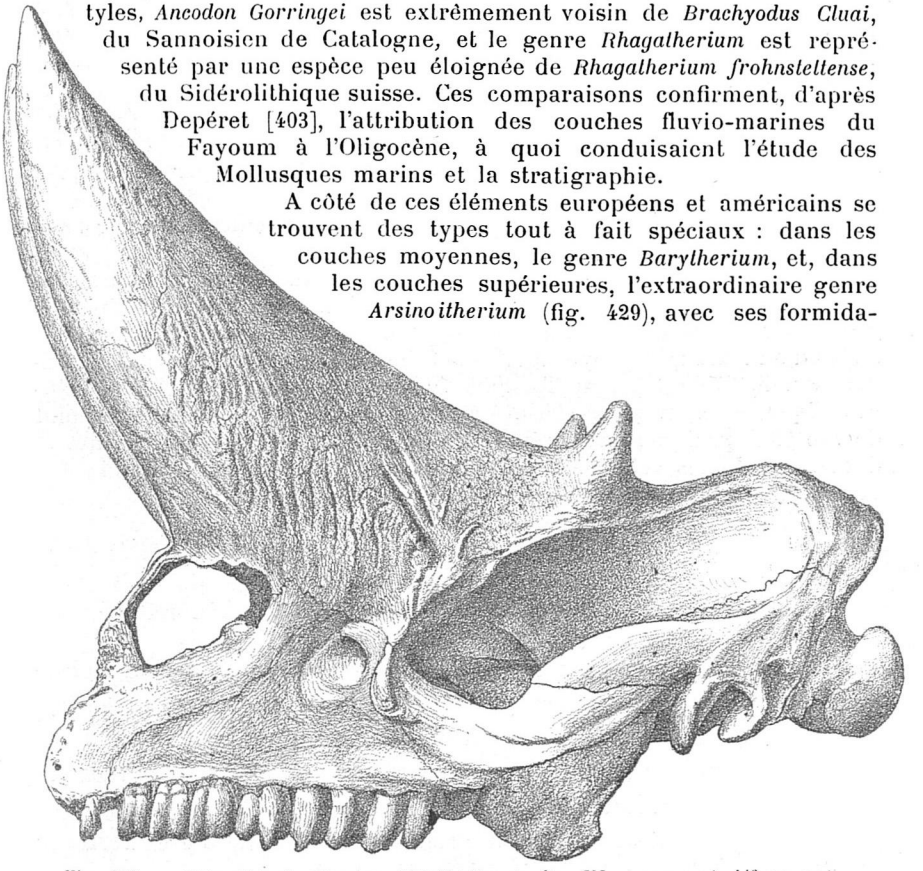


Fig. 429. — Tête d'*Arsinoitherium Zitteli* (d'après Ch. W. Andrews), 1/6 gr. nat.
Tongrien fluvio-marin ; Fayoum, Égypte.

Enfin, les Proboscidiens et les Simiens constituent en quelque sorte l'élément néogène de la faune, car ces deux divisions n'apparaissent en Europe qu'au Burdigalien et elles étaient considérées, avant la découverte de la faune du Fayoum, comme cryptogènes. *Palæomastodon* est envisagé comme l'ancêtre direct des Mastodontes néogènes et les trois genres de Singes découverts par Max Schlosser [402] sont, d'après ce paléontologiste, des précurseurs des Singes de l'Ancien Monde. L'un d'eux, *Propliopithecus*, est même un Anthropomorphe, ancêtre direct de *Pliopithecus* et probablement, ajoute Schlosser, des « Hominides ». De plus, *Parapithecus* relierait

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

les Singes supérieurs aux Anaptomorphes, c'est-à-dire aux Prosimiens de l'Éocène.

Quant aux Hyracoïdés, ils sont généralement envisagés comme un sous-ordre exclusivement africain. Mais on a vu plus haut que Fl. Ameghino leur attribue certains genres de Patagonie. Si cette assimilation se vérifie et si, comme le prétend Fl. Ameghino, les *Carolozitteliidæ* et les *Pyrotheridæ* sont réellement des Proboscidiens, on serait en droit de conclure à une communication directe entre l'Amérique du Sud et l'Afrique, au moins au début de l'époque Nummulitique.

Birmanie. — Les seuls restes de Mammifères antérieurs au Néogène que l'on ait signalés en Asie proviennent de couches pétrolifères, les grès de Prome, en Birmanie, superposés aux couches marines dont il a été question plus haut (p. 1512). Ce sont des molaires attribuées par Nœtling au genre *Anoplotherium*, associées à des dents de Crocodiliens et de Sélaciens et à des Mollusques qui ne fournissent aucun renseignement précis sur l'âge des couches.

Australie. — Jusque dans ces dernières années, on ne connaissait aucun Mammifère australien antérieur au Quaternaire, mais Baldwin Spencer [493 *bis*] a décrit récemment, sous le nom de *Wynyardia bassiana*, des restes d'un Marsupial provenant des couches à Turritelles, éocènes ou oligocènes, de Table Cape, en Tasmanie. Outre son grand intérêt paléogéographique, ce nouveau genre présente une importance capitale au point de vue phylogénique, car il réunit les caractères des Polyprotodontes et des Diprotodontes actuels. Il possède en outre une cavité cérébrale plus volumineuse que celle des Marsupiaux récents, qui, pour cette raison, sont envisagés par Spencer comme des animaux dégénérés.

3° RÉSULTATS GÉNÉRAUX.

Résultats paléogéographiques. — Si paradoxal que cela puisse paraître à première vue, on est obligé de constater que les résultats paléogéographiques qui ressortent de la distribution des dépôts nummulitiques sont moins précis que ceux qui découlent de l'étude du Jurassique et du Crétacé. La plupart des données acquises sur l'extension des continents pendant la première moitié de l'ère Tertiaire résultent en effet plutôt de l'étude paléontologique des faunes continentales que de la reconstitution des anciens rivages.

La persistance d'un continent Nordatlantique englobant à la fois l'Europe occidentale et l'Amérique du Nord peut être déduite de l'existence de nombreux éléments communs aux faunes de Mammifères des deux pays. Des données nombreuses permettent d'affirmer, comme il a été dit précédemment (p. 1553), que les deux moitiés du continent Nordatlantique devaient communiquer facilement entre elles au début de l'époque Éonummulitique, puis, après une interruption des communications à l'époque Mésonummulitique, de nouveau à l'époque Néonummulitique.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

On pourrait supposer que les fréquents échanges de faunes entre l'Europe et l'Amérique avaient lieu par la voie asiatique, mais on verra plus loin que, précisément aux époques où se produisaient ces échanges, un bras de mer séparait complètement l'Europe de l'Asie.

Il n'est pas probable non plus que la communication se soit effectuée par les régions polaires, car la mer du Nord et le bassin Anglo-Parisien constituaient, au moins au début et à la fin de la période Nummulitique, un golfe de l'océan Arctique, par lequel des eaux froides s'introduisaient au cœur de l'Europe (fig. 430). Le bouclier Scandinave était donc forcément séparé par un bras de mer du Grœnland et de l'Amérique arctique.

Il est infiniment plus vraisemblable que les noyaux anciens de l'Europe occidentale — Écosse, Irlande, Cornouailles, Armorique, Plateau Central, Meseta Ibérique — qui, temporairement, constituaient un archipel, étaient, à d'autres moments et notamment au début de la période, réunis par une large bande de terre ferme aux régions côtières de l'Est de l'Amérique septentrionale. Cette hypothèse est fortement confirmée par les affinités étroites qui existent entre les faunes mésonummulitiques des rivages atlantiques des États-Unis et celles du bassin Anglo-Parisien (p. 1523) et qui ne peuvent s'expliquer que si l'on suppose qu'une côte continue réunissait les deux régions, au travers de l'Atlantique actuel, permettant aux espèces néritiques de se propager (fig. 431).

Le continent Sino-Sibérien, déjà région stable de l'écorce terrestre au cours de l'ère Secondaire, n'a subi à l'époque Nummulitique aucun morcellement, aucune ingression marine, du moins les dépôts marins se trouvent-ils localisés exclusivement sur sa périphérie (versant est de l'Oural, Turkestan, Tibet, Japon).

Nous ne savons malheureusement presque rien sur l'histoire des faunes terrestres qui habitaient ce continent. Stehlin suppose [388] que c'est là que s'étaient développés les Artiodactyles, qui apparaissent brusquement en Europe, par immigrations successives, au début du Lutétien et au début du Ludien. Or il se trouve que le seul Mammifère de l'époque Nummulitique que l'on connaisse en Asie appartient au genre *Anoplotherium*, c'est-à-dire précisément aux Artiodactyles.

Le continent Africano-Brésilien existait très probablement encore au début de l'époque Nummulitique. Dans l'hypothèse contraire, on ne comprendrait ni la présence d'éléments africains, tels que les Oryctéropidés et les Hyracoïdés dans les plus anciennes faunes

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

tertiaires de Patagonie, ni les liens qui, malgré toutes les réserves que l'on peut faire à ce sujet, unissent les *Carolozittelidæ* et les *Pyrotheridæ* aux Proboscidiens du Fayoum. On sait d'ailleurs que les flores et les faunes actuelles de l'Afrique et de Madagascar accusent d'étranges affinités avec celles de l'Amérique du Sud (p. 57).

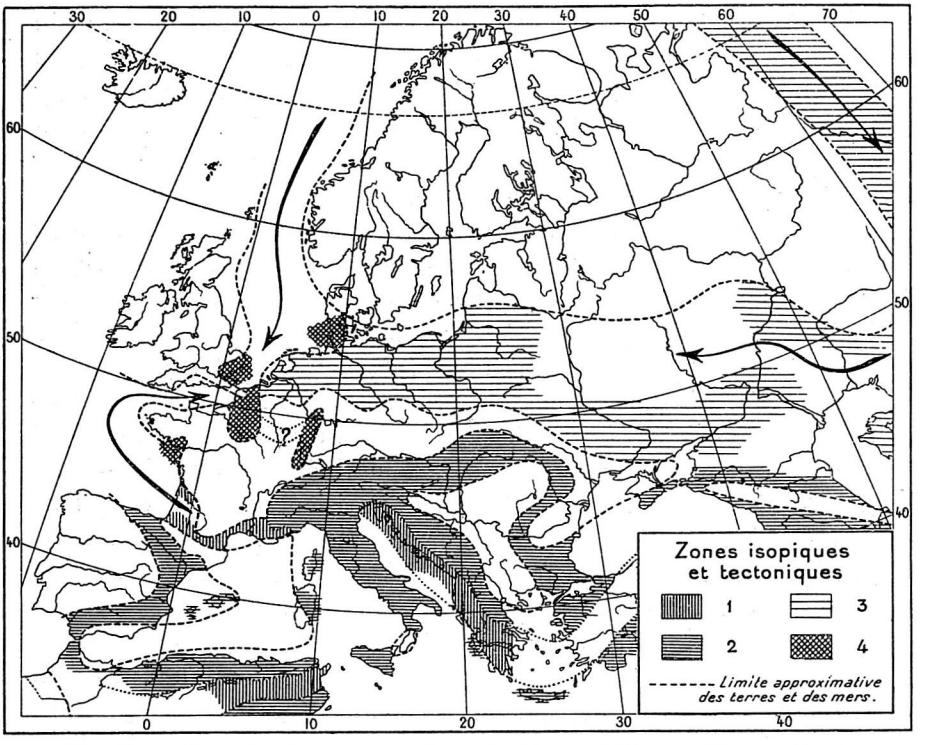


Fig. 430. — Zones isopiques et tectoniques de l'Europe à l'époque Nummulitique.

1, zone des mouvements postlutétiens ou pyrénéens : Néocrétacé et Éonummulitique concordants; 2, zones des mouvements antélutétiens (1re phase des plissements alpins) : transgression mésonummulitique; 3, géosynclinal posthume, avec Tongrien transgressif; 4, aires d'ennoyage. Les flèches indiquent le sens des migrations des faunes marines.

On peut encore invoquer en faveur de cette ancienne jonction un argument d'une tout autre nature. On a vu plus haut (p. 1525) que les faunes mésonummulitiques et néonummulitiques des Antilles renfermaient de nombreux éléments méditerranéens qui n'ont pu se propager d'une région à l'autre que le long d'une côte continue ou d'une traînée d'îles très rapprochées. Or cette migration n'a pu avoir lieu sur le bord méridional du continent Nordatlantique, qui était habité par une faune tempérée sans Nummulites et sans Zoanthaires constructeurs de récifs; elle n'a pu s'effectuer que plus au sud, le

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

long d'un rivage réchauffé par un courant équatorial, et ce rivage ne pouvait dès lors être que la côte septentrionale du continent Africano-Brésilien.

Nous ne possédons aucune donnée géologique sur les relations de l'Inde péninsulaire et de Madagascar à l'époque Nummulitique, mais les affinités zoologiques des deux pays et les caractères de la faune malacologique actuelle des Seychelles autorisent à penser que les deux débris du CONTINENT AUSTRALO-INDO-MALGACHE étaient encore reliés par une terre ou tout au moins par un chapelet d'îles. Par contre, l'Australie semble avoir été déjà séparée du reste du monde, car les Mammifères monodelphes n'y ont certainement pas pénétré et l'on sait que les Marsupiaux y étaient déjà représentés (p. 1558).

Il n'y a plus de raisons d'admettre l'existence, à l'époque Nummulitique, d'un grand CONTINENT PACIFIQUE, car c'est justement sur l'apparition brusque des Mammifères monodelphes au début de la période que Huxley s'était basé pour imaginer le continent hypothétique, où ces animaux auraient vécu pendant l'ère Mésozoïque, déjà différenciés en plusieurs ordres, pour ensuite envahir l'Amérique et les autres pays. On a vu que leur introduction s'est effectuée simultanément dans l'Amérique du Nord et dans l'Amérique du Sud.

La rareté des formations bathyales dans le Nummulitique rend difficile la reconstitution des géosynclinaux; cependant il existe, dans certaines régions où les terrains tertiaires sont plissés, comme par exemple dans les Alpes occidentales, des accumulations de sédiments déposés dans des eaux relativement profondes, qui atteignent de très grandes épaisseurs et qui n'ont pu prendre naissance que dans des géosynclinaux. Si l'on fait abstraction des dépôts qui correspondent à des transgressions ou à des ingressions affectant les aires continentales, on constate que la distribution géographique des terrains nummulitiques coïncide avec celle des formations bathyales des temps secondaires, c'est-à-dire avec les géosynclinaux.

On est ainsi conduit à admettre l'existence d'un large bras de mer séparant le continent Nordatlantique du continent Africano-Brésilien et le continent Sino-Sibérien du continent Indo-Malgache et du continent Australien et correspondant par conséquent à la *Tethys* des temps secondaires. On peut en prolonger le tracé vers l'ouest jusqu'aux Antilles.

Le continent Nordatlantique était séparé du continent Sino-Sibérien

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

au moins pendant la seconde moitié de la période, par un détroit assez large, orienté N.-S., situé à l'est de l'Oural, par lequel l'océan Arctique communiquait avec la Tethys. Un bras de mer, correspondant au détroit de Mozambique actuel, mais beaucoup plus large, séparait de même le continent Africano-Brésilien du continent Indo-Malgache. Il débordait à l'ouest et à l'est sur ces terres et y déposait des formations néritiques qui n'ont pas été davantage dérangées par des dislocations ultérieures que les couches néonummulitiques de la Sibérie occidentale.

Toute la zone sinueuse et fermée sur elle-même qui constituait pendant l'ère Secondaire le *géosynclinal circumpacifique* semble avoir été exondée au début de la période, tandis que plus tard il s'y accumulait de grandes épaisseurs de sédiments, généralement déposés dans des eaux peu profondes, voire dans des lagunes où des couches de lignites prenaient naissance. Il est probable que les grandes fosses du pourtour du Pacifique, qui, à l'époque actuelle, indiquent la persistance du géosynclinal, avaient déjà commencé à se former au large de cette zone néritique.

Des raisons paléontologiques nous obligent à admettre une communication directe de la Tethys avec la branche orientale du géosynclinal circumpacifique par le Sud des États-Unis ou par le Mexique. Ainsi s'expliquerait la suppression de toute communication entre l'Amérique du Nord et l'Amérique du Sud dès le début de la période.

Provinces zoologiques et climats. — Les Ammonites et les Bélemnites qui, dans les terrains secondaires, constituaient un guide si précieux pour la définition des provinces zoologiques, ont disparu de la scène; nous sommes réduits maintenant, lorsque nous cherchons à synthétiser les données relatives à la distribution géographique des animaux marins, à nous baser sur les êtres dont les analogues, dans les mers actuelles, vivent sous la dépendance étroite de certaines conditions physiques, ou se trouvent cantonnés dans des régions bien définies.

En partant de ces données et en les comparant à celles que nous fournit la paléogéographie, nous sommes parfaitement en état d'affirmer l'existence, à l'époque Nummulitique, d'une province équatoriale.

Le grand géosynclinal méditerranéen qui, depuis les Antilles jusqu'aux îles de la Sonde, détermine l'emplacement futur des plissements néogènes, est jalonné sur toute sa longueur par des localités

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

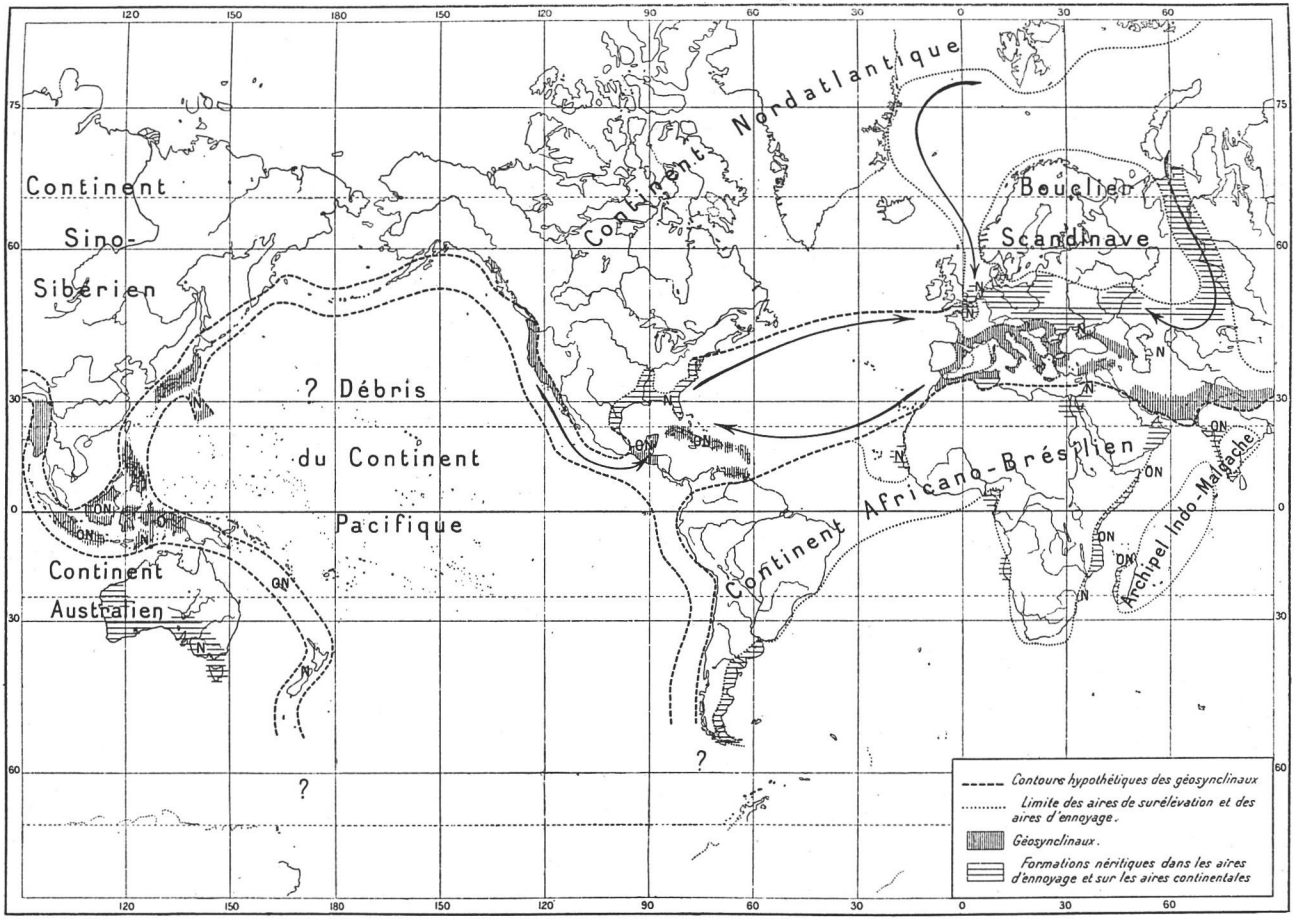


Fig. 431. — Carte paléogéographique de la Terre à l'époque Nummulitique.

Les flèches indiquent le sens des migrations des faunes marines.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

où abondent les fossiles caractéristiques de cette province (fig. 431). Sa profondeur, plus faible qu'aux époques précédentes, a grandement facilité la dispersion de ces organismes, qui n'est guère contrariée par l'existence de fosses profondes, constituant pour les faunes néritiques un obstacle infranchissable.

Ces éléments caractéristiques sont, parmi les Foraminifères, les Nummulites, pour toute la durée de la période; les Assilines, à l'époque Mésonummulitique; les *Orthophragmina*, jusqu'au Priabonien inclusivement; les *Lepidocyclina*, seulement à la fin de l'époque Néonummulitique; enfin, les Alvéolines, aux époques Éo- et Mésonummulitique. Les Zoanthaires constructeurs de récifs sont, dans l'état actuel de nos connaissances, exclusivement cantonnés dans la Tethys. A ces Invertébrés inférieurs il faut ajouter de nombreux genres de Mollusques, qui, de nos jours, sont localisés dans la région indo-pacifique et qui, pour la plupart, sont caractérisés par la grande épaisseur de leur test.

H. Douvillé [XXXVIII, 5] a insisté puissamment sur la coïncidence parfaite que l'on constate entre la répartition des *Orthophragmina* et celle des Rudistes à l'époque Crétacée. Il y a cependant deux points où les *Orthophragmina* débordent au delà des limites de la Mésogée : 1° les rives du canal de Mozambique, dans l'Afrique orientale allemande et à Madagascar; 2° la Nouvelle-Calédonie. Les Nummulites, à l'exception des formes de grande taille, s'éloignent, aussi bien dans l'hémisphère Nord que dans l'hémisphère Sud, davantage de l'équateur que les *Orthophragmina*; il importe donc de préciser les limites extrêmes de leur répartition.

Dans le bassin de Paris, elles font leur apparition, avec *Nummulites elegans-planulatus*, au début du Cuisien, en même temps que les Alvéolines et d'autres éléments caractéristiques de la faune méditerranéenne, tels que *Velates Schmiedelianus*. Au début du Lutétien, *Nummulites lævigatus-Lamarcki* envahit le bassin Anglo-Parisien et pullule à tel point que des bancs épais en sont entièrement formés. En même temps, les éléments indo-pacifiques, tels que *Vulsella*, *Spondylus*, *Corbis*, *Coralliophaga*, *Cypricardia*, *Gastrochæna*, qui n'avaient joué qu'un rôle effacé à l'époque Éonummulitique, deviennent prépondérants. Les grands *Campanile* atteignent le maximum de leur développement. La présence, dans le Calcaire Grossier moyen, d'espèces caractéristiques du Lutétien méditerranéen, comme *Cerithium Benechi* et *Corbis pectunculus*, montre que, malgré l'absence des grosses Nummulites (*Nummulites millecaput* et *aturicus*), la communication continuait d'exister avec le bassin méditerranéen.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Comme le détroit Morvano-Vosgien et celui du Poitou étaient fermés, elle ne pouvait se faire que par la Manche. Les éléments méditerranéens qui pénétraient par cette voie dans le bassin Anglo-Parisien ne devaient désormais pas rencontrer des conditions de température et de salure très favorables, car les Nummulites ne sont plus représentées que par des espèces de très petite taille : *Nummulites variolarius-Heberti*, à l'Auversien; *N. Prestwichi*, au Bartonien; *N. Bezançoni*, au Rupélien.

La limite septentrionale qu'atteignent en Europe les Nummulites est marquée par deux sondages, situés à peu près sur le 53e parallèle. L'un se trouve en Hollande et a fourni des *Nummulites Lamarcki* remaniées; l'autre se trouve aux environs de Brême et a fourni *Nummulites scaber*. Les deux espèces sont mésonummulitiques.

En Asie, les Nummulites ne s'élèvent pas au nord du 42e parallèle. Abich en a signalé dans l'Oust-Ourt, dont les déterminations auraient besoin d'être revues.

Dans le géosynclinal circumpacifique, on a indiqué la présence de Nummulites dans les Philippines et au Japon, mais il est possible que l'on ait en réalité affaire à des Lépidocyclines. Par contre, la présence de nombreuses Nummulites dans les îles Bonin, où elles ont été identifiées à deux espèces de Java, n'est pas douteuse.

Sur le bord pacifique des États-Unis on ne connaît, dans les dépôts nummulitiques, ni Nummulites, ni Alvéolines, ni *Orthophragmina*.

Dans l'hémisphère Sud, on a rencontré des Nummulites en Australie et en Nouvelle-Zélande, mais on ne saurait se fier aux déterminations spécifiques qui en ont été données.

Les faunes nummulitiques de la côte atlantique de l'Afrique sont encore trop mal connues pour servir de base à des considérations relatives aux anciennes provinces zoologiques.

Les limites extrêmes atteintes par les courants équatoriaux étant ainsi précisées, nous devons maintenant rechercher les indices de l'existence d'une PROVINCE BORÉALE, au nord de la zone tropicale.

Presque dès le début de la période, au Thanétien, nous avons des preuves multiples de l'arrivée d'eaux relativement froides jusque dans le centre de l'Europe. Nous avons insisté déjà (p. 1426) sur la présence d'éléments boréaux dans la faune des Thanet sands et des sables de Bracheux et nous avons cité, d'après Max Semper [404], les genres *Astarte*, *Axinus*, *Cyprina*, *Dosiniopsis*, *Cyrtodaria*, *Thracia*, qui, de nos jours, vivent principalement dans les mers froides de l'hémisphère Nord. Ils sont associés, dans les faunes thanétiennes,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

à un grand nombre d'espèces ubiquistes ou vivant dans les mers des régions tempérées et la proportion d'espèces indo-pacifiques est très faible. On constate également l'absence totale des Nummulites, des Alvéolines, des Zoanthaires à polypiers composés, caractéristiques de la province équatoriale. Cette absence d'éléments tropicaux s'explique d'ailleurs aisément si l'on se souvient que le bassin Anglo-Parisien était dépourvu de toute communication avec les régions méditerranéennes de l'Europe. Il constituait un golfe, ouvert au nord sur les mers arctiques, et l'on peut affirmer que sa faune est originaire de ces mers, quoique l'on ne connaisse encore aucun dépôt sur les rivages de l'océan Arctique.

Au Londinien nous retrouvons la plupart des éléments boréaux du Thanétien, notamment dans le London clay, déposé à une profondeur assez considérable pour que les courants venant du nord aient pu refroidir le fond, tandis que les eaux de surface étaient réchauffées par des courants venant du sud. En effet, nous voyons apparaître dans les sables de Cuise, qui sont une formation essentiellement néritique, non seulement les Nummulites et les Alvéolines, mais encore des genres indo-pacifiques et *Velates Schmiedelianus*.

La persistance de communications avec les mers arctiques est démontrée par la découverte, sur la côte est du Grœnland, de dépôts renfermant plusieurs espèces londiniennes et notamment *Cyrena Gravesi*, des sables de Cuise.

Pendant toute la durée de la période Mésonummulitique, les courants chauds introduisaient dans le bassin Anglo-Parisien, par la trouée de la Manche, une faune dont la plupart des espèces semblent être d'origine méditerranéenne. Les éléments arctiques ne se trouvent plus qu'en proportion infime, mais ils n'ont pas entièrement disparu. C'est ainsi que l'on rencontre encore, tant en Angleterre et en Belgique que dans le bassin de Paris, quelques représentants des genres *Astarte*, *Axinus*, *Thracia*. De plus, il y a lieu de signaler, dans le Calcaire Grossier, la présence de spicules d'Holothuries, décrits par Ch. Schlumberger, dont certains sont presque identiques à ceux d'espèces actuelles des mers polaires appartenant aux genres *Myriotrochus* et *Chirodota*. On est donc en droit d'admettre que la communication du bassin Anglo-Parisien avec les mers arctiques n'a pas cessé d'exister à l'époque Mésonummulitique.

Au début de l'époque Néonummulitique de nouvelles communications s'établissent vers l'océan Arctique, c'est à ce moment que prend naissance un large bras de mer, qui s'étend au travers de toute l'Europe, depuis le Sud de l'Angleterre, par la Belgique, l'Allemagne

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

du Nord et la Russie méridionale, jusque dans les provinces transcaspiennes. En même temps cette dernière région entre en communication avec les mers boréales par le chenal qui s'est formé dans la Sibérie orientale, au pied de l'Oural. Comme vraisemblablement la jonction avec l'océan Arctique par la mer du Nord n'a pas cessé d'exister, les courants polaires ont atteint sans difficulté les mers de l'Europe centrale et, de plus, ils ont eu accès à la grande dépression méditerranéenne.

Conformément à ces nouvelles conditions géographiques, les éléments arctiques deviennent prépondérants dans les faunes oligocènes bathyales de la Belgique et de l'Allemagne du Nord ; les éléments indo-pacifiques sont, par contre, réduits à un petit nombre de genres. Les Nummulites ne sont représentées que par une espèce rare et de petite taille (*Nummulites germanicus*). Le bassin de Paris, dont les eaux étaient beaucoup moins profondes, continue toutefois à communiquer avec les régions méditerranéennes, comme l'indique la présence, dans les sables de Pierrefitte, de *Venus Aglauræ* et de *Cerithium Charpentieri*.

L'action des courants boréaux se fait même sentir dans les régions méditerranéennes. Les Nummulites sont moins abondantes et les espèces de grande taille ont entièrement disparu, de même que les Assilines et les Alvéolines. Les *Orthophragmina* s'éteignent brusquement avant le début de la période Néonummulitique, au moment même où le refroidissement se produit [XXXVIII, 391]. Les *Lepidocyclina* ne font leur apparition qu'au Chattien, alors que les communications avec les mers arctiques sont devenues plus difficiles et que la température des eaux a pu se relever dans le bassin méditerranéen.

L'absence totale des Nummulites, des Alvéolines et, à plus forte raison, des *Orthophragmina*, sur le bord atlantique et sur le bord pacifique de l'Amérique du Nord, montre que les courants boréaux devaient se faire sentir dans ces régions pendant toute la durée de la période Nummulitique. En ce qui concerne le bord pacifique, on ne peut s'empêcher de rapprocher ce résultat de celui auquel nous a conduits la répartition des Aucelles et de certains genres de Céphalopodes à la fin de la période Jurassique et au début de la période Crétacée. La présence des *Aucella*, des *Cylindroteuthis*, des *Virgatites*, des *Polyptychites*, des *Simbirskites* dans la Colombie Britannique, en Californie et jusqu'au Mexique ne peut s'expliquer que par des courants d'origine boréale, qui venaient refroidir le géosynclinal circumpacifique à l'ouest du bouclier Canadien. Il est infiniment pro-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

bable que l'absence des grands Foraminifères au Nummulitique, dans les mêmes régions, doit s'expliquer de la même manière.

Une étude comparative approfondie des Mollusques éocènes et oligocènes de la Californie, du bord atlantique de l'Amérique du Nord et de l'Europe occidentale conduirait assurément à des résultats du plus haut intérêt. Malheureusement elle est rendue extrêmement difficile par les tendances actuelles de la Conchyliologie, qui font surtout ressortir les différences des faunes, au lieu de mettre en évidence les affinités. Dans tous les cas, la présence de *Venericardia planicosta* (fig. 423), dans la faune lutétienne des trois régions, indique des communications relativement faciles le long d'une côte plus ou moins continue, où un courant froid entretenait des conditions physiques défavorables à l'introduction d'éléments tropicaux.

L'ignorance absolue dans laquelle nous nous trouvons au sujet des faunes nummulitiques des régions antarctiques ne nous permet pas de conclure autrement que par analogie à l'existence d'une PROVINCE AUSTRALE, où feraient défaut les gros Foraminifères à sécrétion calcaire abondante.

En résumé, la province boréale se distingue principalement de la province équatoriale par des caractères négatifs. Nous ne connaissons nulle part de série complète, où les influences arctiques se fassent sentir à tous les niveaux du Nummulitique. Le bassin Anglo-Parisien, en particulier, est alternativement soumis à l'action des courants froids et des courants chauds, exactement comme à l'époque Jurassique. Il s'agit maintenant d'examiner si ces variations dans la température des eaux ont eu leur contre-coup dans le climat des terres environnantes. La comparaison des flores successives de l'époque avec les flores actuelles va nous donner la réponse à cette question.

On se souvient que les flores éonummulitiques du bassin Anglo-Parisien (Gelinden, Sézanne, Belleu, Sheppey, etc.) accusent un mélange de familles des régions tempérées et des régions subtropicales. Les flores mésonummulitiques (Alum Bay, environs de Paris, Anjou, etc.), par contre, présentent un caractère tropical beaucoup plus accentué. Les flores néonummulitiques (Ronzon, Saxe, Samland, Styrie, Aix, etc.), enfin, paraissent témoigner de nouveau d'un léger abaissement de température, car les familles des régions tempérées se mêlent de nouveau, dans une assez forte proportion, aux familles subtropicales. Comme on pouvait s'y attendre, le climat de la terre ferme semble donc subir des variations placées sous la dépendance directe de la température des courants qui baignent les

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

côtes. Mais cette action des courants ne se fait plus sentir à une certaine distance du littoral, c'est ainsi que les Mollusques terrestres éonummulitiques de Hongrie possèdent, d'après Oppenheim, des affinités beaucoup plus accentuées avec la faune tropicale actuelle que ceux du bassin de Paris et de la France méridionale.

Les flores des régions arctiques nous renseigneront certainement un jour sur la température qui régnait à l'époque Nummulitique au voisinage des pôles, malheureusement nous n'en connaissons que de faibles vestiges et leur âge ne peut être déterminé d'une manière précise. Nous préférons, avec Oswald Heer, attribuer au début de la période Néogène les riches flores du Grœnland et du Spitzberg, au lieu de les vieillir et de les classer dans le Nummulitique, comme faisait G. de Saporta.

Jusqu'ici nous ne possédons aucune preuve de l'existence de glaciers à l'époque Nummulitique. Plusieurs auteurs, en particulier Renevier [XXXVIII, 30], ont voulu assimiler les blocs exotiques du Flysch des Alpes occidentales à des blocs transportés par des glaces flottantes, mais il semble difficile de ne pas attribuer aux plus volumineux d'entre eux une origine tectonique.

Mouvements orogéniques et épirogéniques. — Plus encore que l'époque Crétacée, l'époque Nummulitique doit être envisagée comme une ère de diastrophisme intense.

Les mouvements orogéniques, dont les géosynclinaux mésozoïques continuent à être le théâtre, conduisent cette fois-ci à la formation de véritables chaînes de montagnes, au sens géographique du terme. Ils se décomposent en trois phases successives, dont chacune a eu pour siège des zones isopiques différentes.

La 1re phase a débuté aussitôt après le Maestrichtien et a pris fin au plus tard avant le début du Lutétien. Elle se manifeste par une lacune dans la série sédimentaire, qui comprend le Danien et tout le groupe Éonummulitique, à l'exception quelquefois du Cuisien; il est donc impossible d'assigner un âge précis aux mouvements de cette phase; nous les appellerons *mouvements antélutétiens*. Dans les régions où se trouvent localisés ces mouvements, on observe quelquefois une série absolument continue de sédiments, qui va en général du Trias inférieur au Maestrichtien, comme c'est le cas par exemple dans la zone dauphinoise des Alpes occidentales, c'est-à-dire dans l'un des multiples géosynclinaux (p. 1125) qui constituent la bande sur l'emplacement de laquelle s'est édifiée plus tard la chaîne des Alpes. Ailleurs, des lacunes existent dans la série sous-jacente,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

témoignant de mouvements orogéniques pendant la durée de la période Crétacée, et cette condition se trouve réalisée dans la zone externe des Alpes occidentales et dans les Alpes orientales (p. 1371). Le Lutétien est souvent discordant sur l'un des termes du Crétacé et il peut même reposer directement soit sur le Jurassique, comme par exemple dans l'Ubaye, soit sur le Trias, soit même sur le Paléozoïque, comme à Guttaring, en Carinthie. D'autres fois il repose en concordance, pour cette raison, sur l'un de ces termes; c'est ainsi que, dans les Alpes calcaires de Savoie, la délimitation du Sénonien et du Nummulitique est souvent malaisée.

La transgression mésonummulitique ne s'est pas produite partout au même moment; la série transgressive peut débuter soit par le Lutétien inférieur, soit par le Lutétien moyen, soit par l'Auversien, soit même par le Priabonien (p. 1469, fig. 414).

Les mouvements antélutétiens se sont manifestés dans toute l'étendue de la chaîne des Alpes et, dans toute cette vaste région, on ne peut mentionner aucun point, sauf dans les Alpes Dinariques, où les couches de passage entre le Crétacé et le Nummulitique soient représentées. La lacune à la base de la série tertiaire est tout à fait générale.

La même lacune existe dans la zone externe des Karpates, dans les Balkans, dans la Dobrogea, probablement aussi en Crimée et au Caucase.

Dans le Vicentin, elle est moins étendue et ne comprend que le Danien, le Montien et le Thanétien. En Hongrie, le groupe Éonummulitique est représenté, mais sous la forme de couches lacustres ou lagunaires.

Dans les pays de l'Atlas, les mouvements antélutétiens se manifestent dans une zone septentrionale (le Tell), où le Danien n'est pas représenté et où les termes successifs du groupe Mésonummulitique sont transgressifs, et dans une zone beaucoup plus méridionale, où le groupe Éonummulitique fait de nouveau défaut, le Lutétien reposant en discordance sur les divers termes du Crétacé ou même sur le Trias.

La transgression lutétienne est tout à fait générale dans le Sud de l'Espagne et on la retrouve aux Baléares et en Corse.

Aucune trace du Danien et du groupe Éonummulitique n'a été rencontrée ni en Asie Mineure, ni en Transcaucasie, ni en Perse, où la série Nummulitique paraît toujours débuter par le Lutétien. Par contre, au Béloutchistan et dans l'Inde occidentale, la lacune s'étend seulement au Montien et au Thanétien, car les couches de Ranikot semblent correspondre au Cuisien.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le Lutétien, soit marin, soit constitué par des couches à lignites, est encore transgressif dans l'archipel Malais, en Nouvelle-Calédonie et probablement aussi en Nouvelle-Zélande.

En Californie, c'est tantôt le Londinien (couches de Martinez), tantôt le Lutétien (couches de Tejon) qui repose sur le Crétacé, inférieur ou supérieur.

On voit par cet aperçu que les mouvements antélutétiens se retrouvent partout sur l'emplacement des géosynclinaux mésozoïques, c'est-à-dire dans une zone qui sera, à l'époque Néogène, le siège des mouvements alpins.

Il convient cependant d'ajouter que la transgression lutétienne paraît s'être fait sentir également sur les bords du canal de Mozambique, où l'on ne connaît jusqu'ici aucune trace de dépôts éonummulitiques. C'est là une raison nouvelle d'assimiler ce détroit à un géosynclinal arrêté dans son développement normal.

On constate de même que, dans le chenal de la Sibérie occidentale, qui est parallèle à la chaîne de l'Oural et qui a été interprété comme un géosynclinal posthume, la série tertiaire débute par des couches que l'on est en droit d'attribuer au groupe Mésonummulitique.

La 2me phase de mouvements orogéniques est localisée dans une zone différente de celle qui est affectée par la 1re et les phénomènes de plissement commencent à s'y manifester peu après le moment où ils cessent de se faire sentir dans la zone alpine. Ils ne prennent fin qu'immédiatement avant la transgression qui marque le début du Tongrien. Nous les appellerons *mouvements postlutétiens*, ils sont généralement connus sous la dénomination de *mouvements pyrénéens*, car c'est à eux que cette chaîne doit sa surrection.

On sait que, dans les Pyrénées, le Maestrichtien est souvent transgressif, mais qu'il supporte toujours en concordance le Danien, le Montien, le Thanétien et souvent encore le Londinien et le Lutétien. Ces termes sont entièrement marins dans les Basses Pyrénées, en grande partie lacustres dans l'est de la chaîne, tandis que dans les Petites Pyrénées de la Haute-Garonne les formations d'eau douce sont cantonnées dans le Danien et le Montien (Garumnien). Le Lutétien inférieur est représenté d'une manière constante par des couches marines à Nummulites, qui sont transgressives en certains points. Mais elles font place aussitôt à des formations lacustres, qui indiquent une tendance à l'exondation. La partie centrale de la chaîne se soulève en effet et les cours d'eau qui en descendent déposent au nord et au sud d'immenses nappes de cailloutis connus sous le nom de poudingues de Palassou, sur le versant nord, de pou-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

dingues du Montserrat, sur le versant sud. Mais, tandis que la partie centrale et l'est de la chaîne s'exhaussent, il se forme dans l'ouest, en avant de la chaîne et parallèlement à son axe, une fosse profonde, la fosse aturienne, où s'accumulent, aux époques Auversienne et Priabonienne, des formations bathyales [405].

Les poudingues sous-pyrénéens ont continué à se former jusqu'à la fin de l'époque Mésonummulitique, tandis que la chaîne continuait à se soulever. A l'époque Tongrienne, les mouvements orogéniques se sont étendus également à la région occupée par les poudingues et ceux-ci ont été eux-mêmes plissés et redressés [372]. En même temps, la compression de la région centrale a atteint une telle intensité qu'il s'est produit d'abord des chevauchements, puis d'immenses charriages vers le nord, qui ont donné lieu à la formation de quatre nappes superposées et qui ont amené, sur de grandes surfaces, les terrains primaires en superposition sur les terrains secondaires [XXXVIII, 56]. Sur le bord de la chaîne, l'une des nappes a même débordé sur les poudingues de Palassou, qui, par exemple à Betchat, sont recouverts par du Trias.

Puisque les mollasses déposées au pied des Pyrénées au début du Néogène sont restées sensiblement horizontales et qu'elles reposent en discordance sur les poudingues de Palassou, on peut fixer à la fin de la période Néonummulitique les derniers mouvements pyrénéens.

La zone tectonique des Pyrénées se poursuit, après une interruption momentanée, due à un ennoyage sous le golfe du Lyon, dans la Basse-Provence, qui a été, elle aussi, le théâtre de grandioses phénomènes de charriage, classiques depuis les travaux de Marcel Bertrand [406].

Ici aussi, au moins dans le bassin d'Aix, le passage du Néocrétacé à l'Éonummulitique est marqué par une série continue et concordante de formations d'eau douce, qui met bien en évidence l'absence de mouvements orogéniques à la limite des deux périodes.

On se souvient que, dans le bassin d'Aix, la série qui fait suite en concordance au Néocrétacé s'arrête au Lutétien supérieur et que l'Auversien et le Bartonien ne sont pas représentés. C'est donc, comme dans les Pyrénées, immédiatement après le Lutétien que commencent les mouvements orogéniques, mais ils semblent avoir pris fin dès le début de l'époque Néonummulitique, car, dans le bassin de Marseille comme dans le bassin d'Aix, la série discordante sur les couches secondaires plissées débute par le Sannoisien. Toutefois, plus à l'est, dans la région de Barjols, ce sont des couches plus récentes, d'âge aquitanien, qui s'étendent transgressivement sur

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

les terrains charriés et notamment sur la grande lame triasique sous laquelle s'enfonce, à Saint-Maximin, la chaîne de la Sainte-Victoire et qui se montre à l'est en continuité avec l'immense nappe de Cotignac et de Lorgues, charriée par-dessus les couches néocrétacées lacustres de l'ancienne ride mésocrétacée (p. 1247, fig. 372).

Le contre-coup des mouvements pyrénéens se fait sentir, au nord de la Basse-Provence, jusque dans les Basses-Alpes, où l'auteur a montré [407] l'existence, aux environs de Sisteron, d'anticlinaux et de synclinaux, dirigés W.S.W.-E.N.E., antérieurs au Tongrien, qui sont coupés par des plis beaucoup plus récents, orientés N.W.-S.E.

La présence des plissements alpins empêche de poursuivre les plis pyrénéens vers l'est, mais néanmoins nous retrouvons, en Istrie et en Dalmatie, la trace de mouvements orogéniques qui semblent être de même date. Là aussi, en effet, au moins dans une zone étroite, mais continue, le groupe Néocrétacé et le groupe Éonummulitique sont parfaitement concordants, et le passage entre les deux termes s'effectue par des couches d'eau douce, le Liburnien de Stache. Au-dessus du Lutétien marin, les couches de Promina, avec leurs intercalations de conglomérats, indiquent une tendance à l'exondation, due vraisemblablement à la formation de plis localisés dans la zone caractérisée par la présence du Liburnien.

J. Deprat [XXXVIII, 62] assimile aux mouvements pyrénéens la formation de ceux des plis du nord et du centre de l'île d'Eubée qui sont antérieurs à l'Aquitanien, c'est-à-dire au début de la période Néogène. Leur direction est à peu près N.W.-S.E. Au sud de la Méditerranée, nous rencontrons de nouveau des zones où le Crétacé et le Nummulitique sont parfaitement concordants, et où, conformément à ce qui a lieu dans les Pyrénées et dans la Basse-Provence, la série des termes supérieurs au Lutétien est incomplète. La 1re de ces deux zones correspond à la partie septentrionale des Hauts-Plateaux, la 2e est l'Atlas Saharien. L'une et l'autre ont été affectées de plissements postlutétiens, mais, en l'absence de dépôts datant du début de la période Néogène, leur âge ne peut être précisé davantage.

En Égypte, où la succession des dépôts néocrétacés nummulitiques est sensiblement la même que dans les deux zones de l'Atlas dont il vient d'être question, cette série est restée indemne de plissements, mais il s'est produit une exondation générale immédiatement après l'époque Mésonummulitique, que l'on peut envisager comme le contre-coup des mouvements orogéniques de la 2e phase.

La 3e phase de mouvements orogéniques est encore plus localisée

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

que la précédente. Elle se manifeste par la transgression du début de l'Oligocène. Celle-ci a pour théâtre une longue dépression parallèle aux plissements anciens, une sorte de géosynclinal posthume, où ne naîtra plus aucune chaîne de montagnes, la dépression de l'Allemagne du Nord et de la Russie méridionale. C'est simplement le rétablissement d'un état de choses qui existait dans la seconde moitié de la période Jurassique et à la fin de l'époque Crétacée.

Les MOUVEMENTS ÉPIROGÉNIQUES de l'époque Nummulitique sont loin de posséder l'ampleur des mouvements orogéniques. Ils sont étroitement localisés dans les aires d'ennoyage, par où les ingressions marines envahissent les aires continentales. Nous connaissons encore fort mal la succession des dépôts laissés par ces ingressions sur la côte occidentale de l'Afrique, sur le pourtour de l'Inde péninsulaire et sur le continent Australien, et nous ne possédons de données précises que sur le golfe du Mississipi, sur le bassin Anglo-Parisien et sur le bassin de l'Aquitaine.

Nous résumerons d'abord l'histoire des mouvements épirogéniques dans le bassin Anglo-Parisien, qui est certainement l'aire d'ennoyage dont l'étude tectonique a été la plus approfondie, grâce aux efforts d'Hébert, de Gustave-F. Dollfus, de Marcel Bertrand et surtout de Munier-Chalmas [4]. Les faits mis en évidence par ces auteurs s'expliquent aisément, si l'on invoque des alternances répétées de mouvements orogéniques, parallèles à la direction des anciens plis, et de mouvements épirogéniques perpendiculaires à cette direction. C'est à ces derniers qu'est due la formation même de l'aire d'ennoyage anglo-parisienne, qui date, comme on l'a vu précédemment, au moins de l'époque Jurassique.

Nous ne possédons encore que des notions insuffisantes sur les conditions dans lesquelles s'est opérée l'exondation du bassin de Paris à la fin de la période Crétacée et le retour, pour une durée très brève, de la mer montienne. Par contre, il est manifeste que l'arrivée de la mer thanétienne est une ingression, due à un mouvement épirogéniqne, car les limites occidentale et orientale du golfe coupent presque à angle droit la direction des plissements anciens, exactement comme font les rives de la mer du Nord actuelle. Le golfe sparnacien, en grande partie transformé en lagune, a des contours analogues.

A l'époque Cuisienne, des mouvements orogéniques entrent en jeu, qui semblent dus à une contraction agissant dans la direction N.-S. La limite méridionale de la cuvette recule jusqu'à Saint-Denis, la mer s'approfondit dans le Soissonnais et dans le bassin de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Londres et une ride prend naissance sur l'emplacement actuel de l'anticlinal du Bray. En même temps, un détroit par où pénétraient les courants chauds, se forme sur l'emplacement de la Manche, entre les Cornouailles et le massif Armoricain, par conséquent parallèlement à la direction des plis anciens. Ces mouvements coïncident avec les derniers mouvements antélutétiens de la zone alpine.

Au début du Lutétien, par suite d'un nouveau mouvement épirogénique, le golfe parisien s'étend derechef au sud de Paris et il s'approfondit suivant une ligne axiale N.-S. Puis, au Lutétien supérieur, la mer déborde à l'ouest et à l'est et perd en profondeur ce qu'elle gagne en étendue.

A l'Auversien, un mouvement orogénique fait de nouveau rejouer l'anticlinal du Bray, qui forme une ride émergée, battue par la mer et finalement à nouveau recouverte par les eaux. Les couches bartoniennes sont redressées dans la région de Montjavoult, puis en partie arasées par la mer ludienne, qui, grâce à un nouveau mouvement épirogénique, transgresse à l'ouest et à l'est au delà des rivages des époques précédentes.

A la fin du Ludien et au Sannoisien, c'est-à-dire à l'instant même où a lieu, dans l'Allemagne du Nord, la transgression lattorfienne, des rides se forment, parallèlement aux plissements, et font obstacle à la pénétration de la mer dans le bassin de Paris, qui, à ce moment, ne constitue plus qu'une vaste lagune.

A l'époque du Rupélien, d'importants mouvements épirogéniques permettent l'ingression de la mer, non seulement dans le bassin de Paris, mais encore, sous la forme lagunaire, dans la Limagne, et, sous la forme bathyale, dans la vallée du Rhin. Ces deux profondes entailles dans les aires de surélévation de la chaîne armoricaine-varisque ont manifestement commencé par être d'étroites aires d'ennoyage.

Au Chattien, toutes ces cuvettes ne sont plus que des lacs d'eau douce et la mer reste cantonnée dans la dépression de l'Allemagne du Nord.

L'étude des mouvements du bassin de l'Aquitaine est beaucoup moins avancée. On sait cependant, grâce aux travaux de Vasseur et surtout grâce à la synthèse qu'en a esquissée Henri Douvillé [405], que les oscillations du niveau de la mer y présentent une remarquable concordance avec celles dont le bassin de Paris a été le théâtre.

Le golfe du Mississipi était certainement une aire d'ennoyage, formée à l'endroit où les plis qui raccordent les Appalaches aux

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

monts Ozark subissent une profonde dépression. L'ingression débute, comme dans le bassin Anglo-Parisien, à l'époque Éonummulitique, représentée, il est vrai, par des couches à lignites, mais la principale invasion marine date du Lutétien. Ici l'on ne constate aucune trace de mouvements orogéniques, alternant avec les mouvements épirogéniques.

La succession des phénomènes tectoniques dans le bassin de Paris montre avec évidence que, contrairement à ce que pensaient certains auteurs, les mouvements orogéniques et les mouvements épirogéniques ne sont pas synchroniques. Un coup d'œil sur l'ensemble des phénomènes de diastrophisme dont la période Nummulitique a été le théâtre montre de plus que les deux catégories de mouvements sont complémentaires. Ainsi l'émersion générale de la zone alpine, à l'époque Éonummulitique, qui a été le résultat de la 1re phase de mouvements orogéniques, est compensée par une ingression dans les aires d'ennoyage des aires continentales, due à des mouvements épirogéniques. De même la transgression mésonummulitique, qui, dans la zone alpine, atteint son maximum au Priabonien, coïncide avec la transformation en lagune du bassin Anglo-Parisien, tandis que l'émersion d'une grande partie des régions pyrénéennes et alpines au milieu de l'époque Tongrienne est compensée par l'invasion de la mer dans les aires d'ennoyage de la chaîne armoricaine-varisque.

Phénomènes volcaniques et métamorphormisme. — Les éruptions volcaniques, quoique très localisées, prennent à l'époque Nummulitique une importance plus grande encore qu'à l'époque Crétacée.

En Europe, les centres éruptifs situés au nord de la zone alpine sont peu nombreux. On a signalé au Danemark, immédiatement au-dessus du Thanétien, des tufs basaltiques alternant avec des couches à Diatomées qui appartiennent au Londinien. Les basaltes de l'Allemagne centrale sont beaucoup plus récents, leurs dykes traversent les terrains secondaires et le Nummulitique, mais les nappes reposent en général sur l'Oligocène, qu'elles ont préservé de la dénudation.

Les arguments tirés de la flore des couches qui, dans le Nord des îles Britanniques, alternent avec les plus anciens basaltes ne paraissent pas décisifs en faveur de l'âge éocène des éruptions.

En France, les éruptions antérieures au Néogène sont rares en dehors des Alpes. On doit leur attribuer notamment le volcan basaltique de Beaulieu, près Aix-en-Provence, qui est postérieur au gypse oligocène, mais antérieur aux calcaires lacustres aquitaniens.

Dans les Alpes occidentales, les matériaux d'origine volcanique

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

sont souvent extrêmement abondants dans les grès du Flysch, d'âge oligocène, qui prennent alors un aspect moucheté et sont connus sous le nom de *grès de Taveyannaz*, qu'on leur a donné dans les Alpes Vaudoises. Ces grès mouchetés sont également très répandus dans la Haute-Savoie [408] et dans la haute vallée du Drac, où ils atteignent plusieurs centaines de mètres d'épaisseur. On ne connaît, sur le versant occidental des Alpes, aucun dyke, aucune coulée indiquant la présence d'un volcan ayant donné naissance aux cendres et aux éléments andésitiques roulés contenus dans les grès, aussi Duparc et Ritter font-ils venir les projections de centres lointains, situés probablement sur le bord interne des Alpes, par exemple dans le Vicentin.

Termier et P. Lory ont décrit, d'autre part, une minette et un tuf de labradorite à pyroxène, qui traversent ces mêmes grès mouchetés dans le massif de Chaillol (Hautes-Alpes).

Dans le Vicentin, on observe un grand développement de brecciolles, interstratifiées dans les dépôts nummulitiques. Elles sont constituées par des petits fragments anguleux, scoriacés et palagonitiques de roches volcaniques. Ce sont des projections calibrées et déposées par les eaux marines. On les trouve à tous les niveaux de la série et les fossiles qu'elles renferment permettent en général de préciser leur âge. On les attribuait autrefois aux mêmes éruptions que les dykes innombrables qui traversent en tous sens les terrains nummulitiques (p. 1487, fig. 417), mais Munier-Chalmas a montré [211] que les dykes et les masses intrusives qui les accompagnent sont tous postérieurs à l'Oligocène. Ces roches se répartissent dans les basaltes, les labradorites, les limburgites, les péridotites, etc.

Des labradorites et des andésites datant de l'époque Nummulitique ont été décrites des deux versants des Karpates. Leur venue n'est d'ailleurs que le début d'une longue série d'éruptions qui se poursuivent pendant une grande partie de l'époque Néogène.

En dehors de l'Europe, on rencontre, dans la zone alpine, des masses éruptives souvent très puissantes. Ainsi, sur la côte méridionale de la mer Noire, on observe dans la région de Trébizonde, sur des couches lutétiennes horizontales, de très importantes coulées d'andésites, de trachytes, antérieures au Néogène [409].

Les coulées immenses de l'Inde péninsulaire, dont le début remonte à l'époque Néocrétacée, ont continué de s'épancher au commencement de l'époque Nummulitique, mais il n'est pas possible de dater d'une manière précise la fin du phénomène.

Dans l'Amérique du Nord, il est très difficile de faire le départ des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

éruptions nummulitiques et des éruptions néogènes. L'activité volcanique se manifeste certainement dès le début de la période qui nous occupe, car les formations continentales des Montagnes Rocheuses sont en partie constituées par des cendres volcaniques. Les couches continentales de la Patagonie sont également formées en partie de produits de projection.

Les roches de profondeur dont on peut préciser l'âge nummulitique sont rares. Il faut citer en première ligne le granite de l'île d'Elbe, décrit par Lotti, qui forme une sorte de dôme et des dykes traversant le Lias et le Lutétien. Au contact on observe des actions métamorphiques.

Les granites de Bougie, les liparites de Collo, en Algérie, la microgranulite de la Galite, sur la côte septentrionale de la Tunisie, sont généralement attribués à l'Éocène, mais l'étude détaillée de leurs conditions de gisement est encore à faire.

---

1. — A. D'ARCHIAC. Histoire des progrès de la Géologie de 1834 à 1845. II, 2e partie, p. 441-1100. Terrain tertiaire. III, 624 p., 2 vol. in-8°. Paris, 1849-1850.

2. — G. COTTEAU. Paléontologie française. Terrain tertiaire. I. Échinides éocènes. 2 vol. in-8°, 692 + 789 p., 2 vol. in-8°, atlas 384 pl. Paris, 1885-1894.

3. — MAURICE LERICHE. Contribution à l'étude des Poissons fossiles du Nord de la France et des régions voisines. *Mém. Soc. Géol. du Nord*, V, n° 1, 430 p., 17 pl., 1906.

4. — MUNIER-CHALMAS. Notice sur les travaux scientifiques de M.—. 1 vol. in-4°, 119 p. Lille, 1903.

4 *bis*. — L. CAYEUX. Structure et origine des grès du Tertiaire parisien. *Étude des Gîtes minéraux de la Fr.*, 1 vol. in-4°, VIII + 160 p., 23 fig., 10 pl. héliogr. Paris, 1906.

5. — A. DE GROSSOUVRE. Sur la limite du Crétacé et du Tertiaire. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XXV, p. 57-80, 1897.

6. — DESOR. Sur le terrain danien, nouvel étage de la craie. *Ibid.*, 2e sér., IV, p. 179-181, 1846.

7. — K. A. GRÖNWALL. Danmarks yngsta krit- och äldsta tertiär-aflagringar. *Forhandl. vid 15. Skandinaviska Naturforskermötel*, Stockholm, 1898, p. 223.

8. — A. VON KŒNEN. Ueber eine Paleocäne Fauna von Kopenhagen. *Abh. d. k. Ges. d. Wiss. zu Göttingen*, XXXII, 128 p., 5 pl., 1885.

9. — ID. Ueber die Fauna der alt-tertiären Schichten im Bohrloche von Lichterfelde bei Berlin. *Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst.*, XI (1890), p. 257-276, pl. XV, 1892.

10. — C. GAGEL. Ueber die untereocänen Tuffschichten und die paleocäne Transgression in Norddeutschland. *Ibid.*, XXVIII, p. 150-168, pl. VII-VIII, 1907.

11. — A. D. ARCHANGELSKY. Dépôts paléocènes de la région volgienne du gouvernement de Saratov et leur faune (en russe, résumé en franç.). *Mater. z. Geol. Russl.*, XXII, p. 1-207, pl. I-XII, 1904.

12. A. BRIART et F.-L. CORNET. Description des fossiles du Calcaire grossier de Mons. I. Gastéropodes. *Acad. R. Sc., Lettres et Beaux-Arts de Belg.*, *Mém. cour. et Mém. des Savants étr.*, XXXVI, XXXVII, XLIII, XLVII, 128 p., 36 pl., 1870-1887.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

13. — Maurice Cossmann. Pélécypodes du Montien de Belgique. *Mém. Musée Hist. Nat. Belg.*, V, VI + 76 p., 8 pl., 1908.

14. — Munier-Chalmas. Note préliminaire sur les assises montiennes du bassin de Paris. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XXV, p. 82-90, 2 fig., 1897.

15. — Henri Douvillé Limite du Crétacé et de l'Éocène dans l'Aquitaine. *Ibid.*, 4e sér., VI, p. 43-49, 1 fig., 1906.

16. — Philippe Matheron. Recherches comparatives sur les dépôts fluvio-lacustres tertiaires des environs de Montpellier, de l'Aude et de la Provence. *Mém. Soc. d'Émulation de Prov.*, I, p. 173-280, 1 tabl., 1862.

17. — Villot. Étude sur le bassin de Fuveau et sur un grand travail à y exécuter. *Annales des Mines*, 8e sér., IV, p. 1-66, pl. I-II, 1883.

18. — Louis Roule. Recherches sur le terrain fluvio-lacustre inférieur de Provence. *Annales des Sc. géol.*, XVIII, 2, p. 1-138, pl. I-IV, 1885.

19. — G. Vasseur. Note préliminaire sur la constitution géologique du bassin tertiaire d'Aix-en-Provence. *Annales Fac. Sc. Marseille*, VIII, p. 163-171, 3 fig., 1 tabl., 1898.

20. — Guido Stache. Die Liburnische Stufe und deren Grenz-Horizonte. Eine Studie über die Schichtenfolgen der cretacisch-eocänen oder protocänen Landbildungsperiode im Bereiche der Küstenländer von Œsterreich-Ungarn. I. Geologische Uebersicht und Beschreibung der Faunen- und Floren-Reste. *Abh. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XIII, 1, p. 1-170, 1 carte, 8 pl., 1889.

21. — Joh. Wanner. Die Fauna der obersten weissen Kreide der libyschen Wüste. *Palæontogr.*, XXX, II, p. 91-151, pl. XIII-XIX, 1902.

22. — Arthur Quaas. Beitrag zur Kenntniss der Fauna der obersten Kreidebildungen in der libyschen Wüste (Overwegischichten und Blätterthone). *Ibid.*, XXX, II, p. 153-334, 3 tabl., pl. XX-XXXIII, 1902.

23. — Timothy W. Stanton. The faunal relations of the Eocene and Upper Cretaceous on the Pacific Coast. *17th Ann. Rept of the U. S. Geol. Surv.*, I, p. 1051-1060, pl. LXIII-LXVII, 1895.

23 *bis*. — Id. Stratigraphy and Paleontology of the Laramie and related formations in Wyoming. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, VIII, p. 127-156, 2 fig., 1897.

24. — Whitman Cross. The Laramie formation and the Shoshone group. *Proc. Wash. Acad. Sc.*, XI, p. 27-45, 1909.

25. — F. H. Knowlton. The stratigraphical relations and paleontology of the « Hell Creek beds », « Ceratops beds » and equivalents, and their reference to Fort Union formation. *Ibid.*, XI, p. 179-238, 1909.

26. — Timothy W. Stanton. The age and stratigraphic relations of the « Ceratops beds » of Wyoming and Montana. *Ibid.*, XI, p. 239-293, 1909.

27. — John. B. Hatcher (based on preliminary studies by Othniel C. Marsh, edited and completed by Richard S. Lull). The Ceratopsia. *Monogr. of the U. S. Geol. Surv.*, XLIX, 300 p., 125 fig., 51 pl., 1907.

28. — Florentino Ameghino. Les formations sédimentaires du Crétacé supérieur et du Tertiaire de Patagonie. *Anales del Museo Nac. de Buenos Aires*, ser. 3, VIII, p. 1-568, 358 fig., pl. I-III, 1906.

29. — H. von Ihering. Les Mollusques fossiles du Tertiaire et du Crétacé supérieur de l'Argentine. *Ibid.*, ser. 3, VII, p. 1-611, 16 fig., pl. I-XVIII, 1907.

30. — Otto Wilckens. Die Meeresablagerungen der Kreide- und Tertiärformation in Patagonien. *N. Jahrb. f. Miner.*, Beil.-Bd XXI, p. 98-195, fig., pl. V, 1905.

31. — Vicomte d'Archiac et Jules Haime. Description des Animaux fossiles du groupe Nummulitique de l'Inde, précédée d'un résumé géologique et d'une Monographie des Nummulites. 1 vol. in-4°, 375 p., 36 pl. Paris, 1853.

32. — Hantken Miksa. A rétegzeti (stratigraphiai) jelentösege a délnyugoti közèpmagyarországi hegység ó-harmadkori képzödményeiben. *Értekezések*, V, 6, p. 1-21, 1875.

33. — Phil. de la Harpe. Étude des Nummulites de la Suisse et revision des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

espèces éocènes des genres Nummulites et Assilina. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, VII, VIII, X, 180 p., fig., 7 pl. 1880-1883.

34. — PIETRO PREVER. Le Nummuliti della Forca di Presta nell' Appennino centrale e dei dintorni di Potenza nell' Appennino meridionale. *Ibid.*, XXIX, 121 p., 8 pl, 1902.

35. — HENRI DOUVILLÉ. Évolution des Nummulites dans les différents bassins de l'Europe occidentale. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., VI, p. 13-42, 1906.

36. — JEAN BOUSSAC. Sur le terrain nummulitique à Biarritz et dans le Vicentin. *Ibid.*, 4e sér., VI, p. 555-560, 1906.

36 *bis*. — ID. 1re note sur les Cérithes. Revision du groupe du Potamides tricarinatus Lamk. *Ibid.*, 4e sér., V, p. 669-678, pl. XXIV-XXV, 1905.

36 *ter*. — ID. L'évolution des Cérithidés dans l'Éocène moyen et supérieur. *C. R. Ac. Sc.*, CXLIV, p. 165-167, 1907.

37. — LAMARCK. Mémoire sur les fossiles des environs de Paris, comprenant la détermination des espèces qui appartiennent aux animaux marins sans vertèbres, et dont la plupart sont figurés dans la collection des vélins du Muséum. *Annales du Museum d'Hist. Nat.*, I-VIII (tirage à part, 1 vol. inachevé, 284 p.), 1802-1806. Recueil de planches des coquilles fossiles des environs de Paris avec leurs explications. *Ibid.*, I-XIV, 30 pl., 1823.

38. — G.-P. DESHAYES. Description des coquilles fossiles des environs de Paris. I, Conchifères; II, Mollusques. 2 vol. in-4°, 392 + 814 p.; atlas, 65 + 101 p. Paris, 1824-1837.

39. — ID. Description des Animaux sans vertèbres découverts dans le bassin de Paris, pour servir de supplément à la description des coquilles fossiles des environs de Paris, comprenant une revue générale de toutes les espèces actuellement connues. 3 vol. in-4°, 912 + 968 + 668 p.; atlas, 89 + 107 pl. Paris, 1856-1865.

40. — M. COSSMANN. Catalogue illustré des coquilles fossiles de l'Éocène des environs de Paris, faisant suite aux travaux paléontologiques de G.-P. Deshayes. 5 fasc. in-8°, 174 + 218 + 328 + 385 + 167 p., 8 + 8 + 12 + 12 + 3 pl. Bruxelles, 1886-1892. Appendices (en cours). *Annales Soc. Roy. Malac. de Belgique*, t. XXVIII —, 1893 —.

41. — M. COSSMANN et G. PISSARRO. Iconographie complète des coquilles fossiles de l'Éocène des environs de Paris. In-4° (en cours). Paris, 1904 —.

42. — FREDERIC E. EDWARDS (continued by SEARLES V. WOOD). A Monograph of the Eocene Cephalopoda and Univalves. I. *Palæontogr. Soc.*, 1849-1877, 361 p., 34 pl.

42 *bis*. — SEARLES V. WOOD. A Monograph of the Eocene Bivalves of England. I. *Ibid.*, 1861-1871, 182 + 24 p., 25 + 2 pl.

43. — G. CUVIER et ALEX. BRONGNIART. Essai sur la Géographie minéralogique des environs de Paris. *Mém. de la Cl. des Sc. math. et phys. de l'Institut Imp. de France*, 1810, p. 1-278, pl. I-II, 1 carte.

44. — ID. Description géologique des environs de Paris. 3e édit., dans laquelle on a inséré la description d'un grand nombre de lieux de l'Allemagne, de la Suisse, de l'Italie, etc., qui présentent des terrains analogues à ceux du bassin de Paris, par M. ALEX. BRONGNIART. 1 vol. in-16, 685 p., atlas in-4°, 18 pl. Paris, 1835.

45. — L. GRAVES. Essai sur la topographie géognostique du département de l'Oise. 1 vol. in-8°, 804 p. Beauvais, 1847.

46. — E. HÉBERT. Notice sur les travaux scientifiques de M. —. 1 br. in-4°, 52 p., 5 fig. Paris, 1877.

47. — ID. Histoire géologique du canal de la Manche. *C. R. Ac. Sc.*, XC, p. 1318-1324, 1385-1390, 2 fig., 1880.

48. — GUSTAVE F. DOLLFUS. Essai sur l'extension des terrains tertiaires dans le bassin anglo-parisien. *Bull. Soc. Géol. Norm.*, VI, p. 584-605, 1 pl., 1880.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

48 *bis*. — Id. Esquisse des terrains tertiaires de Normandie. *Ibid.*, VI, p. 478-520, 9 fig., 1880.

49. — Id. Notice sur une nouvelle carte géologique des environs de Paris. *Congr. géol. intern. C. R. de la 3e sess. Berlin, 1885*, p. 98-220, 51 fig., 2 pl. 1888.

50. — Id. Observations géologiques faites aux environs de Louviers, Vernon et Pacy-sur-Eure. *Mém. Soc. Linn. Norm.*, XIX, p. 5-47, 12 fig., pl. I, 1897.

51. — Id. Trois excursions aux environs de Paris. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XXVIII, p. 108-154, 17 fig., 1900.

52. — Id. Excursion to Paris. *Proc. of the Geologists'Assoc.*, XXI, p. 1-24, 5 fig., 1 tabl., 1909.

53. — Id. On the Classification of the Beds of the Paris Basin. *Ibid.*, XXI, p. 101-118, pl. V, 1909.

54. — H. Thomas. Contribution à la Géologie des environs de Provins. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XXVIII, p. 72-85, 1900.

55. — A. de Lapparent. La Géologie en chemin de fer. Description géologique du bassin Parisien et des régions adjacentes. 1 vol. in-16, 608 p., 3 pl. Paris, 1888.

56. — A. Lavilie. Guide du géologue dans le Tertiaire parisien. 1 br. in-8°, 24 p., 10 pl., fig. Paris, 1890.

57. — G. Courty et L. Hamelin. Géologie du bassin de Paris. *C. R. A. F. A. S. Clermont-Ferr.* (hors série). 1 br. in-8°, 65 p., 3 fig., 6 pl. Paris, 1908.

58. — P. H. Fritel. Guide géologique et paléontologique de la région parisienne dans un rayon de 100 kilomètres. 1 vol-in-16, 356 p., 162 fig., 25 cartes. Paris, 1910.

59. — J. Ortlieb et E Chelloneix. Etude géologique des collines tertiaires du département du Nord comparées avec celles de la Belgique. *Mém. de la Soc. imp. des Sc., de l'Agric. et des Arts de Lille*, 3e sér., VIII, p. 109-336, 7 pl., 1870.

60. — Maurice Leriche. Observations sur les terrains tertiaires des environs de Reims et d'Epernay. *Annales Soc. Géol. Nord*, XXXVI, p. 367-389, 5 fig., pl. VI, 1907.

61. — Id. Les terrains tertiaires dans le département du Nord. *In* « Lille et la région du Nord, en 1909 », t. II, p. 23-42, 5 fig., 1 carte. Lille, 1909.

62. — Joseph Prestwich. On the probable Age of the London Clay, and its Relations to the Hampshire and Paris Tertiary Systems. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, III, p. 354-409, 5 fig., pl. XIV, 1847.

63. — Id. On the Structure of the Strata between the London Clay and the Chalk in the London and Hampshire Tertiary Systems. I, The Basement Bed of the London Clay. *Ibid.*, VI, p. 252-281, 20 fig., 1 tabl., 1850.

II, The Woolwich and Reading Series. *Ibid.*, X, p. 75-170, 12 fig., pl. I-IV, 1854.

III, The Thanet Sands. *Ibid.*, VIII, p. 235-268, 8 fig., pl. XV-XVI, 1852.

64. — Id. On the Correlation of the Eocene Tertiaries of England, France, and Belgium. *Ibid.*, XI, p. 206-246, 1 tabl., pl. VIII, 1855; XIII, p. 89-134, 1857.

65. — Id. Further Observations on the Correlation of the Eocene Strata in England, Belgium, and the North of France. *Ibid.*, XLIV, p. 88-111, pl. V, 1888.

66. — John W. Judd. On the Relations of the Eocene and Oligocene Strata in the Hampshire Basin. *Ibid.* XXXVIII, p. 461-486, fig., 1882.

66 *bis*. — Gardner. Observations sur la formation éocène de l'Angleterre. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XI, p. 195-233, 3 fig., 1883.

67. — J. Starkie Gardner. Eocene, Oligocene, and Miocene. *Congr. géol. intern., C. R. de la 4e sess. Londres, 1888*. Appendix B, Report of the British Committee, p. 39-60, 1891.

68. — W. Bristow, Cl. Reid and A. Strahan. The Geology of the Isle of Wight. *Mem. of the Geol. Surv. of Engl. a. Wales.* 1 vol. in-8°, 349 p., 5 pl. London, 1889.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

69. — MAURICE LERICHE. Observations sur la Géologie de l'île de Wight. *Annales Soc. Géol. du Nord*, XXXIV, p. 16-42, 4 fig., 1905.

69 *bis*. — MICHEL MOURLON. Géologie de la Belgique. 2 vol. in-8°, XVI + 317 + 392 p., 55 fig., 2 pl. Bruxelles, 1880-1881.

69 *ter*. — E. STOLLEY. Ueber Diluvialgeschiebe des Londonthons in Schleswig-Holstein und das Alter der Molerformation Jütlands, sowie das baltische Eocän überhaupt. *Arch. f. Anthropol. u. Geol. Schlesw.-Holst.*, III, p. 105-146, fig., 1899.

70. — E. HÉBERT. Comparaison de l'Eocène inférieur de la Belgique et de l'Angleterre avec celui du bassin de Paris. *Annales des Sc. géol.*, IV, 4, 33 p., 3 fig., 1873.

71. — J. GOSSELET. L'étage éocène inférieur dans le Nord de la France et en Belgique. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., II, p. 598-617, fig. 7-12, 1874.

71 *bis*. — G. F. DOLLFUS. Classification des couches de l'Éocène inférieur dans le bassin de Paris. *Ibid.*, 4e sér., III, p. 222-226, 1903.

72. — MAURICE LERICHE. Sur les horizons paléontologiques du Landénien marin du Nord de la France. *Annales Soc. Géol. du Nord*, XXXII, p. 239-252, 1 fig., 1903.

73. — ID. Sur l'âge des « Sables à Unios et Térédines » des environs d'Épernay et sur la signification du terme Sparnacien. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., IV, p. 815-817, 1904.

74. — DE RAINCOURT. Sur le terrain Éocène du bassin de Paris. *Ibid.*, 3e sér., IX, p. 389-391.

75. — GUSTAVE F. DOLLFUS. Recherches sur la limite sud-ouest du Calcaire grossier dans le bassin de Paris, *Ibid.*, 3e sér., XXV, p. 597-637, 4 fig., pl. XX, 1897.

76. — J. GOSSELET. De l'extension des couches à *Nummulites lævigata* dans le Nord de la France. *Ibid.*, 3e sér., II, p. 51-58, 5 fig., pl. III, 1874.

77. — MAURICE LERICHE. Sur l'extension des grès à *Nummulites lævigatus* dans le Nord de la France. *C. R. A. F. A. S., Cherbourg, 1905*, p. 394-402, pl. VII, 1906.

78. — OSMOND FISHER. On the Bracklesham Beds of the Isle of Wight Basin. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, XVIII, p. 65-94, 4 fig., 1862.

79. — MUNIER-CHALMAS. Sur les caractères généraux du Bartonien dans le bassin de Paris. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XXVIII, p. 11-13, 1900.

80. — ID. Note sur la zone d'Auvers (Bartonien inférieur). *Ibid.*, 4e sér., VI, p. 503-509, 1906.

80 *bis*. — GUSTAVE DOLLFUS. Classification des couches de l'Éocène supérieur au nord de Paris. *Ibid.*, 4e sér., VII, p. 347-357, 1907.

81. — G. RAMOND, PAUL COMBES fils et MAURICE MORIN. Note sur le gîte fossilifère du Guespel. *C. R. A. F. A. S. 37e sess., Clermond-Ferrand, 1908*, p. 476-493, 5 fig., 1909.

82. — MICHEL MOURLON. Sur une nouvelle interprétation de quelques dépôts tertiaires. *Bull. Acad. Roy. de Belg.* 3e sér., XIV, p. 15-19, 1887.

83. — JEAN BOUSSAC. Observations sur la faune des couches supérieures de Bracklesham à Nummulites variolarius. *Annales Soc. Géol. du Nord*, XXXVI, p. 361-365, 1907.

84. — J. STARKIE GARDNER, HENRY KEEPING and N. W. MONCKTON. The Upper Eocene, comprising the Barton and Upper Bagshot Formations. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, XLIV, p. 578-633, 11 fig., 1888.

85. — JEAN BOUSSAC. La transgression du Ludien dans le bassin de Paris. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., VIII, p. 85-87, 1908.

86. — ID. Sur la faune marine de l'étage Ludien. *Feuille des Jeunes Natur.*, 4e sér., 37e ann., p. 158-159, 1907.

87. — J. RASPAIL. Note sur le gisement du Vouast près Montjavoult (Oise). *Ibid.*, 4e sér., 39e ann., p. 165-172, fig., pl. IV, 1909.

88. — LÉON JANET. Étude des gypses parisiens (Argenteuil et Romainville). *Livret-Guide VIIIe Congr. géol. intern.*, VIIIb, p. 9-30, 3 fig., pl. I-II, 1900.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

89.— Aug. Dollot, P. Godbille et G. Ramond. Les grandes plâtrières d'Argenteuil (Seine-et-Oise). Historique, genèse et distribution des formations gypseuses de la région parisienne. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., I, n° 1, 47 p., 7 fig., 4 pl., 1905.

90. — H. Keeping and E. B. Tawney. On the section at Hordwell Cliffs from the top of the Lower Headon to the base of the Upper Bagshot Sands. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, XXXIX, p. 566-574, fig., 1883.

91. — Jean Boussac. Observations sur l'Éocène et l'Oligocène du Hampshire. *C. R. Ac. Sc.*, CXLV, p. 396-398, 1907.

92. — Id. La limite de l'Éocène et de l'Oligocène. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., VII, p. 400-411, 1907.

93. — Beyrich. Ueber die Stellung der hessischen Tertiärbildungen. *Ueber die z. Bekanntmachung geeigneten Verh. d. k. Preuss. Akad. d. Wiss. zu Berlin*, 1854, p. 640-664.

94. — Id. Ueber den Zusammenhang der norddeutschen Tertiärbildungen zur Erläuterung einer geologischen Uebersichtskarte. *Abh. d. k. Akad. d. Wiss. zu Berlin*, 1855, p. 1-20, 1 pl.

95. — Id. Ueber die Abgrenzung der oligocänen Tertiärzeit. *Monatsber. d. k. Akad. d. Wiss. zu Berlin*, 1858, p. 51-69.

96. — A. von Koenen. Ueber den Parallelismus des norddeutschen, englischen und französischen Oligocäns. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, XIX, p. 23-32, 1867.

97. — Id. Das norddeutsche Unter-Oligocän und seine Mollusken-Fauna. *Abh. z. geol. Specialk. v. Preuss.*, X, 1458 p., 101 pl., 1889-1894.

98. — Id. Das marine Mittel-Oligocän Norddeutschlands und seine Mollusken-Fauna. *Palæontogr.*, XVI, p. 53-128, 223-296, pl. VI-VII, XXVI-XXX, 1867, 1868.

99. — Oscar Speyer. Die Conchylien der Casseler Tertiär-Bildungen. *Ibid.*, IX, p. 91-141, 153-198, pl. XVIII-XXII, XXX-XXXIV, 1862-1864; XVI, p. 175-218, 297-339, pl. XVI-XXIV, XXXI-XXXV, 1867, 1869.

100. — Id. Die ober-oligocänen Tertiär-Gebilde und deren Fauna im Fürstenthum Lippe-Detmold. *Ibid.*, XVI, p. 1-52, pl. I-V, 1866.

101. — Id. Die Bivalven der Casseler Tertiär-Bildungen. *Abh. d. k. Preuss. geol. Landesanst.*, V, 4. Atlas, 12 p., 31 pl. (sans texte). 1884.

101 *bis*. — F. E. Koch und C. M. Wiechmann. Die fossilen Einschlüsse des Sternberger Gesteins in Mecklenburg. 1 vol. in-8°, 128 + 53 + 54 + 7 p., 3 pl. Neubrandenburg, 1872-1878.

102. — Fritz Noetling. Die Fauna des samländischen Tertiärs. *Abh. z. geol. Specialk. v. Preuss.*, VI, 3, 4, VIII + 216, VIII + 109 p., 2 pl.; atlas in-4°, 27 + 12 pl., 1885, 1888.

103. — Theodor Ebert. Die Echiniden des Nord- und Mitteldeutschen Oligocäns. *Ibid.*, IX, 1, VIII + 111 p., fig.; atlas in-4°, 10 pl., 1889.

104. — C. L. Fridolin Sandberger. Die Conchylien des Mainzer Tertiärbeckens. 1 vol. in-4°, 458 p., 1 tabl., atlas in-fol., 35 pl. Wiesbaden, 1863.

105. — G. Richard Lepsius. Das Mainzer Becken geologisch beschrieben. 1 vol. in-4°, 181 p., 1 carte. Darmstadt, 1883.

105 *bis*. — A. Steuer. Die Gliederung der oberen Schichten des Mainzer Beckens und über ihre Fauna. *Notizblatt d. Ver. f. Erdk. u. d. Landesanst. zu Darmstadt*. 4te Folge, 30, p. 41-67, pl. VIII-IX, 1909.

105 *ter*. — G.-F. Dollfus. Résumé sur les terrains tertiaires de l'Allemagne occidentale. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., X, p. 582-625, 6 fig., pl. VIII, IX, 1910.

106. — Ernest Van den Broeck. Matériaux pour l'étude de l'Oligocène belge. I. Coup d'œil synthétique sur l'Oligocène belge et observations sur le Tongrien supérieur du Brabant. *Bull. Soc. Belge Géol. Pal. Hydr.*, VII, P.-V., p. 208-302, 1894.

107. — John W. Judd. On the Oligocene Strata of the Hampshire Basin. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, XXXVI, p. 137-176, fig., pl. VII, 1880.

108. — Cossmann et J. Lambert. Étude paléontologique et stratigraphique sur

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

le terrain oligocène marin aux environs d'Étampes. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., III, 1, 187 p., 6 pl., 1884.

109. — H. Douvillé. Étude sur les grès de la forêt de Fontainebleau. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XIV, p. 471-481. 1 fig., 1886.

110. — Léon Janet. Sur la composition chimique des grès stampiens du bassin de Paris. *Ibid.*, 3e sér., XXII, p. CLXI-CLXIV, 1894.

111. — P. Termier. Sur la structure des grès de Fontainebleau. *Ibid.*, 3e sér., XXIII, p. 344-348, 2 fig., 1895.

112. — G. F. Dollfus. Sur la position stratigraphique de l'*Helix Ramondi* dans le bassin de Paris et du *Melanoides Escheri* dans celui de la Loire. *Ibid.*, 4e sér., VII, p. 456-459, 1907.

113. — Id. Découverte à Darvault (Seine-et-Marne) d'un calcaire lacustre inséré dans la partie moyenne des sables de Fontainebleau. *Ibid.*, 4e sér., VIII, p. 482-487, 1 fig., 1908.

114. — A. Andreae. Ein Beitrag zur Kenntniss des Elsässer Tertiärs. *Abh. z. geol. Specialk. v. Els.-Lothr.*, II, 3, 333 p., 12 fig., atlas 12 pl., 1884.

115. — Id. Ueber Meeressand und Septarienthon. *Mitth. d. Comm. f. d. geol. Landesunters. v. Els.-Lothr.*, I, p. 83-92, 1 fig., 1887.

116. — B. Förster. Die Gliederung des Sundgauer Tertiärs. *Ibid.*, I, p. 137-177, fig., 1 tabl., 1888.

117. — Id. Geologischer Führer für die Umgebung von Mülhausen i. E. *Ibid.*, III, p. 199-309, 1 carte, 9 pl., 1892.

118. — Id. Vorläufige Mitteilung über die Ergebnisse der Untersuchung der Bohrproben aus den seit 1904 im Gange befindlichen Tiefbohrungen im Oligocän des Ober-Elsass. *Ibid.*, VII, p. 127-132, 1 tabl., 1909.

119. — L. von Werveke. Ueber die Entstehung der elsässischen Erdöllager. *Ibid.*, VI, p. 1-30, 3 fig., 1907.

120. — P. Kessler. Die tertiären Küstenkonglomerate in der Mittelrheinischen Tiefebene mit besonderer Berücksichtigung der elsässischen Vorkommen. *Ibid.*, VII, p. 167-290, 2 fig., pl. II, 1909.

121. — Mathieu Mieg, G. Bleicher et Fliche. Contribution à l'étude du terrain tertiaire d'Alsace et des environs de Mulhouse. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XVIII, p. 392-422, 4 fig., pl. VI, 1890; *ibid*, XX, p. 175-210, 4 fig., 1892.

122. — W. Kilian. Note sur les terrains tertiaires du territoire de Belfort et des environs de Montbéliard (Doubs). *Ibid.*, 3e sér., XII, p. 729-759, 1 tabl., 1884.

123. — Louis Rollier. Étude stratigraphique sur les terrains tertiaires du Jura Bernois. *Archives des Sc. phys. et nat.*, 3e pér., XXVII, p. 313-354, pl. IV, 1892; XXX, p. 105-131, 1 tabl., 1893.

124. — A. Gutzwiller. Beitrag zur Kenntniss der Tertiärbildungen der Umgegend von Basel. *Verh. d. Naturh. Ges. zu Basel*, XI, p. 182-242, 1 pl. 1890.

125. — Gaston Vasseur. Recherches géologiques sur les terrains tertiaires de la France occidentale. Stratigraphie. I. Bretagne. *Annales des Sc. Géol.*, XIII, 1,432 p., 29 fig., 6 cartes (v. aussi : *Thèses Fac. Sc. Paris*), 1881.

126. — Id. Recherches géologiques sur les terrains tertiaires de la France occidentale. Paléontologie. 1 atlas in-4°, 12 pl. (sans texte). Paris, 1880, 1881.

127. — M. Cossmann. Mollusques éocéniques de la Loire-Inférieure. 3 vol. in-8° (extr. *Bull. Soc. Sc. Nat. de l'Ouest*), 227 + 207 + 313 p., 19 + 17 + 20 pl. Nantes, 1895-1906.

128. — M. Cossmann et G. Pissaro. Faune éocénique du Cotentin (Mollusques). 2 vol. in-8° (extr. *Bull. Soc. Géol. Norm.*), 295 + 122 p., 32 + 19 pl., 1898-1903.

129. — Jean Boussac. Sur l'âge des dépôts éocènes du massif armoricain et de la zone de Roncà. *C. R. Ac. Sc.*, CXLIV, p. 292-294, 1907.

130. — Tournouër. Étude sur les fossiles de l'étage tongrien (d'Orbigny) des environs de Rennes en Bretagne. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., VII, p. 464-485, pl. X, 1879.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

131. — G. VASSEUR. Sur le dépôt tertiaire de Saint-Palais près Royan (Charente-Inférieure). Notice stratigraphique. *Annales des Sc. géol.*, XVI, 1, 12 p., 1 fig., 1884.

132. — G. COTTEAU. Echinides du terrain éocène de Saint-Palais. *Ibid.*, XVI, 2, 38 p., 6 pl., 1884.

133. — H. DOUVILLÉ. Eocène de Royan. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., I, p. 627-636, 1901.

134. — O. LINDER. Observations sur la constitution du terrain tertiaire inférieur de l'Aquitaine occidentale, déduites des sondages effectués dans la Gironde et le Lot-et-Garonne. *Soc. Linn. de Bordeaux*, XXIX, p. LXXXIX-CXVI, 1874.

135. — E.-A. BENOIST. Esquisse géologique des terrains tertiaires du Sud-Ouest de la France. 1 br. in-8°, 71 p. *Journ. d'Hist. nat. de Bordeaux et du S.-O.*, 1888.

136. — ID. Tableau synchronique des terrains tertiaires du Sud-Ouest de la France, du bassin de Paris, du bassin de Mayence et du Vicentin. *Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, XLI, p. 191-199, 1887.

137. — ID. Étude sur les Nummulites et les Assilines du Sud-Ouest de la France. *Bull. Scient. de la Soc. de Borda à Dax*, XIV, p. 10-28, pl. I-II, 1889.

138. — H. DOUVILLÉ. Sur le terrain nummulitique de l'Aquitaine. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., II, p. 15-36, 1902.

139. — VASSEUR. Sur les formations infra-tongriennes du bassin de la Gironde. *C. R. séances Soc. Linn. de Bordeaux*, p. XLII-XLVII, 1890.

140. — E. FALLOT. Contribution à l'étude de l'étage Tongrien dans le département de la Gironde. *Mém. de la Soc. des Sc. phys. et nat. de Bordeaux*, 4e sér., V, p. 269-314, 1894.

141. — J. BLAYAC. Contribution à la Géologie de l'Entre-Deux-Mers. Sur l'âge du calcaire à astéries et sur les dépôts aquitaniens des environs de Sauveterre-de-Guyenne. *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, XVI, p. 366-367, 2 fig., 1906.

142. — RAOUL TOURNOUËR. Recensement des Échinodermes du calcaire à Astéries (étage Tongrien d'Orb.). *Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, XXVII, p. 263-308, pl. XV-XVII, 1870.

143. — ID. Considérations sur les Échinodermes du Calcaire à Astéries. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., III, p. 484-490, 1875.

144. — HÉBERT. Sur le groupe nummulitique du Midi de la France. *Ibid.*, 3e sér., X, p. 364-391, 1 tabl., 4 fig., 1882.

145. — HENRI DOUVILLÉ. Sur le terrain nummulitique à Biarritz et dans les Alpes. *Ibid.*, 4e sér., III, 149-154, 1903.

146. — ID. Le terrain nummulitique du bassin de l'Adour. *Ibid.*, 4e sér., V, p. 9-55, 4 fig., 1905.

147. — Vicomte d'ARCHIAC. Description des fossiles recueillis par M. Thorent, dans les couches à Nummulites des environs de Bayonne. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 2e sér., II, p. 189-217, pl. V-IX, 1846.

148. — ID. Description des fossiles du groupe nummulitique recueillis par MM. S.-P. Pratt et J. Delbos aux environs de Bayonne et de Dax. *Ibid.*, 2e série, III, p. 397-456, pl. VIII-XII, 1848.

149. — R. DE BOUILLÉ. Paléontologie de Biarritz et de quelques autres localités des Basses-Pyrénées, suivi de : Descriptions et figures de fossiles nummulitiques nouveaux ou peu connus recueillis à Biarritz par M. le comte R. de Bouillé et dans le bassin de l'Adour, par M. R. TOURNOUËR. *C. R. des trav. du Congr. Scient. de Fr.*, XXXIXe sess. à Pau, p. 427-508, pl. III-VIII, 1873.

150. — ID. Même titre. *Bull. Soc. Sc., Lettres et Arts de Pau*, 2e sér., V, p. 82-121, 261-290, pl. I-III, 1876.

151. — PHILIPPE DE LA HARPE. Description des Nummulites des falaises de Biarritz. *Bull. Soc. de Borda à Dax*, IV, p. 59-63, pl. I, 1879; V, p. 65-71, 1880; VI, p. 27-40, 229-243, 1 pl., 1881.

152. — PELLAT. Note sur les falaises de Biarritz. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 2e sér., XX, p. 670-678, 1863.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

153. — JACQUOT. Description géologique des falaises de Biarritz, Bidart, Guétary et Saint-Jean-de-Luz (Basses-Pyrénées). *Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, XXV, p. 5-66, 1864.

154. — JEAN BOUSSAC. Note sur la succession des faunes nummulitiques à Biarritz. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., VIII, p. 237-255, 1908.

155. — R. TOURNOUËR. Note sur la présence de Nummulites dans l'étage à Natica crassatina du bassin de l'Adour. *Ibid.*, 2e sér., XX, p. 649-670, 1 fig., 1863.

156. — E. BENOIST. L'étage oligocène moyen dans la commune de Gaas (Landes). *Bull. Scient. de la Soc. de Borda à Dax*, p. 54-61, 1883.

157. — JACQUOT et MUNIER-CHALMAS. Sur l'existence de l'Éocène inférieur dans la Chalosse et sur la position des couches de Bos-d'Arros. *C. R. Ac. Sc.*, CII, p. 1261-1264, 1886.

158. — TOURNOUËR. Sur quelques affleurements des marnes nummulitiques de Bos-d'Arros, dans la vallée du gave de Pau. *Actes de la Soc. Linn. de Bord.*, XXV, p. 243-251, 1865.

159. — LOUIS DONCIEUX. Catalogue descriptif des fossiles nummulitiques de l'Aude et de l'Hérault. I. Montagne Noire et Minervois, en collaboration avec J. MIQUEL et J. LAMBERT. *Annales de l'Univers. de Lyon*, N. S., I, fasc. 17, 184 p., fig., 5 pl., 1905. II. Corbières septentrionales (fasc. I), en collaboration avec MAURICE LERICHE. *Ibid.*, N. S., I, fasc. 22, 288 p., 13 pl., 1908.

159 *bis*. — ID. L'Éocène inférieur et moyen des Corbières septentrionales. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., VI, p. 449-460, 2 fig., 1907.

160. — CHARLES DEPÉRET. Aperçu général sur la bordure nummulitique du massif ancien de Barcelone et étude de la faune oligocène de Calaf. *Ibid.*, 3e sér., XXVI, p. 713-724, 1 fig., 1899.

161. — JEAN BOUSSAC. Sur la distribution des niveaux et des facies du Mésonummulitique dans les Alpes. *C. R. Ac. Sc.*, CXLVII, p. 1086-1089, 1908.

162. — ID. Revision du Nummulitique alpin. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, XIX, p. 131-148, 3 fig., 1909; XX, p. 548-553, 1910.

163. — E. HÉBERT et E. RENEVIER. Description des fossiles du terrain nummulitique supérieur des environs de Gap, des Diablerets et de quelques localités de la Savoie. *Bull. de la Soc. de Statist. du dép. de l'Isère*, 2e sér., III, p. 148-228, 2 pl., 1854.

164. — LOUIS BELLARDI. Catalogue raisonné des fossiles nummulitiques du comté de Nice. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 2e sér., IV, no 4, p. 205-300, pl. XII-XXII, 1851.

165. — A. GARNIER. Note sur les couches nummulitiques de Branchaï et d'Allons. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 2e sér., XXIX, p. 484-492, 4 fig., 1873.

166. — TOURNOUËR. Note sur les fossiles tertiaires des Basses-Alpes, recueillis par M. Garnier. *Ibid.*, 2e sér., XXIX, p. 492-514, pl. V-VII, 1873.

167. — A. GARNIER. Terrains tertiaires de l'Asse, du Verdon et du Var. *Ibid.*, 2e sér., XXIX, p. 692-705, 3 fig., 1873.

168. — TOURNOUËR. Sur le terrain nummulitique des environs de Castellane. *Ibid.*, 2e sér., XXIX, p. 707-719, 1893.

169. — P. LORY. Sur les couches à Nummulites du Dévoluy et des régions voisines. *Ibid.*, 3e sér., XXIV, p. 42-43, 1876.

170. — ÉMILE HAUG. Sur l'âge des couches à *Nummulites contortus* et *Cerithium Diaboli*. *Ibid.*, 4e sér., II, p. 483-498, 1902.

171. — JEAN BOUSSAC. Le terrain Nummulitique des Alpes méridionales. *Ibid.*, 4e sér., VI, p. 261-264, 1906.

172. — ÉMILE HAUG et JEAN BOUSSAC. Revision du Nummulitique du Haut-Verdon. *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, XIX, p. 151-156, 1909.

173. — JEAN BOUSSAC. Le Nummulitique de la zone du Flysch à l'est et au sud-est du Mercantour. *C. R. Ac. Sc.*, CL, p. 57-59, 1 fig., 1910.

174. — CHARLES DEPÉRET. Note sur les fossiles oligocènes de Barrême. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XXIII, p. 878-883, 3 fig., 1896.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

175 — Henri Douxami. Etudes sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse occidentale. *Annales de l'Univers. de Lyon*, N. S. I, fasc. 27, 316 p., 31 fig., 6 pl., 1896.

176. — H. Douxami et J. Révil. Note sur les terrains tertiaires du plateau des Déserts, près Chambéry (Savoie). *Bull. Serv. Carte Géol.*, X, p. 309-329, 2 fig., 1898.

177. — L. Duparc et Étienne Ritter. Le grès de Taveyannaz et ses rapports avec les formations du Flysch. *Arch. Sc. phys. et nat.*, 3e sér., XXXIII, p. 435-452, 530-560, fig., 1893.

178. — W. Kilian et J. Révil. Une excursion géologique en Tarentaise (la brèche nummulitique et son extension au nord de Moutiers). *Bull. Soc. Hist. Nat. de Savoie*, 1re sér., VII, p. 28-40, 1893.

179. — L. Rütimeyer. Ueber das Schweizerische Nummulitenterrain, mit besonderer Berücksichtigung des Gebirges zwischen dem Thunersee und der Emme. *Neue Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Ges.*, p. 1-120, pl. I-V, 1850.

180. — K. Mayer-Eymar. Systematisches Verzeichniss der Kreide- und Tertiär-Versteinerungen der Umgegend von Thun nebst Beschreibung der neuen Arten. *Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz*, XXIV, II. Beil., XXVIII+128 p., 6 pl., 1887.

181. — Arnold Heim. Die Nummuliten- und Flyschbildungen der Schweizeralpen. Versuch zu einer Revision der alpinen Eocän-Stratigraphie. *Abh. d. schweizer palæont. Ges.*, XXXV, 301 p., 26 fig., 8 pl., 1908.

182. — Jean Boussac. Observations sur le Nummulitique des Alpes Suisses. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., IX, p. 178-196, pl. VI, 1910.

183. — Id. Interprétation tectonique du Flysch dit autochtone de la Suisse centrale et orientale. *C. R. Ac. Sc.*, CL, p. 1148-1150, 1910.

184. — Id. Distribution des niveaux et des facies dans le Nummulitique dit autochtone de la Suisse orientale. *Ibid.*, CL, p. 1272-1274, 1910.

185. — Id. Nummulitique helvétique et Nummulitique préalpin dans la Suisse centrale et orientale. *Ibid.*, CL, p. 1555-1557, 1910.

186. — Id. Sur le Nummulitique des Alpes orientales. *Ibid.*, CXLIX, p. 952-954, 1909.

187. — Wilhelm Wolff. Die Fauna der südbayerischen Oligocaenmolasse. *Palæontogr.*, XLIII, p. 223-311, pl. XX-XXVIII, 1897.

187 *bis*. — Karl Frauscher. Das Unter-Eocän der Nordalpen und seine Fauna. I. Lamellibranchiaten. *Denkschr. d. kais. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Cl.*, LI, 2, p. 37-270, 3 tabl., 1 fig., pl. I-XII, 1886.

188. — E. Wepfer. Die nördliche Flyschzone im Bregenzer Wald. *N. Jahrb. f. Miner.*, Beil.-Bd. XXVII, p. 1-71, 5 fig., pl. I-II, 1908.

189. — A. Tornquist. Die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone und ihre Beziehungen zu den ostalpinen Deckenschüben. *Ibid.*, 1908, I, p. 63-112, 11 fig., pl. IV-XII.

190. — Th. Fuchs. Versteinerungen aus den Eocänbildungen der Umgebung von Reichenhall. *Verh. d. k. k. geol. Reichsanst.*, 1874, p. 132-135.

191. — C. W. v. Gümbel. Die geologische Stellung der Tertiärschichten von Reit im Winkel. *Geogn. Jahresh.*, II, p. 163-175, 1889.

192. — Otto M. Reis. Die Korallen der Reiter Schichten. *Ibid.*, II, p. 91-162, 2 fig., pl. I-IV, 1889.

193. — Karl Deninger. Beitrag zur Kenntniss der Molluskenfauna der Tertiärbildungen von Reit im Winkel und Reichenhall. *Ibid.*, XIV, p. 221-245, pl. VII-VIII, 1901.

194. — Julius Dreger. Die Gastropoden von Häring bei Kirchbichl in Tirol. *Annalen d. k. k. naturhist. Hofmuseums*, VII, p. 11-34, pl. I-IV, 1892.

195. — Id. Die Lamellibranchiaten von Häring bei Kirchbichl in Tirol. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, LIII, p. 253-294, 1 fig., pl. XI-XIII, 1903.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

196. — Karl Alphons Penecke. Das Eocän des Krappfeldes in Kärnten. *Sitzungsber. d. math.-naturw. Cl. d. kais. Akad. d. Wiss.*, XC, 1, p. 327-371, pl. I-V, 1885.

197. — Paul Oppenheim. Ueber einige alttertiäre Faunen der Österreichisch-Ungarischen Monarchie. *Beitr. z. Paläont. u. Geol. Osterr.-Ung.*, XIII, p. 141-277, fig. 11-18, pl. XI-XIX, 1901.

198. — Giuseppe Cecchia-Rispoli. La seria nummulitica dei dintorni di Termini-Imerese. *Giorn. di Sc. Nat. ed Econom. di Palermo*, XXVII, p. 53-137, 177-204, fig., 7 + 2 pl., 1909.

199. — Id. Sull' esistenza dell' Oligocene nella regione del Monte Iudica (prov. di Catania). *Rendiconti d. R. Accad. d. Lincei, Cl. di Sc. fis., mat. e nat.*, ser. 5ª, XIX, p. 548-551, 1910.

200. — Robert Douvillé. Sur les « argiles écailleuses » des environs de Palerme, sur le Tertiaire de la côte d'Otrante et sur celui de Malte. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., VI, p. 626-634, 1906.

201. — Achille Tellini. Le Nummulitidi della Majella, delle isole Tremiti e del promontorio Garganico. *Boll. della Soc. geol. ital.*, IX, p. 360-422, pl. XI-XIV, 1890.

202. — L. Pareto. Note sur les subdivisions que l'on pourrait établir dans les terrains tertiaires de l'Apennin septentrional. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 2e sér., XXII, p. 210-277, 1865.

203. — G. Michelotti. Études sur le Miocène inférieur de l'Italie septentrionale. 1 vol. in-4°, 184 p., 16 pl. Harlem, 1861.

204. — A. Issel. Osservazioni sul Tongriano di Santa Giustina e Sassello, con Carta geologica.

G. Rovereto. Illustrazione dei Molluschi fossili tongriani posseduti dal Museo Geologico della R. Università di Genova. *Atti d. R. Univers. di Genova*, XV, 210 p., 9 pl., 1900.

205. — Id. Conclusions d'une étude sur l'Oligocène des Apennins de la Ligurie. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., X, p. 66-72, 1 fig., 1910.

206. — Federico Sacco. Les étages et les faunes du bassin tertiaire du Piémont. *Ibid.*, 4e sér., V, p. 893-916, pl. XXX-XXXI, 1905.

207. — Alexandre Brongniart. Mémoire sur les terrains de sédiment supérieurs calcaro-trappéens du Vicentin. 1 vol. in-4°, 86 p., 6 pl. Paris, 1823.

208. — Ed. Suess. Ueber die Gliederung des Vicentinischen Tertiärgebirges. *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss.*, I. Abth., LVIII, p. 265-279, 1868.

209. — Hébert et Munier-Chalmas. Recherches sur les terrains tertiaires de l'Europe méridionale. I. Terrains tertiaires de la Hongrie (Bakony, Gran, Buda-Pesth); II. Terrains tertiaires du Vicentin. *C. R. Ac. Sc.*, LXXXV, p. 122-128, 181-186, 259-265, 320-325, 1877.

210. — Id. Nouvelles recherches sur les terrains tertiaires du Vicentin. *Ibid.*, LXXXV, p. 1310-1314, 1486-1489, 1878.

211. — Munier. Étude du Tithonique, du Crétacé et du Tertiaire du Vicentin. *Thèses Fac. Sc. Paris.* 1 vol. in-8°, 184 p., 35 fig., 1891.

212. — Paul Oppenheim. Die eocäne Fauna des Mt. Pulli bei Valdagno im Vicentino. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, XLVI, p. 309-445, fig., pl. XX-XXIX, 1894.

213. — Id. Die Eocaenfauna des Monte Postale bei Bolca im Veronesischen. *Palæontogr.*, XLIII, p. 125-221, pl. XII-XIX, 1896.

214. — Id. Die Priabonaschichten und ihre Fauna im Zusammenhange mit gleichalterigen und analogen Ablagerungen vergleichend bearbeitet. *Ibid.*, XLVII, 348 p., 31 fig., 21 pl., 1900-1901.

215. — Id. Paläontologische Miscellaneen : Beiträge zur Kenntniss des Oligocän und seiner Fauna in den venetianischen Voralpen. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, LII, p. 243, pl. IX-XI, 1900.

216. — Id. Ueber die Ueberkippung von S. Orso, das Tertiär des Tretto und

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Fauna wie Stellung der Schioschichten. *Ibid.*, LV, p. 98-235, pl. VIII-XI, 1903.

217. — Id. Das Alttertiär der Colli Berici in Venetien, die Stellung der Schichten von Priabona und die oligocäne Transgression im alpinen Europa. *Ibid.*, XLVIII, p. 27-152, 1 tabl., pl. II-V, 1896.

218. — Ramiro Fabiani. Paleontologia dei Colli Berici. *Mem. della Soc. ital. delle Sc.*, ser. 3ª, XV, p. 45-248, pl. I-VI, 1908.

219. — W. Kranz. Das Tertiär zwischen Castelgomberto, Montecchio Maggiore, Creazzo und Monteviale im Vicentin. *N. Jahrb. f. Miner.*, Beil.-Bd. XXIX, p. 180-268, 1 fig., pl. IV-VI, 1910.

220. — Paul Oppenheim. Ueber die Nummuliten des Venetianischen Tertiärs. 1 br. in-8°, 28 p., 1 pl. Berlin, 1894.

221. — Jean Boussac. Développement et morphologie de quelques Foraminifères de Priabona. Sur la formation du réseau de quelques Nummulites réticulées. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., VI, p. 88-100, pl. I-III, 1906.

222. — Antonio d'Achiardi. Corallarii fossili del terreno nummulitico dell' Alpi Venete. *Mem d. Soc. Ital. d. Sc. Nat.*, II, 4, 53 p., 5 pl., 1866; IV, 1, 31 p., 8 pl., 1868.

222 *bis*. — Id. Studio comparativo fra i Coralli dei terreni terziari del Piemonte e dell' Alpi Venete. *Annali Univers. Pisa*, X, p. 1-74, pl. I-II, 1868.

223. — A. E. Reuss. Paläontologische Studien über die älteren Tertiärschichten der Alpen. *Denkschr. d. math.-naturw. Cl. d. k. Akad. d. Wiss.*, XXVIII, p. 1-56, pl. I-XVI, 1868; XXIX, p. 215-298, pl. XVII-XXXVI, 1869.

224. — W. Dames. Die Echiniden der vicentinischen und veronesischen Tertiärablagerungen. *Palæontogr.*, XXV, p. 1-100, pl. I-XI, 1877.

225. — A. Bittner. Beiträge zur Kenntniss alttertiärer Echinidenfaunen der Südalpen. *Beitr. z. Pal. OEster.-Ung.*, I, p. 43-110, pl. V-XII, 1880-1881.

226. — Paul Oppenheim. Revision der tertiären Echiniden Venetiens und des Trentino, unter Mittheilung neuer Formen. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, LIV, p. 159-283, 23 fig., pl. VII-IX, 1902.

227. — Theodor Fuchs. Beitrag zur Kenntniss der Conchylienfauna des Vicentinischen Tertiärgebirges. *Denkschr. d. math.-naturw. Cl. d. k. Akad. d. Wiss.*, XXX, p. 137-215, pl, I-XI, 1870.

228. — E. P. Vinassa di Regny. Synopsis dei Molluschi terziari delle Alpi Venete. *Palæontogr. Ital.*, I, p. 211-275, pl. XVI-XVIII, 1895; II, p. 149-184, pl. XXI-XXII, 1896; III, p. 145-200, pl. XIX-XX, 1897.

229. — Alexander Bittner. Die Brachyuren des vicentinischen Tertiärgebirges. *Denkschr. d. math.-naturw. Cl. d. k. Akad. d. Wiss.*, XXXIV, 2, p. 63-106, 1 tabl., pl. I-V, 1875.

230. — Achille de Zigno. Catalogo ragionato dei Pesci fossili del calcare eocene di M. Bolca e M. Postale. 1 vol. in-8°, 215 p. Venezia, 1874.

231. — Otto Jaekel. Die eocänen Selachier vom Monte Bolca. Ein Beitrag zur Morphologie der Wirbelthiere. 1 vol. in-8°, 176 p., 39 fig., 8 pl., 1894.

232. — Charles R. Eastman. Les types de Poissons fossiles du Monte Bolca au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris. *Mém. Soc. Géol. Fr., Paléont.*, n° 34, 33 p., 5 pl., 1905.

233. — Enrico Nicolis. Carta geologica della provinzia di Verona. 1 carte en couleurs, 1/75000. Note illustrative. 1 br. in-8°, 141 p., 1 tabl. Verona, 1882.

234. — Arturo Negri. Carta geologica della provinzia di Vicenza. 1 carte en couleurs, 1/100 000. C. A. I. Sezione di Vicenza, 1901.

235. — D. Dal Lago. Note illustrative alla Carta geologica della provinzia di Vicenza. 1 br. in-8°, 140 p. Vicenza, 1903.

236. — F. Teller. Oligocänbildungen im Feistritzthal bei Stein in Krain. *Verh. d. k. k. geol. Reichsanst.*, 1885, p. 193-200, 1 fig.

237. — Paul Oppenheim. Die oligocäne Fauna von Polschitza in Krain. *Ber. über die Senckenb. Naturf. Ges. in Frankfurt a. M.*, 1896, p. 259-283.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

237 *bis*. — A. E. Reuss. Die fossilen Foraminiferen, Anthozoen und Bryozoen von Oberburg in Steiermark. *Denkschr. d. math. naturw. Cl. d. k. Akad. d. Wiss.*, XXIII, p. 1-38, pl. I-X, 1864.

238. — A. Bittner. Die Tertiär-Ablagerungen von Trifail und Sagor. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XXXIV, p. 433-596, fig., pl. X, 1884.

239. — Guido Stache. Die Eocengebiete in Inner-Krain und Istrien. *Ibid.*, X, p. 272-332, 16 fig , pl. VIII, 1859; XIV, p. 11-116, 26 fig., pl. I, 1864; XVII, p. 243-289, pl. VI, 1867.

240. — R. J. Schubert. Zur Stratigraphie des istrisch-norddalmatinischen Mitteleocäns. *Ibid.*, LV, p. 153-188, 1 tabl., 1905.

241. — Id. Das Verbreitungsgebiet der Prominaschichten im Kartenblatte Novigrad-Benkovac (Norddalmatien). *Ibid.*, LIV, p. 461-510, pl. XII, 1904.

242. — Antonio Renato Toniolo. L'Eocene dei dintorni di Rozzo in Istria e la sua fauna. *Palæontogr. Ital.*, XV, p. 237-295, 1 fig., pl. XXIV-XXVI, 1909.

243. — G. Dainelli. La fauna eocenica di Bribir in Dalmazia. *Ibid.*, X, p. 141-273, pl. XV-XVII, 1904; XI, p. 1-92, pl. I-II, 1905.

244. — Id. Il Miocene inferiore di Promina in Dalmazia. *Ibid.*, VII, p. 235-285, pl. XXIX-XXXIII, 1901.

245. — Paul Oppenheim. Ueber die Fauna des Mt. Promina in Dalmatien und das Auftreten von Oligocän in Macedonien. *Centralbl. f. Miner.*, 1902, p. 266-281.

246. — Id. Ueber mitteleocäne Faunen in der Herzegowina und ihre Beziehungen zu den Schichten von Haskowo in Bulgarien und anderen alttertiären Faunen des östlichen Mittelmeerbeckens. *N. Jahrb. f. Miner.*, 1899, II, p. 105-115.

247. — N. Sokolow. Die untertertiären Ablagerungen Südrusslands (en russe, résumé en all.). *Mém. Comité Géol.*, IX, 2, x + 329 p., fig., 2 cartes, 1893.

248. — Id. Die unteroligocäne Fauna der Glaukonitsande bei der Eisenbahnbrücke von Jekaterinoslaw. *Ibid.*, IX, 3, vii + 138 p., 26 fig., 5 pl., 1894.

249. — V. Koenen. Ueber die Tertiärversteinerungen von Kiew, Budzak und Traktemirow. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, XXI, p. 587-598, pl. XVI, 1869.

250. — Th. Fuchs. Die Conchylienfauna der Eocaenbildungen von Kalinowka im Gouvernement Cherson im südlichen Russland. *Verh. d. k. Russ. Miner. Ges.*, 2te Ser., V, p. 66-93, pl. I-V, 1869.

251. — A. P. Pavlow. On dikes of oligocene sandstone in the Neocomian Clays of the District of Alatyr, in Russia. *Geol. Mag.*, N. S., dec. 4, III, p. 49-53, 1896.

252. — A. von Koenen. Ueber die unter-oligocaene Tertiaer-Fauna vom Aralsee. *Bull. Soc. Imp. des Nat. de Moscou*, XLI, 1, p. 144-172, 1868.

253. — A. Karpinsky. Sédiments tertiaires du versant oriental de l'Oural. *Bull. de la Soc. Ouralienne Ekaterinenb.*, VII, p. 60-72, 1884.

254. — Sava Athanasiu. Ueber eine Eocänfauna aus der nordmoldauischen Flyschzone. *Verh. k. k. geol. Reichsanst.*, 1899, p. 256-267, 5 fig

255. — Ion Popescu Voiteşti. Contributions à l'étude stratigraphique du Nummulitique de la dépression gétique (Roumanie occidentale). *Thèses Fac. Sc. Paris*. 1 vol. gr. in-8°, 98 p., 1 tabl., 19 fig., 5 pl., 2 cartes. Bucarest, 1910.

256. — L. Mrazec. Despre presenţa bartonianului in judeţul Prahova (résumé en all.). *Bul. Soc. de Ştiinţe din Bucureşti*, XVI, p. 15-26, 1906.

257. — Henri Douvillé. Sur quelques gisements à Nummulites de l'Est de l'Europe. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., VIII, p. 266-267, 1908.

258. — A. von Koenen. Ueber die von F. Toula entdeckte unter-oligocäne Fauna der Mergel von Burgas. *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien, math.-naturw. Cl.*, CII, 1, p. 181-189, 1893.

259. — Constantin von Vogdt. Ueber die Obereocän und Oligocänschichten der Halbinsel Krim. *Verh. d. k. k. geol. Reichsanst.*, 1889, p. 287-295.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

260. — Karl A. Zittel. Die obere Nummulitenformation in Ungarn. *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss.*, XLVI, I, p. 353-395, pl. I-III, 1862.

261. — Maximilian von Hantken. Die geologischen Verhältnisse des Graner Braunkohlengebietes. *Mittheil. a. d. Jahrb. d. k. ungar. geol. Anst.*, I, p. 1-147, pl. I-V, 1 carte, 1872.

262. — Id. Der Ofener Mergel. *Ibid.*, II, p. 207-234, 1873.

263. — Id. Neue Daten zur geologischen und palæontologischen Kenntniss des südlichen Bakony. *Ibid.*, III, p. 339-371, pl. XVI-XX, 1875.

264. — Id. Die Mittheilungen der Herren Edm. Hébert und Munier-Chalmas über die ungarischen alttertiären Bildungen. *Literar. Ber. aus Ungarn*, III, 33 p., pl. I-II, 1879.

265. — Paul Oppenheim. Ueber einige Brackwasser und Binnenmollusken aus der Kreide und dem Eocän Ungarns. *Zeitschr d. D. geol. Ges.*, XLIV, p. 697-818, pl. XXXI-XXXVI, 1892.

266. — Anton Koch. Die Tertiärbildungen des Beckens der Siebenbürgischen Landestheile. I. Paläogene Abtheilung. *Mitth. a. d. Jahrb. d. k. ungar. geol. Anst.*, X, p. 177-399, 10 fig., pl. VI-IX, 1894.

267. — Paul Oppenheim. Neue Beiträge zur Geologie und Paläontologie der Balkanhalbinsel. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, LVIII, p. 109-180, 8 fig., pl. VIII, 1906.

268. — St. Bontscheff. Das Tertiärbecken von Haskowo (Bulgarien). *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XLVI, p. 309-410, 10 fig., pl. III-VII, 1897.

269. — Alfred Philippson und Paul Oppenheim. Tertiär und Tertiärfossilien in Nord-Griechenland, sowie in Albanien und bei Patras im Peloponnes. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, XLVI, p. 800-822, fig., 1894.

270. — Karl Alphons Penecke. Marine Tertiär-Fossilien aus Nordgriechenland und dessen türkischen Grenzländern. *Denkschr. d. math.-naturw. Cl. d. k. Akad.*, LXIV, p. 41-66, pl. I-III, 1897.

270 *bis*. — Thomas English. Eocene and later formations surrounding the Dardanelles. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, LX, p. 243-295, 9 fig., 1 tabl., pl. XXI-XXV, 1904.

271. — Paul Oppenheim. Zur Kenntniss alttertiärer Faunen in Ægypten. *Palæontographica*, XXX, 3, 348 p., 35 fig., 27 pl., 1903-1906.

272. — Max Blanckenhorn. Neues zur Geologie und Paläontologie Ægyptens. II. Das Palæogen. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, LII, p. 403-479, 1 fig., 1 tabl., 1900.

273. — Roux et Henri Douvillé. La Géologie des environs de Redeyef (Tunisie). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., X, p. 646-659, 4 fig., 1910.

274. — E. Ficheur. Description géologique de la Kabylie du Djurjura. Étude spéciale des terrains tertiaires. *Thèses Fac. Sc. Paris*. 1 vol. in-8°, 474 p., 59 fig., 2 pl. Alger, 1890.

274 *bis*. — J. Dareste de la Chavanne. La région de Guelma. Étude spéciale des terrains tertiaires. *Thèses Fac. Sc. Lyon*. 1 vol. in-8°, 321 p., 20 fig., 14 pl. Alger, 1910.

275. — Blayac. Description géologique des régions à phosphate de chaux de Tébessa et de Bordj Bou Arréridj (Algérie). *Annales des Mines*, 9e sér., VI, p. 319-337, pl. XV, 1894.

276. — L. Joleaud Sur les faunes de l'Éocène inférieur et moyen du Sud algérien et tunisien. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., VIII, p. 295-297, 1908.

277. — A. Brives. Sur les terrains éocènes dans le Maroc occidental. *C. R. Sc. Ac.*, CXL, p. 395-397, 1905.

278. — Louis Gentil et Jean Boussac. Sur la présence du Priabonien dans le Nord du Maroc. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., X, p. 484-485, 1910.

279. — G. Cotteau. Échinides éocènes de la province d'Alicante. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., V, 2, 107 p., 16 pl., 1890.

279 *bis*. — Louis Mariano Vidal. Note sur l'Oligocène de Majorque. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., V, p. 651-654, 2 fig., 1905.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

280. — J. Deprat. Le Nummulitique de la Pta del Fornello (Corse). *Ibid.*, 4e sér., IX, p. 35-36, 1909.

281. — Eug. Maury. Note préliminaire sur la stratigraphie et la tectonique de la Corse orientale. *Ibid.*, 4e sér., X, p. 272-293, 7 fig., 1910.

282. — R. J. Schubert. Kreide-und Eocänfossilien von Ordu am schwarzen Meere (Kleinasien). *Verh. k. k. geol. Reichsanst.*, 1907, p. 94-98, 3 fig.

283. — E. Vredenburg. Nummulites Douvillei, an undiscribed species from Kachh with remarks on the zonal distribution of Indian Nummulites. *Rec. Geol. Surv. India*, XXXIV, p. 79-95, pl. VIII, 1906.

284. — Id. The classification of the Tertiary System in Sind with reference to the zonal distribution of the Eocene Echinoidea described by Duncan and Sladen. *Ibid.*, XXXIV, p. 172-198, 1906.

285. — Id. Note on the distribution of the genera Orthophragmina and Lepidocyclina in the Nummulutic series of the Indian Empire. *Ibid.*, XXXV, p. 62-67, 1907.

286. — M. Cossmann and G. Pissaro. The Mollusca of the Ranikot Series. Part I, Cephalopoda and Gastropoda. Introductory Note on the Stratigraphy of the Ranikot Series by E. W. Vredenburg. *Palæont. Indica*, N. S., III, n° 1, 25 + 83 p., 9 fig., 8 pl., 1909.

287. — H. Abich. Beiträge zur Paläontologie des asiatischen Russlands. *Mém. Acad. Sc. St-Pétersb.*, 6e sér., *Sc. math. et phys.*, VII, p. 537-577, pl. I-VIII, 1858.

288. — G. Romanowski. Materialien zur Geologie von Turkestan. I. Geologische und paläontologische Uebersicht des nordwestlichen Thian-Schan und des südlichen Theiles der Niederung von Turan. 1 vol. in-4°, 143 p., 30 pl. St.-Petersburg, 1880.

289. — Id. Ferghana. Stufe der Kreideformation und ihr palæontologischer Charakter. *Verh. d. k. Russ. kais. Miner. Ges.*, 2te Ser., XVIII, p. 35-60, pl. I-VIII, 1882.

290. — Fritz Noetling. Note on the occurence of Velates Schmideliana, Chemn. and Provelates grandis, Sow. sp., in the Tertiary Formation of India and Burma. *Rec. Geol. Surv. of India*, XXVII, p. 103-107, pl. I-II, 1894.

290 *bis*. — Leonard V. Dalton. Notes on the Geology of Burma. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, LXIV, p. 604-643, 3 fig., pl. LIV-LVII, 1908.

291. — Max Blanckenhorn. Das Eocän in Syrien, mit besonderer Berücksichtigung Nord-Syriens. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, XLII, p. 318-359, 1 fig., pl. XVII-XIX, 1890.

292. — G. C. Crick. On a Dibranchiate Cephalopod, Styracoteuthis orientalis, n. gen. et n. sp., from the Eocene of Arabia. *Proc. of the Malacological Society*, VI, p. 274-278, fig., 1905.

293. — Richard Bullen Newton. The Tertiary Fossils of Somaliland, as represented in the British Museum (Natural History). *Quart. Journ. Geol. Soc.*, LXI, p. 155-180, 1 fig., pl. XVII-XXI, 1905.

294. — Wilhelm Wolff. Versteinerungen des Tertiärs. *Deutsch-Ost-Afrika*, VII, p. 572-577, fig. 53, 1900.

294 *bis*. — E. Scholz. Beiträge zur Kenntniss der deutsch-ostafrikanischen Tertiärablagerungen. *Monatsber. d. D. geol. Ges.*, 1910, p. 368-379, 2 pl.

295. — R. Bullen Newton. Note on the occurence of Nummulitic Limestone in South Eastern Africa. *Geol. Mag.*, N. S., dec. 4, III, p. 487-488, pl. XV, 1896.

296. — Robert Douvillé. Paléontologie de Madagascar. II. Sur quelques gisements nummulitiques de Madagascar. *Annales de Paléont.*, I, p. 61-68, pl. III, 1906.

297. — A. Tornquist. Ueber eine eocæne Fauna der Westküste von Madagaskar. *Abh. d. Senckenb. naturf. Ges.*, XXVII, p. 323-338, pl. XLVI, 1904.

298. — Paul Fischer. Sur l'existence du terrain tertiaire inférieur à Madagascar. *C. R. Ac. Sc.*, p. 1392-13, 1871.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

299. — William King. The Warkilli Beds and reported associated deposits at Quilon, in Travancore. *Rec. Geol. Surv. India*, XV, p. 93-102, 1 carte, 1882.

300. — Walter Howchin. A Census of the Fossil Foraminifera of Australia. Adelaide Meeting of the *Australas. Ass. for the Advancement of Sc.*, 25 p., 1893.

301. — P. Martin Duncan. On the Fossil Corals (Madreporaria) of the Australian Tertiary. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, XXVI, p. 284-318, pl. XIX-XXII, 1870.

302. — Id. On the Echinodermata of the Australian Cainozoic (Tertiary) Deposits. *Ibid.*, XXXIII, p. 42-71, 1 fig., pl. III-IV, 1877.

303. — George F. Harris. Catalogue of the Tertiary Mollusca in the Department of Geology British Museum (Natural History). I. The Autralasian Tertiary Mollusca. 1 vol. in-4°, XXVI+407 p., 8 pl., 1897.

304. — Henri Douvillé. Les Foraminifères dans le Tertiaire de Bornéo. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér.. V, p. 435-464, pl. XIV, 1905.

304 *bis*. — K. Martin. Die Fauna der Mëlawigruppe einer tertiären (eocaenen?) Brakwasser-Ablagerung aus dem Innern von Borneo. *Samml. d. Geol. Reichs-Mus. in Leiden*, Ser. I, V, p. 257-316, pl. XV-XVI, 1899.

305. — R. D. M. Verbeek, O. Böttger, Th. Geyler und K. v. Fritsch. Die Eocänformation von Borneo und ihre Versteinerungen. *Palæontographica*, Suppl. III, p. 1-146, fig., pl. I-XIX, 1875-1878.

306. — R. D. M. Verbeek, O. Böttger und K. v. Fritsch. Die Tertiärformation von Sumatra und ihre Thierreste. *Ibid.*, Suppl. III, p. 147, fig., pl. XX-XLIV, 1880-1883.

307. — Aug. Tobler. Topographische und geologische Beschreibung der Petroleumgebiete bei Moeara Enim (Süd-Sumatra). *Tijdschr. v. h. k. Nederl. Aardrijkskundig Genootschap*, 1906, p. 199-315, 1 tabl., 4 pl.

308. — R. D. M. Verbeek et R. Fennema. Description géologique de Java et Madoura. 2 vol. in-8°, XLVI + 1183 p., 11 pl. foss., 25 phototyp., avec atlas infolio de 50 feuilles. Amsterdam, 1896.

309. — R. D. Verbeek. Rapport sur les Moluques. Reconnaissances géologiques dans la partie orientale de l'Archipel des Indes Néerlandaises. 1 vol. in-8°, XLVI + 844 p., 10 pl., atlas in-folio de 2 cartes et 18 pl. Batavia, 1908.

310. — H. Bücking. Beiträge zur Geologie von Celebes. *Samml. d. Geol. Reichs-Mus. in Leiden*. Ser. I, VII, p. 29-207, pl. III-VII, 1902.

311. — Ferd. Freiherr von Richthofen. Ueber das Vorkommen von Nummuliten auf Japan und den Philippinen. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, XIV, p. 357-360, 1862.

312. — Henri Douvillé. Sur le Tertiaire des Philippines. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., IX, p. 338-339, 1909.

313. — J. Deprat. Les dépôts éocènes néocalédoniens; leur analogie avec ceux de la région de la Sonde. Description de deux espèces nouvelles d'Orbitoïdes. *Ibid.*, 4e sér., V, p. 485-516, 7 fig., pl. XVI-XIX, 1905.

314. — S. Yoshiwara. Geological age of the Ogasawara Group (Bonin Islands) as indicated by the occurence of Nummulites. *Geol. Mag.*, dec. IV, IX, p. 296-304, 3 fig., 1902.

315. — W. H. Dall. Report on Coal and Lignite in Alaska. *7th ann. Rept U. S. Geol. Surv.*, I, p. 771-908, pl. XLVIII-LVIII, fig. 23-25, 1896.

315 *bis*. — Bailey Willis. Some Coal Fields of Puget Sound. *18th ann. Rept. U. S. Geol. Surv.*, III, p. 393-436, fig. 26-31, pl. LII-LXVIII, 1898.

316. — George Homans Eldridge and Ralph Arnold. The Santa Clara Valley, Puente Hills and Los Angeles Oil Districts, Southern California. *Bull. U. S. Geol. Surv.*, n° 309, 266 p., 17 fig., 41 pl., 1907.

317. — Ralph Arnold. Geology and Oil Resources of the Summerland District, Santa Barbara County, California. *Ibid.*, n° 321, 93 p., 3 fig., 17 pl., 1907.

318. — Ralph Arnold and Robert Anderson. Geology and Oil Resources of the Santa Maria Oil District, Santa Barbara County, California. *Ibid.*, n° 322, 161 p., 26 pl., 1907.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

319. — Ralph Arnold. Paleontology of the Coalinga District, Fresno and Kings Counties, California. *Ibid.*, n° 396, 101 p., 30 pl., 1909.

320. — Id. Environment of the Tertiary Faunas of the Pacific Coast of the United States. *Journ. of Geol.*, XVII, p. 509-533, 5 fig., 1909.

321. — John C. Merriam. The Geological Relations of the Martinez Group of California at the typical locality. *Ibid.*, V, p. 767-775, 1897.

322. — H. Douvillé. Sur l'âge des couches traversées par le canal de Panama. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XXVI, p. 587-600, 1899.

323. — J. P. J. Ravn. The Tertiary Fauna at Kap Dalton in East-Greenland. *Meddelelser om Grønland*, XXIX, p. 93-140, pl. III-V, 1904.

324. — William Bullock Clark. Correlation Papers. Eocene. *Bull. U. S. Geol. Surv.*, n° 83, 173 p., 2 pl., 1891.

325. — Id. The Eocene Deposits of the Middle Atlantic Slope in Delaware, Maryland, and Virginia. *Ibid.*, n° 141, 167 p., 40 pl., 1896.

326. — William Bullock Clark and George Curtis Martin. The Eocene Deposits of Maryland. *Maryland Geol. Surv.* Eocene, 332 p., 64 pl., 1901.

327. — William H. Dall. A Table of the North American Tertiary Horizons, correlated with one another and with those of Western Europe, with Annotations. *18th ann. Rept. U. S. Geol. Surv.*, II, p. 323-348, 1898.

328. — Maurice Cossmann. Notes complémentaires sur la faune éocénique de l'Alabama. *Annales de Géol. et de Paléont.*, 12e livr., 52 p., 2 pl., 1893.

329. — William Healey Dall. Geological Results of a Study of the Tertiary Fauna of Florida. *Trans. of the Wagner Free Inst. of Sc. Philad.*, III, p. 1541-1620, 1903.

330. — E. T. Dumble. The Cenozoic Deposits of Texas. *Journ. of Geol.*, II, p. 549-567, 1894.

331. — P. M. Duncan. On the fossil Corals of the West India Islands. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, XIX, p. 406-458, pl. XIII-XVI, 1863; XX, p. 20-40, 358-374, pl. II-V, 1864; XXIV, p. 9-32, pl. I-II, 1868.

332. — J. Carrick Moore. On some Tertiary Shells from Jamaica, with a Note on the Corals by P. M. Duncan, and a Note on some Nummulinæ and Orbitoides by Rupert Jones. *Ibid.*, XIX, p. 510-515, 1863.

333. — R. J. Lechmere Guppy. On the Tertiary Mollusca of Jamaica. *Ibid.*, XXII, p. 281-295, pl. XVI-XVIII, 1866.

334. — R. J. Lechmere Guppy and William Healey Dall. Description of Tertiary Fossils from the Antillean Region. *Proc. U. S. Nat. Mus.*, XIX, p. 303-331, pl. XXVII-XXX, 1896.

335. — Robert T. Hill. The Geology and Physical Geography of Jamaica : a Study of a Type of Antillean Development. *Bull. Mus. of Comp. Zool.*, XXXIV (Geol. Ser. IV), p. 1-256, pl. I-XLI, 1899.

336. — Cotteau. Description des Echinides tertiaires des îles St-Barthélemy et Anguilla. *K. Svenska Vetensk. Akad. Handl.*, XIII, 6, 47 p., 8 pl., 1875.

337. — R. J. Lechmere Guppy. On the West Indian Tertiary Fossils. *Geol. Mag.*, dec. 2, I, p. 404-411, 433-446, pl. XVI-XVIII, 1874.

338. — J. Chautard. Note sur les formations éocènes du Sénégal. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., V, p. 141-153, pl. IV-V, 1905.

339. — Paul Oppenheim. Ueber Tertiärfossilien, wahrscheinlich eozänen Alters, von Kamerun. *Beitr. z. Geol. v. Kamerun*, II, p. 241-285, pl. VI-IX, 1904.

340. — W. M. Davis. The Freshwater Tertiary Formations of the Rocky Mountain Region. *Proc. Amer. Acad. Arts a. Sc.*, XXXV, p. 345-373, 1900.

341. — Henry Fairfield Osborn. Correlation between Tertiary Mammal Horizons of Europe and America. *Annals N. Y. Acad. Sc.*, XIII, p. 1-72, 3 fig., 1900.

342. — Id. Cenozoic Mammal Horizons of Western North America, with Faunal Lists of the Tertiary Mammalia of the West by William Diller Matthew. *Bull. U. S. Geol. Surv.*, n° 361, 138 p., 3 pl., 15 fig., 1909.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

342 *bis.* — ID. The Age of Mammals in Europe, Asia and North America, 1 vol. in-8°, XVII + 635 p., 220 fig. New-York, 1910.

343. — EDWARD D. COPE. The Vertebrata of the Tertiary Formations of the West. I. *Rept. U. S. Geol. Surv. of the Territories*, III, XXXV + 1009 p., 38 fig., 75 pl., 1883.

344. — W. D. MATTHEW. A Revision of the Puerco Fauna. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, IX, p. 259-323, 20 fig., 1897.

345. — H. F. OSBORN and J. L. WORTMANN. Fossil Mammals of the Wasatch and Wind River Beds. *Ibid.*, IV, p. 81-147, 18 fig., pl. IV, 1892.

346. — H. F. OSBORN. The Huerfano Lake Basin. *Ibid.*, IX, p. 251-258, 1897.

347. — W. B. SCOTT and H. F. OSBORN. The Mammalia of the Uinta Formation. *Trans. Amer. Philos. Soc.*, N. S. XVI, p. 461-572, 13 fig., pl. VII-XI, 1889.

348. — H. F. OSBORN and J. L. WORTMAN. Fossil Mammals of the Lower Miocene White River Beds, *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, XI, p. 199-228, 1894.

349. — SAMUEL H. SCUDDER. The Tertiary Insects of North America. *Rep^t. of the U. S. Geol. Surv. of the Territ.*, XIII, 734 p., 29 pl., 3 fig., 1890.

350. — AD. WATELET. Description des plantes fossiles du bassin de Paris. 1 vol. in-4°, 264 p., atlas de 60 pl. Paris, 1866.

351. — JOHN STARKIE GARDNER. A Monograph of the British Eocene Flora. *Palæontogr. Soc.*, 86 + 159 p., XIII + XXVII pl., 1879-1886.

352. — G. DE SAPORTA et A.-F. MARION. Essai sur l'état de la végétation à l'époque des marnes heersiennes de Gelinden. *Mém. couronnés et Mém. des Savants étr. publiés par l'Acad. R. Sc., L. et B.-A. de Belg.*, XXXVII, 95 p., 1873.

353. — GASTON DE SAPORTA. Prodrome d'une flore fossile des travertins anciens de Sézanne *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 2e sér., VIII, n° 3, p. 289-436, pl. XXII-XXXVI, 1868.

354. — MAURICE LANGERON. Contributions à l'étude de la flore fossile de Sézanne. *Bull. Soc. Hist. Nat. Autun*, XII, p. 431-455, 5 fig., pl. II-V, 1899; XIII, p. 333-369, pl. I-V, 1900; XV, p. 59-84, 7 fig., pl. III-V, 1902.

355. — P.-H. FRITEL. Étude sur les Végétaux fossiles de l'étage Sparnacien du bassin de Paris. *Mém. Soc. Géol. Fr. Paléont.*, n° 40, 37 p.,.3 pl., 1910.

356. — OLIVIER COUFFON. Les grès à Sabalites andegaviensis en Anjou. *Bull. de la Soc. d'Études scient. d'Angers*, N. S., XXXVIII, p. 9-28, 8 pl., 1909.

357. — C. L. FRIDOLIN SANDBERGER. Die Land- und Süsswasser-Conchylien der Vorwelt. 1 vol. in-4°, 1000 p., atlas in-folio, 36 pl. Wiesbaden, 1870-1875.

358. — G. F. DOLLFUS. Feuille de Bourges au 320.000^e (Revision des faunes continentales). *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, XVI, p. 284-304, 1906.

359. — H. G. STEHLIN. Remarques sur les faunules de Mammifères des couches éocènes et oligocènes du Bassin de Paris. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., IX, p. 488-520, 1 tabl., 1911.

360. — LEMOINE. Étude d'ensemble sur les dents des Mammifères fossiles des environs de Reims. *Ibid.*, 3e sér., XIX, p. 263-290, pl. X-XI, 1891.

361. — CH. DEPÉRET. Relations stratigraphiques des faunes de Cernay et de Meudon au mont de Berru. *Ibid.*, 4e sér., VI, p. 442-443, 1906.

362. — MARCELLIN BOULE. Description géologique du Velay. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, IV, p. 1-259, 80 fig., 11 pl., 1892.

363. — JEAN GIRAUD. Études géologiques sur la Limagne (Auvergne). *Ibid.*, XIII, p. 1-410, 97 fig., 2 pl., 1902.

364. — ANTOINE LAUBY. Recherches paléophytologiques dans le Massif central. *Ibid.*, XX, p. 1-398, 53 fig., 14 pl., 1 carte, 1910.

365. — H. FILHOL. Mammifères fossiles de Ronzon (Haute-Loire). *Annales des Sc. géol.*, XII, 3, 270 p., pl. VI-XXXI, 1881.

366. — B. FÖRSTER. Die Insekten des « Plattigen Steinmergels » von Brunstatt. *Abh. z. geol. Specialk. v. Els.-Lothr.*, III, 5 p. 335-593, pl. XI-XVI, 1891.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

367. — C. Lakowitz. Die Oligocänflora der Umgegend von Mülhausen i. E. *Ibid.*, V, 3, p. 181-359, pl. V-XIII, 1895.

368. — C. von Ettingshausen. Die fossile Flora der älteren Braunkohlenformation der Wetterau. *Sitzungsber. d. math. naturw. Cl. d. k. Akad. d. Wiss.*, LVII, I, p. 807-893, 5 pl., 1868.

369. — J. E. Hibsch. Ueber die Lagerungs- und Ablagerungsverhältnisse einiger Glieder der nordböhmischen Braunkohlenablagerungen. *Jahrb. d. k. k. Reichsanst.*, LI, p. 87-92, 1901.

370. — Paul Friedrich. Beiträge zur Kenntniss der Tertiärflora der Provinz Sachsen. *Abh. d. geol. Specialkarte v. Preuss.*, IV, 3, 305 p., 3 fig., atlas in-4°, 31 pl., 1883.

371. — A. Tornquist. Geologie von Ostpreussen. 1 vol. in-8°, 231 p., 72 fig. Berlin, 1910.

372. — G. Vasseur. I. Nouvelles observations sur l'extension des poudingues de Palassou dans le département du Tarn. II. Observations au sujet d'une note de M. Caraven-Cachin. III. Relations du terrain nummulitique de la Montagne Noire avec les formations lacustres du Castrais. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, V, p. 359-374, 2 fig., 1 pl., 1894.

373. — Id. Note préliminaire sur les terrains tertiaires de l'Albigeois. *Ibid.*, VI, p. 75-80, 1 pl., 1894.

374. — Henri Filhol. Étude sur les Vertébrés fossiles d'Issel (Aude). *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., V, 188 p., 21 pl., 1888.

375. — H. G. Stehlin. Sur les Mammifères des sables bartoniens du Castrais. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., IV, p. 445-475, 2 fig., pl. XI-XII, 1904.

376. — H. Filhol. Recherches sur les phosphorites du Quercy, étude des fossiles qu'on y rencontre et spécialement des Mammifères. *Annales des Sc. géol.*, VII, 7, 220 p., pl. X-XXXVI, 1876; VIII, 1, 340 p., pl. I-XXVIII, 1877.

377. — C. Gaillard. Les Oiseaux des Phosphorites du Quercy. *Annales de l'Univers. de Lyon*, N. S. I, fasc. 23, 156 p., 37 fig., 8 pl., 1908.

378. — Ch. Depéret. Note sur quelques gisements nouveaux de Lophiodontidés. *Bull. Soc. d'Ét. Sc. de l'Aude*, XXI, p. 104-128, 1 pl., 1910.

379. — Id. Études paléontologiques sur les Lophiodon du Minervois. Structure du crâne, des membres et affinités générales des Lophiodon. *Arch. du Mus. d'Hist. Nat. de Lyon*, IX, 1, 51 p., 8 fig., 4 pl., 1903.

380. — Gaston de Saporta. Études sur la végétation du Sud-Est de la France à l'époque Tertiaire. *Annales des Sc. Nat. Botan.*, 4e sér., XVI, p. 309-345, pl. XVII; XVII, p. 191-311, pl. I-XIV; 5e sér., III, p. 5-158, pl. I-VIII; IV, p. 5-264, pl. I-XIII; VIII, p. 5-136, pl. I-XIV; IX, p. 5-62, pl. I-VII; XV, p. 5-79, pl. XV-XVI; XVII, p. 5-44, pl. I-V; XVIII, p. 23-146, pl. VI-XVIII, 1863-1873.

381. — Fr. Roman. Contributions à l'étude des bassins lacustres de l'Éocène et de l'Oligocène du Languedoc. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., IV, p. 546-616, 22 fig., pl. XIX-XX, 1904.

382. — F. Fontannes. Description sommaire de la faune malacologique des formations saumâtres et d'eau douce du Groupe d'Aix (Bartonien-Aquitanien) dans le Bas-Languedoc, la Provence et le Dauphiné. 1 vol. gr. in-8°, 60 p., 1 tabl., 7 pl., Lyon, 1884.

383. — Id. Études stratigraphiques et paléontologiques pour servir à l'histoire de la période Tertiaire dans le bassin du Rhône. VIII. Le groupe d'Aix dans le Dauphiné, la Provence et le Bas-Languedoc. 1re part. (seule parue). 1 vol. gr. in-8°, 200 p., 50 fig. Lyon, 1885.

384. — Ch. Depéret. Notes stratigraphiques sur le bassin tertiaire de Marseille. *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, I, 5, 19 p., 6 fig., 1889.

385. — Id. Note sur les groupes Éocène inférieur et moyen de la vallée du Rhône. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XXII, p. 682-712, fig. 15-19, pl. XXIII, 1895.

385 *bis*. — E. Oustalet. Recherches sur les Insectes fossiles des terrains

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

tertiaires de la France. *Thèses Fac. Sc. Paris.* 1 vol. in-8°, 174 + 381 p., 6 pl. Paris, 1874.

386. — Ernest Fleury. Le Sidérolithique suisse, contribution à la connaissance des phénomènes d'altération superficielle des sédiments. *Thèses Fac. Sc. Univers. Fribourg (Suisse).* 1 vol. in-8°, 262 p., 13 fig., tabl. Fribourg, 1909.

387. — P. Arbenz. Zur Kenntniss der Bohnerzformation in den Schweizeralpen. *Matér. pour la Carte géol. de la Suisse,* LIV, 1, p. 1-16, 1909.

388. — H. G. Stehlin. Die Säugethiere des schweizerischen Eocæns. Critischer Catalog der Materialien. *Abh. d. schweiz. paläont. Ges.*, XXX-XXXVI, 2 vol., VI + 1 164 p., 243 fig., 20 pl., 1903-1910.

389. — Charles Depéret. Sur un gisement sidérolithique de Mammifères de l'éocène moyen, à Lissieu, près Lyon. *C. R. Ac. Sc.*, CXVIII, p. 822-823, 1894.

390. — M. Schlosser. Beiträge zur Kenntniss der Säugethierreste aus den Süddeutschen Bohnerzen. *Geol. u. Pal. Abh. herausg. v. E. Koken*, IX, 3, 144 p., 3 fig., 5 pl., 1902.

391. — Constantin von Ettingshausen. Die tertiäre Flora von Häring in Tirol. *Abh. d. k. k. geol. Reichsanst.*, II, 3. Abth., n° 2, 118 p., 31 pl., 1853.

392. — Paul Oppenheim. Die Land- und Süsswasserschnecken der Vicentiner Eocänbildungen. Eine paläontologisch-zoogeographische Studie. *Denkschr. d. math.-naturw. Cl. d. k. Akad. d. Wiss.*, LVII, p. 113-150, 5 pl., 1890.

393. — Id. Neue Binnenschnecken aus dem Vicentiner Eocän. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, XLVII, p. 57-193, fig., pl. III-IV, 1895.

394. — Larrazet. Notes stratigraphiques et paléontologiques sur la province de Burgos. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XXII, p. 365-384, 5 fig., pl. XIII, 1894.

395. — Henri Douvillé. Sur le Tertiaire des environs de Tolède. *Ibid.*, 4e sér., VIII, p. 17-18, 455-456, 1908.

396. — Charles Depéret. Sur les bassins tertiaires de la Meseta espagnole. *Ibid.*, 4e sér. VIII, p. 18-19, 1908.

397. — Luis Mariano Vidal y Charles Depéret. Contribucion al estudo del Oligoceno en Cataluña (avec trad. franç.). *Mem. de la R. Acad. de Ciencas y Artes de Barcelona*, 3a época, V, p. 311-345, 6 fig., 1906.

398. — Charles Depéret. Los Vertebrados del Oligoceno inferior de Tárrega (prov. de Lérida) (avec trad. franç.). *Ibid.*, 3a época, V, p. 401-451, 7 fig., 3 pl., 1906.

399. — Id. L'évolution des Mammifères tertiaires. *C. R. Ac. Sc.*, CXL, p. 1517-1521, 1905; CXLI, p. 22-23, 702-705, 1905; CXLII, p. 618-621, 1906; CXLIII, p. 1120-1123, 1906.

400. — A. Tournouër. Note sur la Géologie et la Paléontologie de la Patagonie. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., III, p. 463-473, 6 fig., 1903.

401. — Charles William Andrews. A descriptive Catalogue of the Tertiary Vertebrata of the Fayûm, Egypt, based on the Collection of the Egyptian Government in the Geological Museum, Cairo, and on the Collection in the British Museum (Natural History), London. 1 vol. in-4°, XXXVII + 324 p., 98 fig., 26 pl. London, 1906.

402. — Max Schlosser. Ueber einige fossile Säugethiere aus dem Oligocän von Ægypten. *Zool. Anzeiger*, XXXV, p. 500-508, 1910.

403. — Ch. Depéret. Sur l'âge des couches à Palæomastodon du Fayoum. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., VII, p. 193-194, 455-456, 1907.

403 *bis*. — Baldwin Spencer. A Description of Wynyardia bassiana, a Fossil Marsupial from the Tertiary Beds of Table Cape, Tasmania. *Proc. Zool. Soc.*, 1900, p. 776-795, 2 pl., 4 fig.

404. — Max Semper. Das paläothermale Problem, speciell die klimatischen Verhältnisse des Eocän in Europa und im Polargebiet. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, XLVIII, p. 261-349, 1896; LI, p. 185-206, 3 fig., 1899.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

405. — Henri Douvillé. Les mouvements pyrénéens. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., VI, p. 50-55, 1906.

406. — Marcel Bertrand. La grande nappe de recouvrement de la Basse-Provence. *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, X, p. 397-467, 42 fig., 3 pl., 1899.

407. — Émile Haug. De la coexistence, dans le bassin de la Durance, de deux systèmes de plis conjugués, d'âge différent. *C. R. Ac. Sc.*, CXX, p., 1357-1360, 1895.

408. — L. Duparc et Étienne Ritter. Le grès de Taveyannaz et ses rapports avec les formations du Flysch. *Archives des Sc. phys. et nat.*, 3e pér., XXXIII, p. 435-452, 530-560, 5 fig., 1895.

409. — Fritz Frech. Geologische Beobachtungen im pontischen Gebirge. *Neues Jahrb. f. Miner.*, 1910, I, p. 1-24, 3 fig., pl. I-II.

V. aussi : 0, 1, 4, 6, 7, 9, 22; IV, 11; XI, 2, 7; XXII, 9; XXX, 7, 23; XXXII, 33; XXXIII, 22 *bis*; XXXIV, 57, 74, 77; XXXV, 76 *ter*, 111; XXXVI, 53, 54; XXXVII, 38, 43, 49, 50 *ter*, 59 *bis*, 75, 313 *bis*; XXXVIII, 5, 6, 12, 25, 29-31, 37, 45, 46, 56-62 *bis*, 161-164, 243, 252, 254, 283, 308, 320, 332, 372, 391.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

CHAPITRE XL

PÉRIODE NÉOGÈNE

1° Caractères généraux : Caractères paléontologiques. — Principaux faciès. — Délimitation. — Subdivisions.
2° Répartition géographique et principaux types : Versant atlantique de l'Europe. — Régions alpines et méditerranéennes de l'Europe. — Europe orientale. — Asie centrale et méridionale. — Pourtour de l'océan Indien. — Régions circumpacifiques. — Rivages atlantiques. — Formations continentales de l'hémisphère Nord. — Formations continentales de l'Amérique du Sud.
3° Résultats généraux : Résultats paléogéographiques. — Provinces zoologiques et climats. — Mouvements orogéniques et épirogéniques. — Phénomènes volcaniques.

La plupart des géologues sont aujourd'hui d'accord pour réunir en un système unique, sous le nom de *Néogène*[1], proposé par M. Hœrnes dès 1853, les termes supérieurs de la série Tertiaire, auxquels Ch. Lyell [0,5] donnait les noms de *Miocène*[2] et de *Pliocène*[3], remplacés plus tard par Alcide d'Orbigny [0,14] par ceux de *Falunien*[4] et de *Subapennin*[5]. Si l'on voulait faire prévaloir une nomenclature exclusivement géographique, le nom de *Méditerranéen*, souvent employé par Ed. Suess [0,22], conviendrait assez bien à l'ensemble des terrains traités dans le présent chapitre, avec cette réserve toutefois que le 4ᵉ étage méditerranéen est rangé ici dans le Quaternaire.

1° CARACTÈRES GÉNÉRAUX

Caractères paléontologiques. — Une liste des familles et des genres caractéristiques offrirait, pour la période Néogène, encore

1. De νεος, nouveau, et γενος, naissance.
2. De μειον, moins, et καινος, récent.
3. De πλειον, plus, et καινος, récent.
4. Nom tiré des faluns de l'Ouest de la France.
5. Nom tiré des collines Subapennines, dans le Piémont.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

moins d'intérêt que pour la période Nummulitique et cela pour les mêmes raisons. Sauf en ce qui concerne les Mammifères, le nombre des genres spéciaux, à plus forte raison celui des familles, est fort restreint.

La flore néogène se rapproche bien davantage de la flore nummulitique, on y trouve déjà un nombre assez considérable d'espèces vivant encore de nos jours et l'on constate la disparition des quelques genres éteints qui conféraient à la flore de la période précédente un certain caractère archaïque.

Les Foraminifères sont, parmi les Invertébrés, une des rares divisions qui renferment des genres tout à fait spéciaux aux terrains néogènes, mais aucun d'eux ne se rencontre de la base au sommet du système, comme font les Nummulites dans le Nummulitique. Les *Nummulitidæ* sont surtout représentés par *Heterostegina*, qui vit encore dans les mers actuelles, et par les genres voisins *Cycloclypeus* et *Spiroclypeus*, qui sont localisés dans le Néogène inférieur; les *Orbitoidæ*, par *Lepidocyclina*, qui se rencontre à la fois dans le Chattien, étage terminal du Nummulitique, et dans le Néogène inférieur, et par *Miogypsina*, qui semble cantonné dans le Burdigalien, c'est-à-dire dans l'étage supérieur du Néogène inférieur [XXXIX, 304].

Il n'y a rien à dire de spécial ni des Spongiaires ni des Cœlentérés néogènes, qui sont d'ailleurs assez imparfaitement connus. On peut en dire autant des Crinoïdes, des Astéroïdés. Pour ce qui est des Échinides, on constate une décroissance de plus en plus marquée des Homognathes et ce sont des Hétérognathes, tels que *Clypeaster* (fig. 433) et *Scutella*, ou des Atélostomes tétrabasales, tels que *Schizaster*, qui prédominent et qui en même temps atteignent leur maximum. Les *Echinolampadidæ* sont moins abondants que dans les terrains nummulitiques.

Les Bryozoaires, les Brachiopodes, les Mollusques, les Crustacés sont presque exclusivement représentés par des genres qui vivent encore dans les mers actuelles.

Les Myriapodes, les Arachnides et les Insectes sont moins bien connus que ceux de la période Nummulitique, car on ne rencontre leurs restes que dans un petit nombre de localités privilégiées (Rott, Radoboj, Œningen, etc.).

Les restes de Poissons sont abondants dans un grand nombre de gisements, ils appartiennent, à de rares exceptions près, à des genres actuels.

Parmi les Amphibiens, les Anoures et les Urodèles sont représentés par des restes nombreux. Le genre *Andrias*, dont le squelette avait été attribué par Scheuchzer à un homme fossile (*homo diluvii tristis testis*), est un Urodèle géant, voisin du genre *Cryptobranchus*, qui vit actuellement au Japon.

Les Crocodiliens, les Chéloniens, les Lacertiens, les Ophidiens néogènes diffèrent fort peu des représentants actuels de ces Reptiles. La famille des *Chelonemyidæ*, principalement crétacée, s'éteint dans le Miocène, avec le genre *Puppigerus* du New Jersey.

Les innombrables restes d'Oiseaux que l'on a trouvés dans plusieurs gisements néogènes ont pu sans difficulté être classés dans les familles et dans les genres actuels. Une exception doit être faite pour les Oiseaux du Miocène de Patagonie dont la position systématique est encore douteuse. Le mieux connu, *Phororhacus*, était un Oiseau coureur, qui atteignait une taille tout à fait extraordinaire.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Comme nous avons fait pour le Nummulitique, nous allons maintenant énumérer, en les répartissant par ordres et sous-ordres, les familles et les principaux genres de Mammifères dont les restes ont été rencontrés dans les dépôts néogènes.

I. PROTOTHÉRIENS

Allothériens. *Plagiaulacidæ* (?), *Paradoxomyidæ*.

II. MÉTATHÉRIENS

Diprotodontes. *Abderitidæ*, *Epanorthidæ*, *Garzonidæ*.
Polyprotodontes. *Microbiotheridæ*, *Didelphyidæ*, *Sparassodontes*.

III. NEKTOTHÉRIENS

Cétacés. Odontoceti. *Squalodontidæ : Squalodon; Platanistidæ; Delphinidæ; Physeteridæ*· Mystacoceti. *Balænopteridæ : Plesiocetus, Cetotherium, Idiocetus, Balænoptera, Megaptera; Balænidæ : Balæna, Palæocetus.*

IV. EUTHÉRIENS

1° Aganodontes.

Pholidotes. *Orycteropodidæ : Orycteropus; Manidæ; Myrmecophagidæ.*
Édentés. Gravigrades. *Megalonychidæ, Orophodontidæ, Megatheridæ, Mylodontidæ.*
Glyptodontes. *Propalæohoplophoridæ, Sclerocalyptidæ, Dœdicuridæ.*
Dasypodes. *Dasypidæ, Stegotheridæ, Tatusidæ.*
Rongeurs. Protrogomorphes, Sciuromorphes, Myomorphes, Hystricomorphes, Lagomorphes.

2° Sarcothériens.

Insectivores. *Ictopsidæ, Talpidæ, Myogalidæ, Tupajidæ, Soricidæ, Dimylidæ, Erinaceidæ.*
Chiroptères.
Créodontes. *Hyænodontidæ : Hyænodon.*
Carnivores. *Canidæ* : *Temnocyon, Nothocyon, Cynodesmus, Mesocyon, Ælurodon, Galecynus, Canis, Cephalogale, Enhydrocyon, Simocyon, Amphicyon, Hemicyon, Dinocyon; Ursidæ : Hyænarctos, Ursavus, Ursus; Mustelidæ : Stenogale, Plesictis, Palæogale, Potamotherium, Lutra, Trocholherium, Mustela, Promeles, Putorius; Viverridæ : Amphictis, Viverra, Herpestes, Progenetta, Ictitherium; Hyænidæ : Hyænictis, Lycyæna, Hyæna; Felidæ : Proælurus, Pseudælurus, Dinictis, Nimravus, Pogonodon, Archælurus, Hoplophoneus, Machærodus.*
Pinnipèdes. *Otaridæ; Phocidæ, Trichechidæ.*

3° Ungulés.

Typothériens. *Hegetotheridæ, Protypotheridæ, Typotheridæ.*
Toxodontes. *Nesodontidæ, Toxodontidæ, Xotodontidæ, Haplodontidæ.*
Litopternés. *Macrauchenidæ : Theosodon, Paranauchenia, Promacrauchenia; Proterotheridæ : Licaphrops, Proterotherium, Diadiaphorus, Brachytherium, Epitherium; Adiantidæ : Proadiantus, Adiantus; Astrapotheridæ : Astrapotherium.*
Hyracoïdés. *Hyracidæ : Hyrax.*
Proboscidiens. *Dinotheridæ : Dinotherium; Elephantidæ : Mastodon, Stegodon, Elephas.*
Périssodactyles. *Tapiridæ : Tapiravus, Tapirus; Equidæ : Mesohippus, Anchitherium, Archæohippus, Hypohippus. Parahippus, Merychippus, Protohippus, Neohipparion, Hipparion; Colpodontidæ : Colpodon; Notohippidæ : Pseudhippus, Notohippus; Rhinocerotidæ : Cænopus, Diceratherium, Aphelops, Teleoceras, Peraceras, Aceratherium, Dihoplus, Ceratorhinus, Rhinoceros, Atelodus; Chalicotheridæ : Moropus, Macrotherium, Chalicotherium.*
Ancylopodes *: Homalotheridæ : Diorotherium, Homalotherium.*
Artiodactyles. *Suidæ : Palæochœrus, Chœrotherium, Hyotherium, Listriodon, Hippohyus, Sus, Dinohyus, Desmathyus, Hesperhys, Platygonus; Anthracotheridæ : Anthracotherium, Ancodus, Merycopotamus; Oreodontidæ : Oreodon, Merycochœrus, Merychius, Leptauchenia, Agriochœrus; Camelidæ : Paratylopus, Poebrotherium, Protolabis, Pliauchenia, Procamelus, Camelus; Anoplotheridæ : Cænotherium, Plesiomeryx; Tragulidæ : Dorcatherium, Tragulus, Leptomeryx, Hypertragulus; Cervulidæ : Amphitragulus, Dremotherium, Micromeryx, Palæomeryx, Dicrocerus, Cervulus, Blastomeryx, Cosoryx; Cervidæ : Capreolus, Axis, Cervus, Polycladus; Protoceratidæ : Protoceras; Giraffidæ : Hellalotherium, Alcicephalus, Palæotragus, Samotherium, Camelopardalis; Sivatheridæ : Sivatherium, Bramatherium, Hydaspitherium; Antilopidæ : Gazella, Antidorcas, Helicophorus, Palæoreas, Protragelaphus, Strepsiceros, Tragelaphus, Protragoceras, Hippotragus, Tragoceras, Protoryx, Palæoryx; Ovidæ Criotherium, Capra; Bovidæ : Amphibos, Leptobos.*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Siréniens. *Halitherium, Rhytiodus, Metaxytherium, Prohalicore, Felsinotherium.*
4° Primates.
Simiens. *Cebidæ : Homunculus, Anthropops; Cynopithecidæ : Oreopithecus, Cynocephalus, Mesopithecus, Semnopithecus, Dolichopithecus, Macacus; Anthropomorphidæ : Pliopithecus, Dryopithecus.*

Il est impossible de citer une seule grande division de Mammifères qui soit étroitement cantonnée dans la période Néogène. Les quelques familles qui sont dans ce cas se rencontrent dans plusieurs étages, mais il n'en existe aucune qui se trouve dans toute la hauteur du système. Les Mammifères néogènes constituent en général des échelons intermédiaires entre ceux du Nummulitique et ceux de la période actuelle. Ce sont les termes d'une évolution continue.

En résumé, il existe, aussi bien parmi les Invertébrés que parmi les Vertébrés, de nombreux genres dont les restes se rencontrent exclusivement dans les terrains néogènes, mais aucun d'eux ne se trouve depuis la base jusqu'au sommet de la série et ne peut par conséquent être cité comme caractéristique de la période, comme le sont par exemple les Rudistes pour le Crétacé, les Nummulites pour le Nummulitique.

Principaux faciès. — A mesure que l'on s'élève dans la série, les *formations continentales* jouent un rôle de plus en plus important, parce qu'elles ont été exposées moins longtemps à l'action destructive des agents atmosphériques et qu'elles n'ont pas subi d'ablation par des transgressions ultérieures. Les travertins, les cailloutis et les sables fluviatiles, les calcaires lacustres sont très répandus et présentent les mêmes caractères lithologiques et paléontologiques que ceux de la période précédente. Des lacs, très développés dans l'intérieur des continents, se distinguent des lacs lagunaires de la périphérie par l'absence des calcaires et par une faune où prédominent les Mollusques fluviatiles, tels que les Unionidés, les Dreissensidés, les Mélanidés et les Paludinidés.

Les *formations lagunaires*, correspondant à des lagunes dessalées ou à des lagunes dont la salure est supérieure à la salure normale, ne manquent pas dans les terrains néogènes, mais les conditions qui président à leur distribution sont peut-être moins bien connues que pour la période Nummulitique. Les dépôts de sel, qui, dans les Karpates par exemple, atteignent de grandes épaisseurs et occupent des surfaces très étendues, semblent avoir pris naissance dans des circonstances toutes différentes de celles qui régnaient pendant la période Triasique. Les dépôts de lignites, formés dans des forêts marécageuses, n'ont qu'une lointaine analogie avec les formations houillères.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Les *formations néritiques* prennent une telle importance que certaines d'entre elles, les mollasses et les faluns, ont été considérées comme essentiellement caractéristiques de la période, d'où certaines dénominations (terrain mollassique, falunien), autrefois en usage.

Les *faluns* sont des amas de coquilles entières ou brisées, cimentées ou mélangées à une quantité plus ou moins grande de sable. Les géologues anglais les désignent sous le nom de *crag*, usité également en Belgique. C'est une formation littorale ou sublittorale. Les Bryozoaires y sont assez abondants.

Les *mollasses* sont des grès assez tendres, souvent glauconieux, formant des bancs d'épaisseur variable, qui alternent avec des couches marneuses. Les fossiles les plus répandus dans ce faciès sont les Échinides, les Huîtres, les *Pecten* et de nombreux Desmodontes, qui, contrairement aux Anisomyaires, ont presque toujours perdu leur test par décalcification ultérieure, de même que les Gastéropodes, assez fréquents dans les mollasses.

Sur les côtes rocheuses, il se formait surtout des calcaires à *Lithothamnium*, où abondent quelquefois les Échinides des genres *Clypeaster*, *Scutella*, *Amphiope*, etc , et les *Pecten*.

Les récifs de Bryozoaires sont assez fréquents à certains niveaux, par exemple dans les couches sarmatiques de l'Europe orientale. Les récifs coralliens sont, par contre, désormais localisés dans les régions équatoriales.

Plus au large se déposaient des calcaires ou des marnes à Foraminifères, tels que les couches à Lépidocyclines de l'Aquitanien, les couches à *Miogypsina* du Burdigalien, particulièrement développées dans la Tethys.

Comme *formations bathyales*, nous n'avons guère à mentionner que les argiles à Pleurotomes, faciès extrêmement répandu dans les terrains néogènes, mais dont nous avons déjà vu l'analogue au Nummulitique. Outre les Pleurotomes, les Mollusques les plus caractéristiques de ce faciès sont les genres *Amussium*, *Nucula*, *Leda*, *Dentalium*, *Entalis*, *Conus*, *Chenopus*, *Mitra*, *Nassa*, *Murex*, *Aturia*. Les Zoanthaires sont représentés presque exclusivement par des formes à polypiers simples, appartenant principalement aux genres *Ceratotrochus*, *Deltocyathus*, *Trochocyathus*, *Flabellum*, *Stephanophyllia* (fig. 432), etc. On rencontre en outre, dans les marnes à Pleurotomes, des Échinides des genres *Schizaster*, *Brissopsis*, etc., de rares Brachiopodes, des Bryozoaires, des Ostracodes (*Cythere*, *Cythereis*, *Bairdia*, etc.), de nombreux Foraminifères de petite taille, peu caractéristiques [3].

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

On attribue d'ordinaire aux *formations abyssales* les *argiles à Ptéropodes*, renfermant des représentants des genres *Cavolinia*, *Cleodora*, *Balantium*, *Vaginella*, etc. On y trouve cependant aussi des Nautiles, des Gastéropodes, des Lamellibranches identiques à ceux des argiles à Pleurotomes et les deux faciès sont reliés entre eux par des passages insensibles. D'ailleurs, on connaît des exemples d'alternances régulières d'argiles ou de marnes à Pleurotomes et de bancs gréseux. On sait de plus que, dans les mers actuelles, d'après les sondages du *Challenger*, les vases à Ptéropodes sont déjà communes à 700 m de profondeur. Il est probable, dès lors, que les argiles à Ptéro-

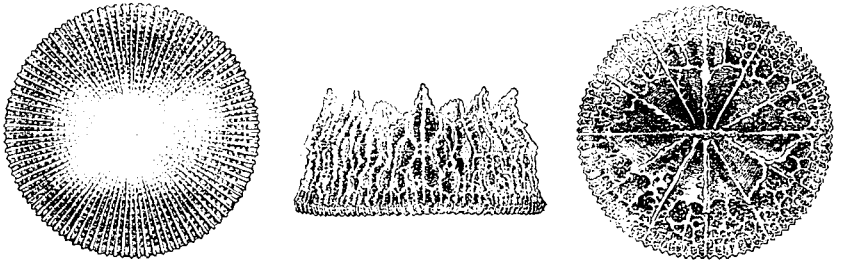


Fig. 432. — *Stephanophyllia imperialis* (d'après Reuss).
Zoanthaire perforé à polypier simple. Tortonien. Lapugy, Transylvanie.

podes néogènes appartiennent encore en majeure partie à la région profonde de la zone bathyale.

On a signalé aussi des argiles à Globigérines et des tripolis à Radiolaires et on les a rangés dans les formations abyssales. Cependant on y observe des intercalations de calcaires à *Lithothamnium* et on les voit même associées quelquefois avec des formations lagunaires.

Délimitation. — La délimitation du système Néogène a donné lieu à de grandes divergences de vues, qui portent à la fois sur l'attribution de l'étage Aquitanien soit à l'Oligocène, soit au Miocène et sur l'incorporation, soit au Pliocène, soit au Quaternaire, des étages Villafranchien (ou Calabrien) et Sicilien.

Les discussions sur la place que doit occuper l'étage Aquitanien ne se résument pas en une simple question d'accolade; si elles se sont prolongées jusque dans ces dernières années, c'est que pendant longtemps on a confondu le Chattien et l'Aquitanien en un étage unique, que les uns attribuaient à l'Oligocène supérieur, tandis que d'autres le plaçaient à la base du Miocène. Th. Fuchs [5] a le mérite d'avoir montré, le premier, l'indépendance des deux étages, et d'avoir

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

établi qu'ils renferment deux faunes bien distinctes, le Chattien étant caractérisé par la prédominance numérique des espèces oligocènes, voire par l'absence complète d'éléments miocènes, l'Aquitanien renfermant tout au plus 4 0/0 d'espèces oligocènes et une quantité d'espèces qui montent jusque dans les couches supérieures du Miocène. Il est logique dès lors de placer la limite du Nummulitique et du Néogène entre le Chattien et l'Aquitanien.

On peut invoquer en outre, en faveur de cette solution, la transgressivité de l'Aquitanien dans un grand nombre de régions [XII, 12; 6, 9] : dans le bassin de l'Aquitaine, dans la Basse-Provence, sur le bord méridional du massif de Bohême, sur le versant sud des Alpes orientales (couches de Schio), en Andalousie, à Madagascar, aux Nouvelles-Hébrides, etc. En général, cette transgression, qui n'est que le début de la transgression des termes suivants du Néogène, coïncide avec un renouvellement au moins partiel de la faune marine. Les *Murex*, les Buccins, les Strombes, les Nasses, les *Columbella* remplacent les *Turbinella*, les *Fasciolaria*, les *Harpes*, les *Terebellum* [8]. Toutefois, dans la Tethys, les *Lepidocyclina* passent sans modifications importantes du Chattien dans l'Aquitanien. On serait peut-être en droit de se demander si l'arrivée de la faune néogène a coïncidé exactement avec la disparition de la faune nummulitique et si, après tout, l'Aquitanien ne serait pas quand même synchronique de l'Oligocène supérieur, comme on l'a cru longtemps. *A priori*, il n'y aurait aucune impossibilité à concevoir la coexistence de deux faunes caractéristiques de deux périodes successives, et le fait est établi pour les couches-limite du Crétacé et du Nummulitique, mais la superposition des deux faunes, par exemple en Bavière et en Transylvanie, permet d'affirmer que les deux étages ne sont pas synchroniques et qu'ils se sont réellement succédé dans le temps. De plus, on observe dans le Bordelais, dans l'Entre-Deux-Mers et dans le Bazadais, où a été défini par Mayer-Eymar le type de l'étage Aquitanien, au-dessous des marnes grises et des faluns qui constituent cet étage, les calcaires blancs de l'Agenais, formation d'eau douce, que G. Dollfus a montré être l'équivalent du Chattien du bassin de Mayence et de Cassel.

Lorsque le Chattien et l'Aquitanien sont tous deux représentés par des formations continentales, leur délimitation devient fort difficile. Les *Potamides* et autres Mollusques d'eau saumâtre passent avec les mêmes espèces d'un étage dans l'autre. *Melania Escheri*, dont le type provient du Néogène moyen, est déjà représenté dans le Chattien et dans l'Aquitanien par des variétés. Par contre, *Helix Ramondi* dispa-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

rait de l'Europe occidentale immédiatement après le Chattien. Les *Helix* de l'Aquitanien appartiennent à des groupes différents de ceux du Chattien. Les difficultés reparaissent avec les Mollusques lacustres : *Limnæa pachygaster*, *girondica*, *Bœttgeri*, *subpalustris*, *minor* existent dans les deux étages.

En ce qui concerne les Vertébrés, on constate la présence de nombreux éléments communs aux faunes du Chattien et de l'Aquitanien. Ainsi, les faunes de Saint-Gérand-le-Puy (Allier) et de Steinheim (Wurtemberg), qui sont incontestablement aquitaniennes, dérivent par filiation directe des faunes chattiennes, dont nous avons donné précédemment la composition. Cependant elles sont caractérisées par l'apparition d'un certain nombre de genres nouveaux, tels que *Spermophilus*, *Talpa*, *Myogale*, *Erinaceus*, *Amphicyon*, *Tapirus*, *Amphitragulus*, tandis que les *Anthracotherium* ont disparu.

Plusieurs paléontologistes se sont basés sur l'apparition brusque, au Burdigalien, c'est-à-dire immédiatement au-dessus de l'Aquitanien, des premiers Proboscidiens, des Antilopidés et des Singes anthropoïdes, pour placer la limite inférieure du Néogène à la base du Burdigalien. Ce n'est qu'en Europe que cette immigration a lieu à ce moment. On sait aujourd'hui que les ancêtres des *Mastodon*, des *Dinotherium*, des Singes anthropoïdes ont laissé leurs restes dans les couches lagunaires tongriennes du Fayoum. Il est donc infiniment probable que l'on trouvera un jour, sur le trajet qui conduisait d'Égypte en France, des Proboscidiens et des Singes. L'apparition brusque de ces éléments, qui ont perdu leur qualité de cryptogènes, n'est dès lors plus un événement paléontologique de tout premier ordre et il n'y a plus aucun inconvénient à classer l'Aquitanien dans le Néogène, comme le faisait d'ailleurs Zittel [0, 15], qui cependant tenait grand compte, dans sa classification des terrains, de la distribution verticale des Mammifères. C'est d'ailleurs la solution qu'ont adoptée Oppenheim [6], P. Lemoine et R. Douvillé [9], A. de Lapparent [0, 1], G. Dollfus [8].

Le Sicilien est considéré par un grand nombre d'auteurs comme le terme supérieur du Pliocène et par conséquent du Néogène. D'autres géologues en ont fait le Post-Pliocène [3]. Si, dans le présent ouvrage, cet étage a été classé, de même que le Villafranchien, dans le Quaternaire inférieur, c'est qu'il a paru utile d'attribuer à une même période géologique toutes les phases de l'époque glaciaire. Des arguments d'ordre paléontologique militent également en faveur de cette classification. L'apparition des genres *Elephas*, *Equus*, *Bos*, dans toute l'Europe occidentale, au Villafranchien, marquent bien le

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

début d'une ère nouvelle. Nous reviendrons sur cette question, lorsque nous aurons à nous occuper de la délimitation du système Quaternaire.

Subdivisions. — La plupart des auteurs divisent le système Néogène en deux sous-systèmes ou groupes, auxquels ils ont conservé les noms de *Miocène* et de *Pliocène*, introduits par Ch. Lyell. Outre que nous évitons de nous servir de ces dénominations fâcheuses, il nous a semblé qu'il existait une disproportion excessive entre ces deux termes, le Miocène présentant incontestablement une complexité infiniment plus grande que le Pliocène, et que, dans ces conditions, il était préférable d'adopter une division du système en 3 groupes au lieu de 2 et de distinguer un *Néogène inférieur*, un *Néogène moyen* et un *Néogène supérieur*, ce dernier correspondant au Pliocène, le Post-Pliocène non compris. Ces 3 termes sont à peu près synonymes des 3 premiers *étages méditerranéens*, définis par E. Suess [0, 22]. On pourrait aussi faire usage des noms d'*Éo-*, *Méso-* et *Néoméditerranéen*. Chacun des 3 groupes du Néogène peut être divisé en 2 étages de la manière suivante :

Groupe Néogène supérieur (Néoméditerranéen).	Astien [1].
	Plaisancien [2].
Groupe Néogène moyen (Mésoméditerranéen).	Sahélien [3] (= Pontien [4]).
	Vindobonien [5].
Groupe Néogène inférieur (Éoméditerranéen).	Burdigalien [6].
	Aquitanien [7].

Il y a lieu, au sujet de ces dénominations, de faire les remarques suivantes :

1° Le terme de *Burdigalien* a été introduit par Ch. Depéret [4] pour remplacer celui de *Langhien* [8], proposé par Pareto [XXXIX, 202], mais fort mal défini par cet auteur;

2° Le nom de *Vindobonien* a été créé par Ch. Depéret [4] pour l'ensemble des couches constituant le 2me étage méditerranéen de Suess, le Pontien étant mis à part;

3° Le *Pontien* est une formation continentale, représentée en Algérie par le *Sahélien* de Pomel;

4° Les termes de *Plaisancien* et d'*Astien* ont été créés primitive-

1. P. de Rouville, 1853; d'Asti, ville du Piémont.
2. Mayer-Eymar, 1857; de Plaisance, ville de l'Émilie.
3. Pomel, 1858; du Sahel, littoral de l'Algérie.
4. Le Play, 1842; du Pont-Euxin.
5. Depéret, 1893; de *Vindobona*, l'ancienne Vienne.
6. Depéret, 1892; de *Burdigala*, Bordeaux.
7. Mayer-Eymar, 1857; de l'Aquitaine, province de la Gaule.
8. Pareto, 1865; des collines des Langhe, Piémont

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

ment pour désigner les mêmes couches, mais ils ont été appliqués plus tard à deux étages successifs, ils correspondent au 3e étage méditerranéen de Suess.

Ajoutons enfin que l'étage Vindobonien peut-être divisé en 3 sous-étages, l'*Helvétien* [1], le *Tortonien* [2] et le *Sarmatien* [3], envisagés autrefois comme de véritables étages.

La délimitation de ces divers étages est souvent fort délicate. Dans certains cas, elle coïncide bien avec d'importants déplacements des lignes de rivage, dont les plus importants sont la transgression aquitanienne, la transgression helvétienne, la transgression astienne, c'est-à-dire précisément celles qui marquent le début de chacun des trois groupes. Mais il est rare que ces transgressions correspondent à d'importants changements dans la faune marine, car désormais le faciès joue un plus grand rôle dans la composition des faunes que l'âge. Ainsi une faune vindobonienne bathyale ressemble davantage à une faune plaisancienne bathyale qu'à une faune vindobonienne néritique. Plusieurs auteurs sont partis de ce principe pour nier toute valeur aux classifications basées sur la succession des dépôts et ont interprété souvent comme de simples successions de faciès des séries généralement envisagées comme des successions d'étages [3].

Pour donner plus de précision aux synchronismes, des paléontologistes se sont demandé si certains Invertébrés marins ne pourraient pas, à défaut des Céphalopodes, fournir des *échelles* qui permettraient de diviser les étages en zones ou tout au moins d'établir, entre les couches de bassins différents, des parallélismes rigoureux.

H. Douvillé [XXXIX, 322], R. Douvillé et P. Lemoine [9] ont fait appel aux Orbitoïdes des genres *Lepidocyclina* et *Miogypsina* et ont été conduits à distinguer, dans le groupe Néogène inférieur, plusieurs zones, qui se groupent de la manière suivante :

Burdigalien.	Zone à	*Miogypsina* seules.
	—	— et petites *Lepidocyclina*.
Aquitanien.	—	petites *Lepidocyclina* et *L. marginata*
	—	*L. dilatata*.
	—	*L. Mantelli*.

Malheureusement les gros Foraminifères font presque entièremen défaut dans le Néogène moyen et supérieur.

Les Échinides permettront peut-être un jour de caractériser d'une manière précise au moins les étages, mais jusqu'ici le genre *Clype-*

1. Mayer-Eymar, 1857; de *Helvetia*, nom latin de la Suisse.
2. Mayer-Eymar, 1857; de Tortone, village du Piémont.
3. Ed. Suess, 1860; des anciens Sarmates.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

aster (fig. 433) a fait seul l'objet d'une monographie s'étendant au delà de certaines limites régionales [10].

Ce sont les Pectinidés qui, grâce à leur grande extension géographique et à leur variabilité rapide, ont fourni dès à présent les résultats les plus satisfaisants. Ch. Depéret et F. Roman [11] en ont commencé l'étude monographique, et les groupes dont ils ont jusqu'ici étudié la distribution les ont conduits à définir mieux qu'on ne l'avait fait précédemment les étages qui sont adoptés dans le présent ouvrage. Une division du Néogène en zones ressortira certainement de cette étude.

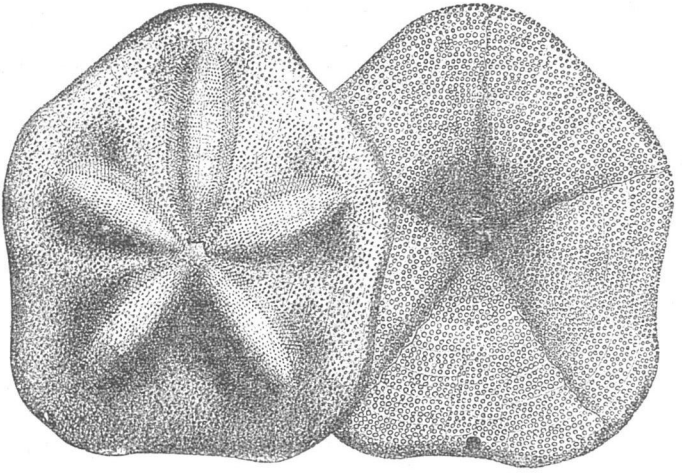


Fig. 433. — *Clypeaster grandiflorus*. Néogène moyen (d'après Desor).
A gauche, face apicale; à droite, face anale.

Il serait prématuré d'extraire dès à présent du tableau de répartition publié par les deux paléontologistes les espèces qui sont cantonnées rigoureusement dans un niveau déterminé.

Lorsque les études de N. Andrussow [12 *bis*, 12 *ter*] seront achevées, les *Dreissensidæ* et les *Cardiidæ* fourniront certainement d'excellents éléments pour l'établissement de zones dans les formations lagunaires et lacustres de l'Europe orientale.

La chronologie des formations continentales est basée sur la succession des faunes de Mammifères, qui est aujourd'hui fort bien connue. Comme nous avons fait pour la période Nummulitique, nous étudierons à part ces formations continentales et nous serons amenés à des résultats qui confirment en général ceux que nous aurons obtenus en étudiant la succession des faunes marines.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

2° RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET PRINCIPAUX TYPES

VERSANT ATLANTIQUE DE L'EUROPE. — Tandis qu'à l'époque Nummulitique les mers de l'Europe occidentale communiquaient encore avec la Méditerranée soit par le chenal des Pyrénées, soit par la grande dépression de l'Allemagne septentrionale et du Sud de la Russie, il n'en est plus de même à l'époque Néogène. Les communications ne s'effectuent plus que par des voies beaucoup plus méridionales, d'abord par le détroit du Guadalquivir, aussi appelé *Nordbétique*, puis exclusivement par un détroit *Sudrifain*, situé dans le Nord du Maroc.

Nous étudierons séparément les deux versants de l'Europe et nous commencerons notre aperçu par le versant atlantique, bien que dans aucun des bassins que nous allons passer en revue la série des étages du Néogène ne soit complète. Nous décrirons successivement le bassin de l'Aquitaine, où les étages inférieurs sont bien représentés; le Nord-Ouest de la France, c'est-à-dire la Touraine, l'Anjou, la Bretagne et le Cotentin; enfin, les pays qui entourent la mer du Nord actuelle : Belgique et Pays-Bas, Allemagne du Nord-Ouest et Est de l'Angleterre.

Bassin de l'Aquitaine. — Les environs de Bordeaux et de Bazas (Gironde) sont des pays classiques pour l'étude des termes inférieurs du système Néogène. C'est ici qu'ont été pris les types des étages Aquitanien et Burdigalien. Si l'on fait abstraction des intercalations lacustres dans le premier de ces étages, la série est entièrement marine. Elle est principalement constituée par des faluns, célèbres par leur richesse en fossiles d'une conservation irréprochable. Depuis qu'un mémoire paléontologique de Basterot [18] a attiré l'attention sur ces faluns, d'excellents mémoires stratigraphiques, dus principalement à V. Raulin [13], R. Tournouër [14, 15], à Degrange-Touzin, à Benoist [XXXIX, 135; 16], à Linder [16 *bis*], à Emm. Fallot [17], ont fait connaître peu à peu les détails de la succession et les principales variations de faciès. Malheureusement l'étude paléontologique des gisements est encore peu avancée. On en est encore réduit au mémoire de Basterot et à un vieil atlas de Grateloup [19], resté inachevé. En attendant la publication intégrale d'une monographie de M. Cossmann et Peyrot [20], dont une livraison seulement a paru, les abondantes listes de fossiles qui ont été données de chaque gisement doivent être considérées comme provisoires.

N'était la grande régularité des couches, qui plongent très faiblement vers le S.W. (fig. 434), il serait presque impossible de déterminer la succession, car les terrains miocènes sont presque entièrement recouverts par les sables des Landes, d'âge quaternaire, et ils n'affleurent que sur de faibles étendues, dans le fond des vallées.

L'AQUITANIEN [8] du Bordelais, de l'Entre-deux-Mers et du Bazadais repose toujours sur une formation lacustre, le calcaire blanc de l'Agenais, dont l'âge chattien a été établi par G. Dollfus. Il est lui-même constitué par des alternances de couches marines et de couches lacustres, qui indiquent des incursions temporaires de la mer avant la transgression burdigalienne. On distingue ainsi la succession suivante :

1° argiles bleues à *Neritina Ferussaci*, *Cerithium calculosum*, *plicatum*, *Lucina dentata;*
2° calcaires sableux de Bernachou, sables et grès de Bazas, avec faune dite de Bazas;
3° calcaire lacustre de Saucats (fig. 434);

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

4° falun de Lariey à *Mytilus aquitanicus*, passant latéralement à des couches saumâtres à Potamides;

5° calcaire gris de l'Agenais à *Ostrea aginensis;*

6° calcaires lacustres de la route du Son.

Les calcaires lacustres 3 et 6 renferment notamment *Planorbis solidus* et *Limnæa girondica*. Le niveau marin inférieur, qui comprend les gisements de Bazas, du Plantat, de la Brède, des Sables, etc., possède une faune extrêmement riche, comprenant près de 300 espèces de Mollusques, dont 10 0/0 environ sont communes avec l'Oligocène, tandis que 53 0/0 montent dans le Burdigalien. Les espèces les plus caractéristiques sont les suivantes : *Scutella Bonalli, Amphiope ovalifera, Ostrea producta, aginensis, Area cardiiformis, Lucina incrassata, Cytherea undata, Lutraria sanna, Psammobia aquitanica, Panopæa redtviva, Potamides plicatus, girundicus.*

Le falun de Lariey renferme principalement *Mytilus aquitanicus, Area barbata, cardiiformis, Cardita hippopæa, Corbula carinata, Lucina incrassata, dentata, Cytherea undata, Venus ovata, Trochus Bucklandi, Cerithium submargaritaceum, plicatum, subclavatulum, Nassa aquitanica, Buccinum baccatum* var. *minor, Murex Lassaignei, Melongena Lainei.*

A Mérignac les calcaires supérieurs sont remplacés par un falun qui a fourni, outre la plupart des espèces du falun de Lariey, un assez grand nombre d'espèces considérées

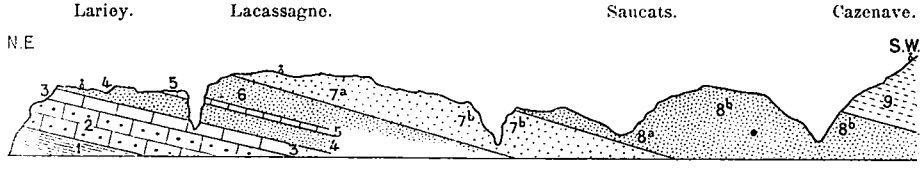


Fig. 434. — Coupe théorique de la vallée de Saucats, Gironde (d'après Emm. Fallot).

Aquitanien : 1, argiles à *Neritina Ferussaci ;* 2, roche argilo-sableuse jaune ; 3, calcaire lacustre ; 4, falun de Lariey et de la Route du Son ; 5, calcaire et marne d'eau douce. Burdigalien : 6, falun rosé du moulin de l'Église ; 7a, falun jaune de Lacassagne ; 7b, falun bleu de Laguës ; 8a, falun blanc jaunâtre de la Coquillière ; 8b, falun blanc jaunâtre de Pont-Pourquey. Helvétien : 9, falun argileux jaune à *Cardita Jouanneti.*

comme caractéristiques du Burdigalien, telles que *Venus islandicoides, Cardium burdigalinum, Voluta rarispina, Fusus burdigalensis, Melongena cornuta, Ancilla glandiformis,* qui deviennent prédominantes dans un falun immédiatement superposé au précédent.

Le Burdigalien est presque exclusivement constitué, dans le Bordelais, par des faluns. On peut y distinguer, d'après Emm. Fallot [17], les niveaux suivants (fig. 434) :

1° falun du Peloua, près Saucats, jaune rougeâtre, avec *Pecten burdigalensis, Pectunculus cor, Cardium burdigalinum, Turritella terebralis, Proto cathedralis, Xenophora Deshayesi, Melongena cornuta, Tudicla rusticula, Ficula condita, Ranella marginata, Triton nodiferum, Murex aquitanicus, Cassis Rondeleti, saburon, Ancilla glandiformis;*

2° falun jaune du Coquillier, près Léognan, et de Lacassagne, près Saucats, surmonté par le falun bleu du Bois de Léognan et de Laguës, avec les espèces suivantes : *Ostrea digitalina, Pecten burdigalensis, Beudanti, Pectunculus cor, Area girondica, Tapes vetula, Cytherea cricina, Voluta rarispina, Proto cathedralis, Cancellaria acutangula, Tudicla rusticula, Fusus burdigalensis, Ficula condita, Murex subasperrimus, Cominella Veneris, Vaginella depressa;*

3° falun de la Coquillière, près Saucats, avec *Mactra striatella* et *Lucina columbella* (grande variété), surmonté par le falun blanc jaunâtre de Pont-Pourquey, renfermant en abondance *Ostrea gingensis, Dosinia Basteroti, Grateloupia triangularis, Lucina columbella, ornata, Donax transversa, Mactra striatella, Tellina strigosa, senegalensis, Cerithium pictum, Sigaretus aquensis, Buccinum baccatum, Oliva Basteroti, Terebra Basteroti.*

A Léognan, le niveau inférieur est représenté par la *mollasse ossifère*, remarquable par sa richesse en Échinides (*Echinolampas hemisphæricus, Laurillardi, Clypeaster Scillæ, Scutella subrotunda*), en Lamellibranches (*Pecten burdigalensis*), en dents de Poissons

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

(*Carcharodon megalodon, Lamna, Oxyrhina, Myliobates*), en ossements de Tortues, d'Oiseaux, de Cétacés (*Squalodon Grateloupi*).

Le VINDOBONIEN n'est représenté dans la Gironde que par son sous-étage inférieur, l'HELVÉTIEN, constitué par la mollasse de Martignas et de Salles, et par les faluns de Salles et de la Sime, près Saucats.

La mollasse de Martignas renferme surtout *Echinolampas hemisphæricus*, de grandes Scutelles, *Pecten Besseri*, *Cardita Jouanneti*, *Panopæa Menardi*, *Natica Josephina*, *Voluta Lamberti*, *Conus Puschi*. Celle de Salles, qui débute par des sables à *Panopæa Menardi* et à *Cardita Jouanneti*, est surtout riche en dents de *Carcharodon* et de *Lamna*. Elle est surmontée par le falun de Salles, qui a fourni notamment *Trochopora conica*, *Pecten latissimus*, *vindascinus*, *Pectunculus pilosus*, *Cytherea pedemontana*, *Cardita Jouanneti*, *Cardium hians*, *Xenophora infundibulum*, *Voluta Lamberti*, *Cassis saburon*, *Murex turonensis*.

Vers le sud-est, dans l'Agenais et dans l'Armagnac, les faluns du Néogène inférieur font place à des formations lagunaires et lacustres, analogues à celles qui, dans les mêmes régions, envahissent le Nummulitique. L'Aquitanien est presque entièrement à l'état de calcaires d'eau douce, au milieu desquels une mollasse à *Ostrea aginensis* représente seule les faciès marins et correspond sans doute au cordon littoral sableux, qui barrait la lagune au moment où sa largeur était réduite au minimum.

Le Burdigalien et l'Helvétien sont constitués par les mollasses de l'Armagnac, qui semblent avoir la même origine, car, plus à l'est, se trouvent d'importantes formations lacustres, qui occupent la même position stratigraphique et sur lesquelles nous reviendrons.

Vers le bord méridional du bassin, c'est-à-dire dans le sud du département des Landes et dans le nord des Basses-Pyrénées, ce sont encore les mollasses qui prédominent, mais elles affectent ici un caractère beaucoup moins littoral que dans l'Agenais, ce qui nous autorise à croire que les véritables formations littorales ont disparu par dénudation.

L'AQUITANIEN est représenté aux environs de Dax [XXXIX, 135; 15] par un calcaire mollassique à *Ostrea aginensis*, qui repose en concordance sur les couches néonummulitiques décrites plus haut (p. 1463). A Saint-Avit et à Roquefort, c'est par contre une mollasse ou une formation sableuse, à *Ostrea producta*, *Lucina incrassata*, *Tellina aquitanica*, qui s'appuie sur un calcaire lacustre d'âge chattien, analogue au calcaire blanc de l'Agenais. Près de Peyrehorade, H. Douvillé signale, dans des couches marneuses, *Lepidocyclina Raulini* et *L. dilatata*, espèces caractéristiques des deux zones inférieures de l'Aquitanien.

Le BURDIGALIEN comprend surtout des sables et des faluns, très fossilifères à Saint-Paul-de-Dax, où ils renferment *Arca girondica*, *Pectunculus cor*, *Grateloupia irregularis*, *Cardium discrepans*, *Venus islandicoides*, *Corbula carinata*, *Trochus patulus*, *Natica Josephina*, *Cancellaria acutangula*, *Tudicla rusticula*, *Cypræa leporina*, *Melongena cornuta*, *Cassis Grateloupi*, *Conus submercatii*. H. Douvillé a recueilli au même niveau *Lepidocyclina Morgani* et *Miogypsina irregularis*.

Plus à l'est, près de Gabarret [15], le Burdigalien est marneux et sa faune renferme à la fois des genres qui abondent dans les formations bathyales du Néogène, tels que *Pleurotoma*, *Nassa*, *Ancilla*, et des formes saumâtres, telles que *Cerithium papaveraceum*, *lignitarum*, *Duboisi*, *pictum* var., *Dreissensia Basteroti*, *Melanoides Escheri*.

A l'HELVÉTIEN appartiennent les mollasses grises de Narrosse, Garrey, Ozourt, etc., avec Échinides de grande taille (*Hypsoclypeus hemisphæricus*, *semiglobus*, *Clypeaster marginatus*), *Pecten Besseri*, *Panopæa Menardi*, dents de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Squales, ossements de Cétacés; les sables de Mont-de-Marsan, à *Ostrea crassissima*, *Pecten solarium*, *Venus umbonaria*, *Cardita Jouanneti*, *Panopæa Menardi;* de Sallespisse, à *Venus plicata, umbonaria, Conus maculosus;* de Salies-de-Béarn, à *Venus umbonaria, Natica Josephina, Terebra fuscata, Nassa orthezensis, Clavatula gothica, Conus maculosus*, etc.

Contrairement à ce qui a lieu dans le Bordelais, le sous-étage moyen du Vindobonien, le TORTONIEN, est représenté dans les Landes. Il affleure à Saubrigues sous la forme de marnes bleues ou grises très fossilifères. Les principales espèces sont *Pinna nobilis*, *Arca antiquata*, *Nucula rostrata*, *Venus Hœrnesi*, *Dentalium elephantinum*, *Ranella marginata*, *Nassa prismatica*, *Surcula striatulata*, *Pleurotoma rotata*, *monile*, *dimidiata*, *Conus aquensis*.

Ce Tortonien de Saubrigues est une formation bathyale dont nous trouverons l'analogue en divers points de la région méditerranéenne. Sa présence indique un approfondissement du bassin. Il semble qu'en même temps la mer ait abandonné les régions périphériques, pour n'occuper plus qu'une fosse étroite, dont l'emplacement coïncide avec la dépression où étaient localisées les formations bathyales du Maestrichtien et qui est située dans l'axe même de la fosse actuelle du cap Breton.

Nord-Ouest de la France. — Il existe, dans la basse vallée de la Loire, dans l'est de la Bretagne et dans le Cotentin, des dépôts néogènes, décrits depuis longtemps et dont les plus connus sont les *faluns de la Touraine* et les *faluns de l'Anjou*. Autrefois on les considérait comme un tout et on supposait qu'ils s'étaient déposés dans un golfe de l'Atlantique, qui s'insinuait dans les terres, en suivant la vallée de la Loire jusqu'au delà de Blois, et dans un bras de mer, qui isolait la presqu'île Armoricaine du reste de la France. Nulle part ils ne s'élèvent au-dessus de 120 m d'altitude et la courbe de niveau de 100 m délimite grossièrement leur extension [XXXIX, 125].

R. Tournouër et G. Vasseur avaient déjà conclu à la nécessité de répartir leurs gisements en deux groupes d'âge différent, que G.-F. Dollfus [21] envisagea plus tard comme constituant deux étages distincts, le *Falunien* et le *Redonien*.

Le Falunien de Dollfus, qui ne comprend qu'une partie du Falunien d'Alcide d'Orbigny, n'est autre que le Vindobonien, et son Redonien paraît correspondre assez exactement au Sahelien. Chacun de ces étages a une extension géographique différente et leurs faunes respectives se distinguent par un certain nombre d'espèces spéciales.

Il y a intérêt à les étudier successivement dans l'ensemble de la région, plutôt que de décrire la série des dépôts néogènes séparément dans la Loire-Inférieure, dans la Touraine, dans l'Anjou, dans l'Ille-et-Vilaine, dans les Côtes-du-Nord et dans la Manche.

Le groupe Néogène inférieur fait totalement défaut dans le Nord-Ouest de la France, où cependant le Tongrien est bien développé (p. 1457). Le groupe Néogène supérieur est, par contre, assez bien représenté dans le Cotentin, mais il manque plus au sud.

Le GROUPE NÉOGÈNE MOYEN débute par un ensemble de couches qui appartient incontestablement au VINDOBONIEN, mais dont on ne peut préciser davantage la position stratigraphique. Ce sont les faluns de Touraine, de l'Anjou, etc. On ne peut y établir de subdivisions, mais G. F. Dollfus y distingue deux faciès : « l'un complètement littoral, dit *Pontilévien*, de la localité typique de Pontlevoy, présente des amas de sables quartzeux et calcareux grossiers, avec des lits de galets, des bancs de coquilles plus ou moins roulées et brisées et qui forment des strates à couches souvent obliques et

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

entre-croisées, comme il s'en produit sur les rivages et à une faible profondeur sous les eaux. L'autre faciès, que nous avons nommé *Savignéen*, est formé d'un amas de débris calcareux d'animaux inférieurs, parmi lesquels les Bryozoaires occupent la place prépondérante, au milieu de fragments d'Échinides, Polypiers, Nullipores, Mollusques, avec quelques bancs plus solides, d'aspect tuffacé. Ces dépôts ont dû se former sous une profondeur d'eau plus grande, atteignant 20 à 30 m et ils occupent la région centrale du bassin, en formant de longues traînées, orientées de l'ouest à l'est. »

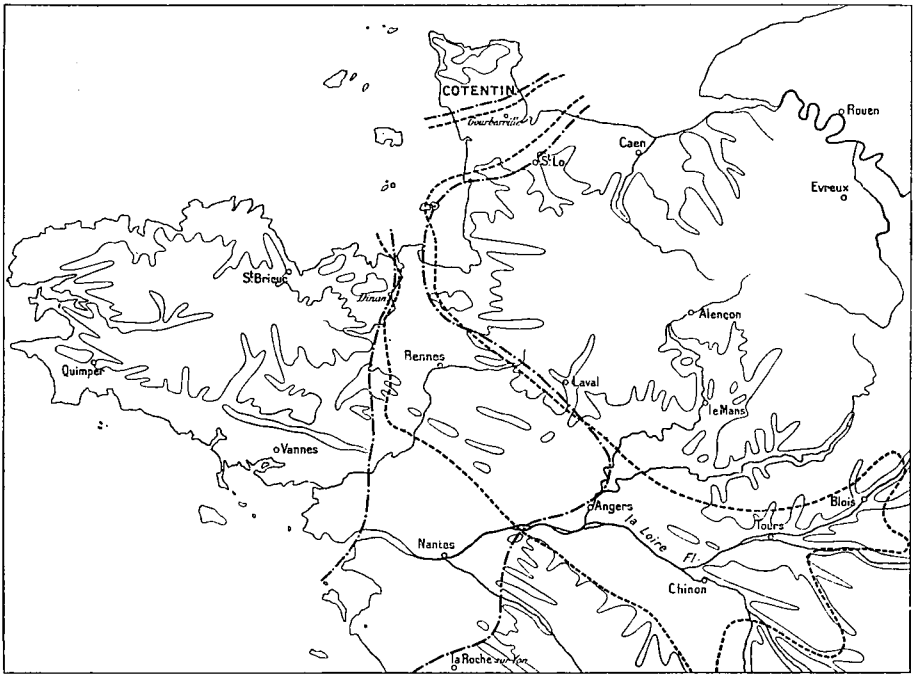


Fig. 435. — Extension des mers vindobonienne (faluns de Touraine) et sahélienne (Redonien) dans le Nord-Ouest de la France (d'après GUSTAVE F. DOLLFUS).

— — — — — limite de la mer vindobonienne;
·—·—·—·—·— limite de la mer sahélienne.

Les faluns vindoboniens se sont déposés dans un golfe profond, dont l'ouverture se trouvait entre Dinan et Dol (Ille-et-Vilaine) et qui gagnait directement Rennes, pour épouser ensuite la direction du grand anticlinal algonkien du centre de Bretagne et de l'Anjou et atteindre ainsi les bords de la Loire, en s'avançant jusqu'à Châtellerault, Loches et Blois (fig. 435). Cette ingression a été accompagnée d'un arasement intense, grâce à quoi les faluns reposent sur la surface ravinée des sables de la Sologne — formation fluviatile d'âge burdigalien, — du calcaire de Beauce ou de la Craie, voire des terrains paléozoïques, y compris l'Algonkien.

La faune des faluns vindoboniens est remarquablement homogène, de sorte qu'il suffira d'indiquer les principales espèces. Celles-ci se groupent de la manière suivante :

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Zoanthaires : *Dendrophyllia irregularis, Cryptangia parasitica, Balanophylla italica;* Échinides : *Cidaris avenionensis, Psammechinus monilis, Echinocyamus Lebescontei, Echinanthus armoricus, Echinolampas dinanensis, Scutella Faujasi, Amphiope biauriculata, Spatangus britannus;* nombreux Bryozoaires ; Brachiopodes : *Crania abnormis, Thecidea mediterranea, Rhynchonella Nysti, Terebratula Hœrnesi;* Lamellibranches : *Ostrea crassissima, frondosa, Boblayei, Spondylus gæderopus, Hinnites crispus, Chlamys multistriata, Pecten solarium, subbenedictus, Lima squamosa, Mytilus fuscus, Leda fragilis, Nucula nucleus, Pectunculus pusillus, Arca clathrata, barbata, turonica, Noe, Cardium turonicum, Chama gryphoides, Venericardia lævicosta, Cardita Auingeri, crassa, Crassatella concentrica, Lucina columbella, Dujardini, incrassata, Venus Basteroti, clathrata, Tapes vetula, Lucinopsis Lajonkairei, Psammobia affinis, Mactra turonica, Eastonia crassidens, Corbulomya turonia, Panopæa Menardi, Saxicava arctica, Solen siliquaxus, Pholas dactylus;* Gastéropodes : *Emarginula fissura, Fissurella italica, Trochus turgidulus, Turbo baccatus, Turritella triplicata, Siliquaria senegalensis, Ringicula pontilevensis, Cerithium papaveraceum, pulchellum, Bittium reticulatum, pictum, Nassa turonica, Murex Dujardini, Columbella turonica, Pleurotoma tuberculosa, Conus Dujardini;* dents de Sélaciens.

Les gisements les plus riches sont ceux de Pontlevoy, Thenay (Loir-et-Cher), Manthelan, Charnizay, Semblançay (Indre-et-Loire), Savigné, Sceaux, Genneteil, Haguineau (Maine-et-Loire), Mirebeau (Vienne), la Chausserie, Saint-Grégoire, Gahard (Ille-et-Vilaine), Saint-Juvat (Côtes-du-Nord).

Les faluns vindoboniens de la Manche, situés aux environs de Carentan et de Gourbesville, reposent sur le Trias, le Lias ou le Maestrichtien. Ils sont très riches en Bryozoaires et renferment en outre quelques Brachiopodes et *Chlamys multistriata.*

Le Redonien [22-25], qui semble n'être autre chose que le SAHELIEN, est une formation de sables calcareux, jaunâtres, dont il ne reste plus que des îlots épars en Bretagne, dans l'Anjou, la Vendée et le Cotentin, mais qui couvrait de vastes étendues, comme l'indiquent les sables rouges, très répandus dans ces régions, qui résultent de la décalcification des sables jaunes. La mer s'est retirée du fond du golfe qu'elle occupait au Vindobonien, mais elle a envahi le massif Armoricain dans la Loire-Inférieure et la Vendée, où ses dépôts s'appuient directement sur les terrains primaires, et cette même trangressivité s'observe en de nombreux points du détroit qui s'est substitué au golfe (fig. 435). Ailleurs, les sables redoniens reposent sur la surface ravinée des faluns vindoboniens et la superposition des deux étages peut être constatée dans l'Anjou, dans les environs de Rennes et [22] à Saint-Georges-de-Bohon, dans le Cotentin. A Gourbesville, dans la Manche, le Redonien ravine des calcaires d'eau douce tongriens et débute par un conglomérat de base phosphaté, qui renferme, à l'état remanié, des fossiles éocènes et oligocènes [23].

La faune redonienne diffère sensiblement de la faune des faluns, quoique les deux étages possèdent en commun un grand nombre d'espèces. Les individus sont généralement de petite taille et certains gisements, comme ceux de Montaigu (Vendée), de la Dixmerie (Loire-Inférieure), de Sceaux, Thorigné, les Pierres-Blanches, Saint-Clément, en Anjou, d'Apigné, près Rennes, et de Gourbesville, sont d'une extrême richesse. Les espèces les plus caractéristiques sont les suivantes :

Zoanthaires : *Dendrophyllia cornigera, Turbinolia Milletiana, Cryptangia Woodi;* Échinides : *Psammechinus monilis, Echinocyamus pusillus;* Bryozoaires nombreux ; Brachiopodes : *Crania anomala, Thecidea mediterranea, Rhynchonella Nysti, Terebratula perforata, Terebratulina caput serpentis;* Lamellibranches : *Ostrea edulis* var. *angulata, Chlamys multistriata, Pecten Jacobæus, maximus, Plicatula raperella, Mytilus edulis, Pectunculus glycimeris, Arca clathrata, barbata, lactea, Venericardia senilis, Astarte Basteroti, scalaris, Cardium papillosum, Lucina borealis, Venus multilamella, Tellina serrata, Mactra subtruncata, Saxicava*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

arctica; Scaphopodes : *Dentalium brevifissum;* Gastéropodes : *Fissurella italica, græca, Emarginula fissura, Calyptræa sinensis, Capulus hungaricus, Trochus miliaris, multigranus, Rissoia curta, Rissoina obsoleta, Turritella subangulata, Natica millepunctata, Triforis perversus, Bittium reticulatum, Cerithium trilineatum, Nassa turonensis, limata, Cancellaria mitræformis, Fusus rostratus, Murex cristatus, Pirula condita, Mitra aperta, Pleurotoma clathrata, ornata;* dents de Sélaciens.

Le seul gisement d'Apigné, près Rennes, renferme, d'après G. F. Dollfus, 65 0/0 d'espèces communes avec les faluns de Touraine et 50 0/0 d'espèces actuelles, proportion supérieure à celle que l'on observe dans les faunes vindoboniennes [22].

A Saint-Georges-de-Bohon (Manche), un sable ferrugineux grossier, aggloméré en tuf, renferme en abondance des *Terebratula perforata* de grande taille, associées à de nombreux Zoanthaires et Bryozoaires et à de rares Lamellibranches, tels que *Chlamys multistriata* et *Ostrea edulis* var. *ungulata.* Primitivement attribués au Pliocène, ces sables sont aujourd'hui envisagés par G. F. Dollfus comme un faciès du Redonien.

Le GROUPE NÉOGÈNE SUPÉRIEUR n'est connu à l'état marin, dans toute la France occidentale, qu'à Redon, dans la Loire-Inférieure et dans le Cotentin, où il n'est guère représenté que par quelques lambeaux, situés sur le territoire des communes de St-Martin-d'Aubigny, Feugères et Marchesieux, sous la forme de marnes à *Nassa prismatica,* peu épaisses, dont les relations stratigraphiques sont mal visibles. Le gisement le plus fossilifère se trouve au Bosq-d'Aubigny, où l'on rencontre notamment *Ostrea edulis, Pecten opercularis, Nucula nucleus, Cardium edule, Lucina borealis, Astarte Omaliusi, Kellia ambigua, Trochus bullatus, Calyptræa sinensis, Natica millepunctata, Turritella vermicularis, Cerithium tricinctum, scabrum, Nassa prismatica, propinqua, proxima, Murex exsculpta, Trophon gracile, Volula Lamberti,* etc. [XXXVIII, 308].

Belgique. — Aucun dépôt néogène marin n'est connu, en dehors du Cotentin, sur les côtes de la Manche et du Pas de Calais. Par contre, dans le Nord de la Belgique, il existe des dépôts néogènes moyens et supérieurs assez bien développés, quoique, en partie, encore imparfaitement connus [XXXIX, 69 *bis;* 26-33], tandis que le groupe Néogène inférieur n'est représenté que par des formations continentales, ligniteuses, appartenant au bassin du Rhin. Quant aux dépôts marins des deux groupes supérieurs, ils doivent être envisagés comme les formations littorales ou sublittorales d'une mer du Nord plus étendue que la mer du Nord actuelle, de même que les formations de même âge que l'on rencontre dans l'Ouest de l'Allemagne et dans l'Est de l'Angleterre.

Le GROUPE NÉOGÈNE MOYEN débute par le BOLDÉRIEN proprement dit, qui, au Bolderberg, près Hasselt, comprend des sables sans fossiles, surmontés de sables blancs, renfermant *Cerithium* (*Tympanotomus*) *lignitarum, Melongena cornuta, Murex aquitanensis, Conus Dujardini* [33]. C'est incontestablement un équivalent du Vindobonien.

L'ANVERSIEN, qui semble correspondre exactement au Redonien et au Sahelien, est constitué, aux environs d'Anvers, par les termes suivants [XXXIX, 69 *bis*; 26-30] :

1° sables gris à *Panopæa Menardi,* reposant par un lit de gravier noir sur les argiles du Rupélien, bien représentés à Edeghem, au Kiel, à Bourght, où ils renferment en abondance des Foraminifères, des Lamellibranches (*Pecten Woodi, tigerinus, Leda pygmæa, Nucula Hœsendoncki, Arca latesulcata. Cardita intermedia, Astarte radiata, Lucina borealis, Isocardia lunulata, Cardium subturgidum, Venus multilamella, Saxicava arctica, Corbula striata, Panopæa Menardi, Ensis Rollei*), des Scaphopodes (*Dentalium costatum*), des Gasté-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

ropodes (*Calyptræa sinensis*, *Chenopus pes pelecani*, *Natica millepunctata*, *Mitra fusiformis*, *Pleurotoma semimarginata*, *interrupta*, *Conus Dujardini*, *Ancilla obsoleta*, *Cassis saburon*, *Nassa incrassata*, *Terebra acuminata*, *Fusus sexcostatus*, *Rothi*, *Murex Nysti*), des Ostracodes (*Cytheridea pinguis*, *Cythere macropora*);

2° sables noirs à *Pectunculus pilosus*, renfermant de nombreux Mollusques (*Nucula Hœsendonckі*, *Pectunculus pilosus*, *Arca diluvii*, *Astarte radiata*, *Lucina borealis*, *Cardium subturgidum*, *Venus multilamella*, *Saxicava arctica*, *Scrobicularia prismatica*, *Corbula striata*, *Turritella subangulata*, *Ficula condita*) et surtout des ossements de Cétacés (*Squalodon*, *Eudelphis*, *Palæodelphis*, *Priscodelphinus*, *Physeterula*, *Ziphirostrum*, *Isocetus*, *Mesocetus*) et de Pinnipèdes (*Prophoca*);

3° sables graveleux à Hétérocètes, avec *Ostrea navicularis*, *Pecten Caillaudi*, *Duwelzi*, dents de Squales (*Oxyrhina hastalis*), ossements de Cétacés (*Cetotherium*) et de Pinnipèdes (*Monatherium aberratum*).

E. Van Beneden, qui a fait sur les Cétacés d'Anvers des travaux classiques, basés sur le triage de près de 180 m³ d'ossements, considère les dépôts anversiens comme le plus vaste ossuaire qui existe au monde.

Le GROUPE NÉOGÈNE SUPÉRIEUR est non moins bien développé dans le Nord de la Belgique et dans les Pays-Bas. Il ne fait pas suite en continuité à l'Anversien, car il est transgressif et débute par un ravinement. Les formations littorales sableuses, connues sous le nom de DIESTIEN, correspondent vraisemblablement à son étage inférieur ; elles s'étendent vers le sud (fig. 436) jusqu'à Diest, Louvain, Tournai, où débouchait un estuaire, Lille, Cassel Wissant. Lorsqu'elles se présentent en nappes continues comme autour de Diest, ce sont des sables glauconieux verts à *Terebratula perforata*. Lorsqu'elles couronnent les buttes-témoins de la Flandre, elles sont décalcifiées et la glauconie est transformée en limonite. On étend d'ordinaire le nom de Diestien, qui primitivement s'appliquait également à l'Anversien, à tous les faciès de l'étage inférieur du Pliocène, mais il vaudrait mieux en réserver l'emploi pour désigner le faciès littoral et faire usage du nom de *Lenhamien*, qui comprend les couches de même âge du Sud-Est de l'Angleterre [38].

Les étages successifs du groupe Néogène supérieur sont en retrait vers le nord les uns par rapport aux autres (fig. 436), de sorte que les plus élevés n'existent qu'en Hollande. Très peu épais aux environs d'Anvers, les étages inférieurs augmentent d'épaisseur vers le nord. Voici les termes que l'on distingue aujourd'hui dans la série [27-33] :

LENHAMIEN. Sables gris à Bryozoaires, avec *Terebratula perforata*, *Ostrea navicularis*, *Astarte Omaliusi*, *Lucina borealis*, *Isocardia cor*, *Ringicula buccinea*.

CASTERLIEN. Sables gris de Casterlé et sables à *Isocardia cor*, glauconieux, très fossilifères à Anvers, où ils affleurent dans les cales sèches, au-dessous du niveau des basses mers [30, 31], et où ils ont fourni de nombreux Lamellibranches (*Anomia ephippium*, *Ostrea edulis*, *Chlamys pusio*, *Pecten maximus*, *Cardita scalaris*, *Astarte Burtini*, *corbuloides*, *Omaliusi*, *Lucina borealis*, *Isocardia cor*, *Cyprina rustica*, *islandica*, *Corbula striata*, *Ensis Rollei*), des Gastéropodes (*Trochus turbinoides*, *Ringicula buccinea*, *Scalaria frondicula*, *Turritella incrassata*, *Natica millepunctata*), des Ostracodes et des ossements de Cétacés (*Balænoptera*, *Balænula*).

SCALDISIEN. Sables à *Trophon antiquum*, reposant sur la surface ravinée des couches précédentes et débutant par un gravier à coquilles et ossements brisés, suivi de sables grisâtres avec bancs coquilliers. On y trouve notamment *Pecten opercularis*, *Astarte incerta*, *Cardium edule*, *Tellina Benedeni*, *Corbulomya complanata*, *Chenopus pes pelecani*, *Voluta Lamberti*, *Nassa labiosa*, *Terebra inversa*, *Fusus contrarius*, et la plupart des espèces du niveau sous-jacent.

POEDERLIEN [32]. Graviers à *Corbulomya complanata* et sables, légèrement transgressifs par rapport au Scaldisien, dont la surface est ravinée, caractérisés par l'apparition d'espèces spéciales, marines et saumâtres, telles que *Corbulomya complanata*, *Cardium Parkinsoni*, *Tellina prætenuis*, *Natica catenoides*, *Nassa propinqua*, *Scalaria foliacea*, *Pota-*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

mides tricinctus, *Littorina suboperta*, *Chrysodomus despecta*, *Ophicardelus pyramidalis*, et par l'abondance de *Natica intermedia*, *Nassa labiosa*, *Buccinum undatum*, *Chrysodomus gracilis*, *Terebra inversa*, *Pleurotoma turricula*, etc.

Amstelien. Cet étage supérieur du groupe Néogène supérieur, créé par Harmer [37], n'existe pas en Belgique, en revanche c'est le premier terme qu'en Hollande les sondages rencontrent sous les dépôts quaternaires; il repose sur les trois étages précédents qui ont été traversés à Utrecht, tandis qu'à Amsterdam, en raison de l'incli-

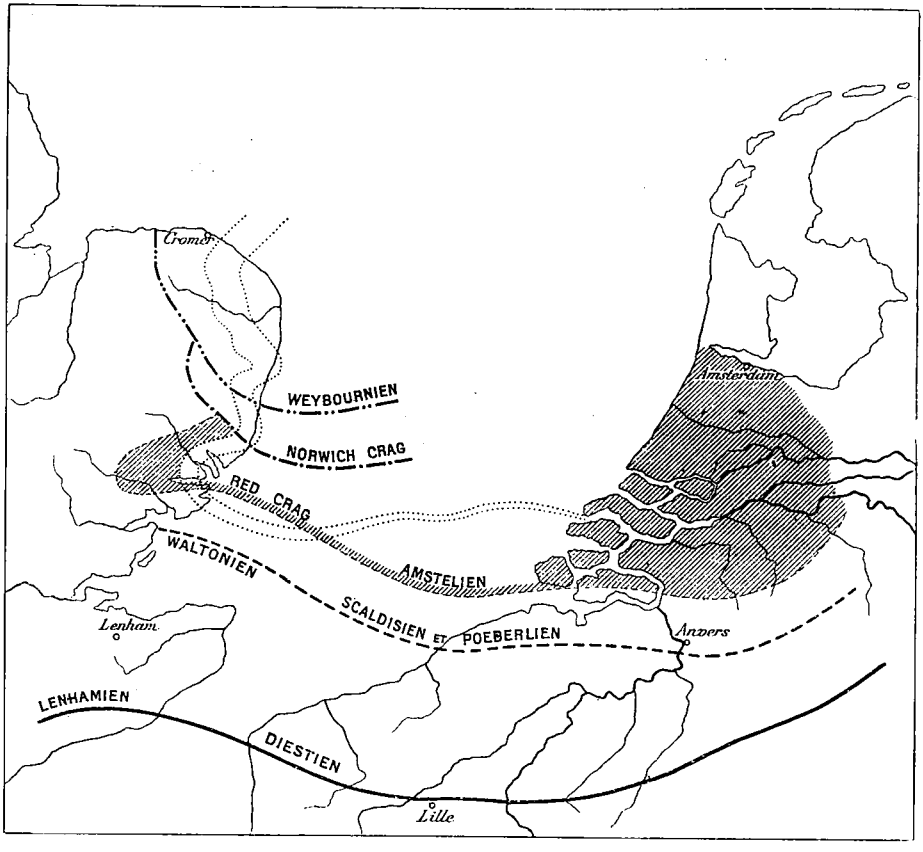


Fig. 436. — Carte représentant l'extension des dépôts néogènes et quaternaires dans les régions littorales de la mer du Nord méridionale (d'après F. W. Harmer).

ancien cours du Rhin et extension du crag de Chillesford.

naison générale des couches vers le nord et en raison aussi de leur augmentation d'épaisseur dans cette direction, la base de l'Amstelien n'a pas été atteinte à une profondeur de 350 m et l'épaisseur de l'étage est d'au moins 150 m. La faune diffère sensiblement de celles du Pœderlien et du Scaldisien, avec lesquelles elle possède cependant un certain nombre d'éléments communs. Les espèces les plus caractéristiques sont les suivantes : *Nucula Cobboldiæ*, *lævigata*, *Leda lanceolata*, *myalis*, *Cardium edule*, *subturgidum*, *grœnlandicum*, *Lucina divaricata*, *Donax vittatus*, *Tellina obliqua*, *prætenuis*, *Semele alba*, *Mactra solida*, *Mya arenaria*, *truncata*, *Littorina littorea*, *Ringicula ventricosa*.

Allemagne du Nord-Ouest. — Le Néogène moyen, qui n'affleure pas en Hollande, mais qui y a été atteint par des sondages, de même que dans

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

l'extrême Nord de la Prusse Rhénane [35 *bis*], reparaît sur les côtes allemandes et danoises de la mer du Nord. Il s'étend vers l'est jusqu'à Travemünde, sur la Baltique, où l'on a signalé les couches néogènes les plus anciennes. Ce sont les grès du Brothener Ufer, dont on ne connaît pas encore l'âge exact [35]. Les grès de Reinbeck et de Melbeck, les grès du Holstein et les argiles micacées du Sleswig-Holstein ont fourni une faune très riche, dont l'étude est restée inachevée [34]. Les espèces les plus communes sont, parmi les Lamellibranches, *Arca diluvii*, *Pectunculus pilosus*, *Limopsis auriculata*, *Astarte concentrica*, *Isocardia cor*, *Venus Brocchii;* parmi les Gastéropodes, *Calyptræa sinensis*, *Trochus Mülleri*, *Xenophora Deshayesi*, *Scalaria frondicula*, *Turritella subangulata*, *Aporrhais speciosa*, *Turbonilla subangulata*, *Odontostoma conoideum*, *Sigaretus clathratus*, *Natica Beyrichi*, *Murex Deshayesi*, *Cancellaria evulsa*, *subangulosa*, *Ficula simplex*, *condita*, *Fusus festivus*, *tricinctus*, *Terebra Basteroti*, *Nassa bochollensis*, *Cassis saburon*, *Conus antediluvianus*, *Dujardini*, *Pleurotoma rotata*, *Steinvorthi*, *Mitra Borsoni*, auxquelles viennent s'ajouter quelques Ptéropodes (*Hyalæa*, *Cleodora*, *Vaginella*, *Spirialis*) et de rares Céphalopodes (*Aturia Aturi*, *Spirulirostra Hœrnesi*).

L'analogie de cette faune avec celle de l'Anversien de Belgique est frappante et permet de conclure à leur synchronisme.

Le groupe Néogène supérieur n'est pas représenté en Allemagne par des formations marines.

Angleterre. — Aucun représentant des groupes Néogène inférieur ou moyen n'est connu en Angleterre ; par contre, le Néogène supérieur est remarquablement bien développé sur les côtes de la mer du Nord, dans les comtés de Kent, d'Essex, de Suffolk et de Norfolk, où il a fait l'objet de travaux classiques [36-39]. Ses dépôts, connus sous les dénominations de *Coralline Crag* et de *Red Crag*, offrent une similitude remarquable avec ceux de la Belgique et de la Hollande, de sorte qu'un parallélisme assez rigoureux a pu être établi entre les deux rives de la mer du Nord.

Le Lenhamien (fig. 436) est un étage inférieur, antérieur au Coralline Crag, que Harmer a créé [38] pour les couches de Lenham, en les assimilant au Diestien proprement dit. Il n'est représenté que dans le Kent, où ses dépôts ont été soulevés, consolidés et entamés par l'érosion avant l'arrivée de la mer qui déposa le Coralline Crag. Sa faune renferme plusieurs espèces d'affinités miocènes, telles que *Terebra acuminata*, *Triton heptagonum*, *Pleurotoma consobrina*, *Jouanneti*, *turrifera*, et plusieurs espèces méridionales, comme *Arca diluvii*, *Cardium papillosum* et *Gastrana fragilis*, qui ne montent pas dans l'étage suivant.

Le Coralline Crag, dont Harmer a fait l'étage Gedgravien, correspond exactement au Casterlien de Belgique. On le rencontre exclusivement sur les côtes du Suffolk, où il repose sur le London clay. Il est constitué, à la base, par un falun blanc, dans sa partie supérieure, par un calcaire ferrugineux, très poreux, entièrement zoogène et formé de débris de Bryozoaires et de Mollusques charriés par des courants très rapides. Contrairement à l'opinion de Prestwich qui y distinguait 8 zones successives, le Coralline Crag n'est pas susceptible de divisions paléontologiques et sa faune est homogène. Elle comprend, outre les Bryozoaires (« Corallines »), qui ont valu son nom à la formation, des Foraminifères, des Échinides, des Brachiopodes (*Lingula Dumortieri*, *Terebratula perforata*), des Lamellibranches, tantôt pourvus de leur test, comme les *Pecten*, tantôt à l'état de moules internes (*Cardita senilis*, *Astarte Omaliusi*, *Pholadomya histerna*), et des Gastéropodes, qui sont généralement dans ce dernier état de conservation (*Voluta*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Lamberti, *Pyrula condita*). Les otolithes de Poissons osseux et les dents de Sélaciens sont assez abondantes.

Le Red Crag (Crag rouge; fig. 436) présente une bien plus grande complexité. Harmer [38] l'a divisé en 3 étages, basés sur les caractères paléontologiques. Voici ces divisions :

Dans le 1er étage, le Waltonien, Harmer distingue un *horizon de Walton*, ou zone à *Neptunea contraria*, et un *horizon d'Oakley*, ou zone à *Mactra obtruncata*, correspondant respectivement au Scaldisien et au Pœderlien du Nord de la Belgique. Les espèces les plus caractéristiques de l'ensemble de l'étage sont les suivantes : *Anomia ephippium*, *Ostrea cochlear*, *Pecten opercularis*, *Mytilus edulis*, *Nucula lævigata*, *Lucina borealis*, *Cardita corbis*, *Cardium edule*, *Cyprina islandica*, *Astarte obliqua*, *Woodia digitaria*, *Calyptræa sinensis*, *Emarginula fissura*, *Fissurella græca*, *Trochus Adansoni*, *Natica millepunctata*, *Cerithium tricinctum*, *Trophon contrarium*, *Buccinum undatum*, *Nassa propinqua*, *elegans*, *Voluta Lamberti*, *Cypræa europæa*. Dans le nombre se trouvent plusieurs espèces méridionales, et beaucoup de formes boréales, qui apparaîtront dans les couches suivantes, font encore défaut ou sont rares.

L'étage Newbournien, ou zone à *Mactra constricta*, renferme déjà en grand nombre *Modiola modiolus*, *Astarte compressa*, *Admete viridula*, *Scalaria grœnlandica*, *Natica helicoides*, *Littorina littorinea*.

Dans l'étage Butleyen, ou zone à *Cardium grœnlandicum*, les espèces méridionales sont en très petit nombre et les espèces boréales sont tout à fait prédominantes. Les plus communes sont *Nucula Cobboldiæ*, *Cardium angustatum*, *grœnlandicum*, *Mactra ovalis*, *constricta*, *Tellina obliqua*, *prætenuis*, *Natica grœnlandica*, *Trophon altum*, *Buccinum grœnlandicum*.

Ces deux étages supérieurs sont envisagés par Harmer comme l'équivalent de l'Amstelien. Les trois divisions du Crag ne s'observent nulle part en superposition dans une même coupe, car elles sont localisées dans des régions différentes, ce qui permet de conclure à un déplacement des eaux du sud vers le nord. En effet, le Waltonien n'est connu qu'au sud de la rivière Stour, dans le nord de l'Essex; le Newbournien, entre les rivières Stour et Deben, dans le sud du Suffolk; le Butleyen, au nord du Deben et il s'appuie à Sutton sur le Gedgravien. Le Crag de Norwich, que nous plaçons à la base du Quaternaire, est localisé dans le nord du Suffolk et dans le Norfolk.

En résumé, le caractère arctique de la faune des rivages de la mer du Nord est allé en s'accentuant depuis le début jusqu'à la fin du Néogène supérieur. Tout d'abord, les espèces méridionales sont encore à tel point prédominantes que Harmer conclut à la nécessité d'admettre une communication directe entre la mer du Nord et la mer qui baignait la France occidentale, contrairement à l'opinion courante qui niait toute communication entre les deux mers et qui envisageait la mer du Nord néogène comme un simple golfe de l'océan Arctique. En réalité, l'arrivée de courants froids sur les côtes d'Angleterre semble avoir été plus difficile au début de l'époque Néogène supérieure et, à plus forte raison, à l'époque Néogène moyenne, qu'à l'époque actuelle. La communication de la mer du Nord avec l'Ouest de la France s'effectuait probablement, d'après Harmer, aux époques lenhamienne et gedgravienne, par la vallée de la Tamise, c'est-à-dire au nord de l'anticlinal du Weald. Ce n'est qu'au Waltonien que ce détroit a dû cesser d'exister et c'est à ce moment que la mer du Nord est devenue un golfe ouvert au nord et de plus en plus réduit, car les eaux marines ont abandonné successivement l'Ouest de l'Allemagne — après l'Anversien, — le Nord de la Belgique — après le Pœderlien, — la Hollande et l'Essex — après l'Amstelien, — pour n'occuper plus, après la fin de la période Néogène, que le nord du Norfolk et le Suffolk. C'est à ce moment

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

que l'introduction, dans la faune, d'éléments arctiques atteint son maximum.

Bassin du Rhône et régions alpines. — On a vu précédemment que, dès la fin de l'époque Mésonummulitique, toute communication directe entre le bassin de l'Aquitaine et les régions méditerranéennes avait cessé d'exister. La Meseta Ibérique n'est plus séparée du Plateau Central que par quelques lacs; elle fait désormais corps avec tous les massifs armoricains-varisques de l'Europe centrale. La grande dorsale du continent n'est plus baignée que sur son bord méridional par la mer. Celle-ci occupait une longue dépression, reléguée sur le bord externe de la chaîne des Alpes. Nous allons étudier ses dépôts en nous dirigeant de l'ouest à l'est, en commençant par le Languedoc et par le bassin du Rhône, pour suivre ensuite le bord des Alpes depuis Nice jusqu'à Vienne.

Languedoc et Roussillon. — Les dépôts néogènes du Languedoc et du Roussillon sont, à vrai dire, une dépendance de ceux du bassin du Rhône, ils méritent néanmoins d'être traités à part, car leur étude complétera l'histoire géologique d'une intéressante région, dont les phases précédentes nous sont déjà connues.

L'Aquitanien n'est représenté par des dépôts marins qu'aux environs immédiats de Montpellier [XXXVII, 43]. A l'École d'Agriculture de cette ville et à Font-Caude, il est à l'état de marnes bleues, avec *Ostrea aginensis*, *Potamides margaritaceus*, *bidentatus*, *papaveraceus*, *Melongena Lainei*, qui passent, à Saint-Georges-d'Orques, à un conglomérat à *Ostrea aginensis*. C'est le début de la transgression néogène dans une région qui, à la fin de la période précédente, était occupée par des lacs.

Le Burdigalien déborde, dans la région de Montpellier et de Lespignan, au delà des limites de l'Aquitanien. Il est constitué par une mollasse blanche, qui repose, sans conglomérat de base, sur le Nummulitique ou sur le Crétacé, voire, comme à Loupian, sur le Jurassique. Il renferme, à la base, *Scutella paulensis*, *Ostrea granensis*, *Pecten Tournali*, *valentinensis*, *sub-Holgeri;* dans la partie supérieure, *Cidaris avenionensis*, *Pecten præscabriusculus* [XXXVII, 43]. L'île Sainte-Lucie, au sud de Narbonne, en est presque entièrement formée [XXXVIII, 61].

Quelques lambeaux d'une mollasse caillouteuse, appartenant au même étage, sont conservés à l'extrémité orientale des Corbières, près de Lapalme et de Leucate. Ils reposent sur l'Urgonien ou sur le Jurassique et renferment les mêmes espèces que dans la région de Montpellier.

Vers le nord, la mer burdigalienne atteignait les environs de Sommières, dans le Gard, où l'étage débute par un conglomérat de base à cailloux verts et comprend ensuite des calcaires mollassiques, présentant les deux niveaux que l'on distingue à Montpellier.

L'Helvétien s'étend en général beaucoup plus loin dans l'intérieur des terres que le Burdigalien. Aux environs de Sainte-Lucie, de Lapalme et de Leucate, toutefois, son aire de répartition coïncide à peu de chose près avec celle du Burdigalien et il est ici entièrement gréseux. A la latitude de Narbonne, sa limite occidentale se trouve reportée vers l'ouest jusqu'à Luc-sur-Orbieu, près Lézignan, et de là elle gagne le bord de la Montagne Noire.

Dans l'Hérault et dans le sud du Gard [XXXVII, 43], l'Helvétien, même lorsqu'il repose sur les couches mésonummulitiques, sur le Crétacé ou sur le Jurassique, est toujours constitué par des marnes bleues ou par des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

marnes sableuses. Les fossiles les plus caractéristiques sont les suivants : *Scutella subrotunda*, *Retepora cellulosa*, *Ostrea crassissima*, *caudata*, *Pecten subarcuatus*, *Fuchsi*, *substriatus*, *Turritella terebralis*, *Balanus tintinnabulum*, *Neptunus monspeliensis*.

Le TORTONIEN n'est à l'état marin que dans l'Hérault et dans le Gard méridional. Il comprend des marnes bleues et des mollasses calcaires à *Echinolampas hemisphæricus*, *Ostrea Barroisi*, *digitalina*, *Pecten scabriusculus*, *improvisus*, *Barbatia barbata*, *Potamides bidentatus*, *papaveraceus*, dans lesquelles s'intercalent quelquefois des calcaires d'eau douce à *Helix Rebouli*.

Les termes supérieurs du groupe Néogène moyen ne sont représentés, dans la région qui nous occupe, que d'une manière tout à fait sporadique, par des couches lacustres, sur lesquelles nous aurons à revenir. Par contre, le groupe Néogène supérieur est constitué, au moins partiellement, par des formations marines, qui prennent un grand développement dans la plaine du Roussillon et aux environs de Montpellier.

La plaine du Roussillon [40], dont Perpignan n'occupe pas tout à fait le centre, est une dépression située dans l'axe même de la chaîne paléozoïque des Pyrénées centrales et doit être envisagée comme une véritable aire d'ennoyage. Elle est constituée exclusivement par des dépôts quaternaires et néogènes supérieurs. Ces derniers s'appuient, sur la périphérie du bassin, sur l'Urgonien, sur le Dévonien ou sur les terrains cristallophylliens. Les quelques sondages qui, dans l'intérieur du bassin, ont traversé toute l'épaisseur du Néogène supérieur (150 m), ont rencontré, comme substratum de ce terrain, également ces mêmes formations.

La partie inférieure du Néogène supérieur du Roussillon est entièrement marine et représente le PLAISANCIEN. Elle débute par des cailloutis et des brèches grossières et comprend, d'après Ch. Depéret [40], uniquement les argiles bleues, sableuses, surtout dans leur partie supérieure, de Millas, Banyuls, etc., qui renferment notamment *Schizaster Scillæ*, *Turbinolia sinuosa*, *Ostrea barriensis*, *lamellosa*, *perpiniana*, *Anomia ephippium*, *Lima inflata*, *Pecten latissimus*, *scabrellus*, *pusio*, *benedictus*, *Yoldia nitida*, *Nucula placentina*, *Pectunculus glycimeris*, *bimaculatus*, *Barbatia barbata*, *Cardita bollenensis*, *Lucina borealis*, *Chama gryphoides*, *Isocardia cor*, *Cardium hians*, *papillosum*, *Tapes decussatus*, *Cytherea pedemontana*, *chione*, *Venus islandicoides*, *multilamella*, *Depereti*, *ovata*, *Tellina planata*, *Corbula gibba*, *Panopæa Faujasi*, *Dentalium sexangulum*, *entalis*, *Fissurella italica*, *Turbo tuberculatus*, *Crepidula unguiformis*, *Turritella aspera*, *Rissoina decussata*, *Cerithium vulgatum*, *Cancellaria cancellata*, *Chenopus pes pelecani*, *Conus Mercatii*, *ventricosus*, *perpinianus*, *Solarium simplex*, *Ringicula Grateloupi*, *Natica millepunctata*, *Josephina*, *Cassis saburon*, *Columbella corrugata*, *Mitra obsoleta*, *Nassa quadrata*, *incrassata*, *semistriata*, *Surcula dimidiata*, *Pleurotoma turricula*, *Fusus lamellosus*, *Murex spinicosta*, *Hœrnesi*, *craticulatus*, *Balanus tintinnabulum*.

La partie supérieure, qui correspond à l'ASTIEN, n'est que partiellement marine. Elle comprend :

1° les sables gris de Millas à *Pecten scabrellus;*

2° les sables jaunes et bleus à *Ostrea cucullata* et *Potamides Basteroti*, surmontés de graviers gris grossiers;

3° une série de couches d'eau douce, argileuses et sableuses présentant, dans sa partie moyenne, des sables à *Mastodon arvernensis*, riches en Vertébrés, sur lesquels nous aurons à revenir plus tard.

Dans les environs immédiats de Montpellier, les argiles plaisanciennes manquent et la série débute par des sables appartenant à l'étage ASTIEN, qui sont transgressifs et reposent en discordance sur le Burdigalien ou sur des termes plus anciens [XXXVII, 43].

Ce sont les *sables de Montpellier*, formation fluvio-marine, renfermant des ossements de Mammifères terrestres, mélangés à des restes de Vertébrés

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

marins (*Oxyrhina*, *Lamna*, *Myliobates*, *Labrodon*, *Plesiocetus priscus*, *Delphinus pliocenicus*, *Metaxytherium Serresi*, *Pristiphoca occitanica*) et à des Mollusques marins, tels que *Ostrea Serresi*, *cucullata*, *Spondylus crassicosta*, *Acanthina gallica*. Au-dessus viennent des marnes, bien développées à l'École d'Agriculture, caractérisées par *Potamides Basteroti*, *Melampus myotis*, *Ophicardelus Serresi*, *Brocchii* [41]. La série se termine par les marnes lacustres du Palais de Justice et de Celleneuve, avec nombreux Mollusques terrestres et dulçaquicoles et restes de Mammifères.

Les affleurements du Néogène supérieur dans le Gard seront plus utilement étudiés en connexion avec ceux de la rive gauche du Rhône.

Vallée du Rhône. — Grâce aux travaux, remarquables à tous égards, de F. Fontannes [42-44] et de Ch. Depéret [3], la basse vallée du Rhône, prise dans le sens le plus large, est aujourd'hui une des régions où le système Néogène est le mieux connu (fig. 437). Nous l'envisagerons dans son ensemble, en suivant l'ordre chronologique des étages et en précisant, pour chacun d'eux, son extension géographique (fig. 438), réservant toutefois pour la fin de ce chapitre l'étude des formations continentales qui s'intercalent dans la série.

AQUITANIEN. Les formations marines de cet étage sont exclusivement limitées à la côte de Provence, où Fontannes et Depéret [44] ont observé, à Sausset, à Carry et au Rouet, en contact avec l'Urgonien, les termes suivants :

1° sables rouges, avec *Helix Ramondi*, et conglomérats du Rouet de Carry;

2° sables et marnes à *Pecten subpleuronectes* et Zoanthaires;

3° couches saumâtres, avec *Cyrena Gravesi*, *Neritina picta*, *Potamides margaritaceus*, *plicatus*;

4° mollasse calcaréo-siliceuse à Turritelles, Bryozoaires et Zoanthaires.

Les espèces les plus caractéristiques des couches marines sont les suivantes : *Ostrea aginensis*, *Pleuronectes subpleuronectes*, *Mytilus Michelini*, *Lucina multilamellata*, *ornata*, *Cytherea undata*, *Lævicardium aquitanicum*, *Turritella Desmaresti*, *quadriplicata*, *Rostellaria dentata*, *Cypræa pyrum*, *Melongena Lainei*.

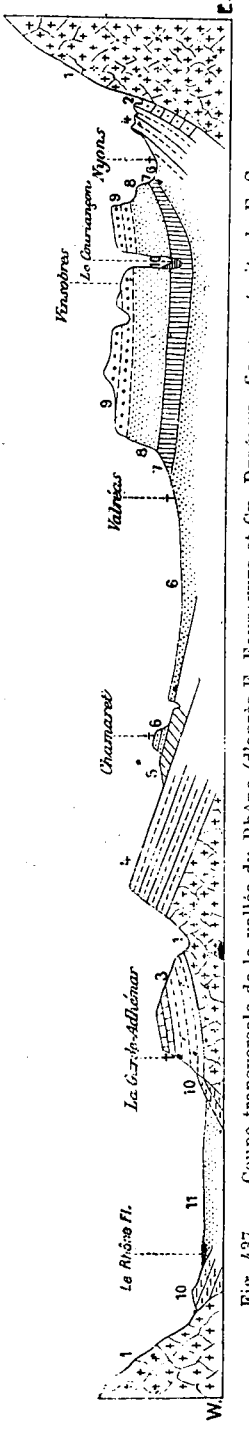


Fig. 437. — Coupe transversale de la vallée du Rhône (d'après F. Fontannes et Ch. Depéret; figure extraite de E. Suess, *la Face de la Terre*, t. I).

1, terrains crétacés; 2, sables et argiles bigarrés (Éonummulitique); 3, Néonummulitique; 4, mollasse à *Pecten praescabriusculus* (Burdigalien sup'); 5, grès à *Ostrea crassissima* (Helvétien inf'); 6, sables à *Pecten Gentoni* (Helvétien sup'); 7, couches à *Cardita Jouanneti* (Tortonien); 8, sables d'eau douce à *Hipparion* et *Helix delphinensis* (Pontien inf'); 9, limons et cailloutis à *Hipparion*; 10, Plaisancien; 11, alluvions du Rhône.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Cette faune s'affirme, de même que la faune saumâtre qui l'accompagne, comme essentiellement aquitanienne. On y rencontre une grande majorité d'espèces qui, dans le bassin de l'Aquitaine, sont cantonnées dans cet étage.

Dans les couches supérieures apparaissent déjà quelques rares espèces, telles que *Cardium burdigalinum*, *Lucina columbella*, *Turritella turris*, qui atteignent leur plein développement dans les étages suivants.

L'invasion de la mer aquitanienne, sur la côte de Provence et dans la région de Montpellier, marque le début de la transgression néogène. La vallée du Rhône ne sera atteinte par cette transgression qu'à l'époque suivante.

Burdigalien. Depéret [3] distingue, dans le Burdigalien de la vallée du Rhône, deux termes, que l'on serait presque en droit d'envisager comme deux sous-étages. Chacun d'eux indique un nouveau progrès dans la transgression graduelle de la mer néogène vers le nord.

Le Burdigalien inférieur comprend, sur le littoral, entre Carry et Sausset, les assises suivantes [44], parfaitement concordantes avec l'Aquitanien :

1° marnes brunes à *Pecten vindascinus* et Huîtres;
2° mollasse gréseuse à *Turritella turris;*
3° sable jaune à *Pecten vindascinus* et banc gréseux à Pleurotomes;
4° sable jaune à *Thracia ventricosa;*
5° banc rose de Sausset à faune de Léognan.

L'ensemble de ces couches renferme notamment, outre les espèces déjà citées, *Scutella paulensis*, *Amphiope elliptica*, *Pecten Justianus*, *pavonaceus*, *Lucina incrassata*, *columbella*, *Cytherea erycina*, *Calyptræa deformis*, *Natica tigrina*, *Chenopus pes pelecani*, *Clavatula asperulata*, *Nassa eburnoides*, *Tudicla rusticula*, *Ficula condita*, *Voluta rarispina*, *Strombus Bonellii*.

Plus au nord, dans les départements de Vaucluse et de la Drôme, la série néogène débute par des sables à *Scutella paulensis* et par des conglomérats à patine verte, qui reposent, souvent en discordance, sur le Chattien, sur les sables bigarrés suessoniens, ou même sur le Crétacé, et qui correspondent seulement aux couches terminales du Sausset. Outre les espèces que l'on trouve sur le littoral, il convient de citer, parmi les éléments de leur faune, *Cidaris avenionensis*, *Echinolampas scutiformis*, *Ostrea caudata*, *Pecten Davidi*, *paulensis*, *Tournali*, *præscabriusculus* (rare).

Le Burdigalien supérieur est constitué, dans toute la vallée du Rhône, par une *mollasse marno-calcaire*, caractérisée par l'abondance de *Pecten præscabriusculus*, *subbenedictus*, *Echinolampas hemisphæricus*. C'est une formation organogène, riche en Nullipores, en Zoanthaires, en Bryozoaires, dont la partie supérieure fournit une pierre blanche, exploitée à Beaumadalier (Bouches-du-Rhône), à Ménerbes (Vaucluse), à Bari et Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme). La faune comprend surtout les espèces suivantes : *Cidaris avenionensis*, *Echinolampas hemisphæricus*, *sculiformis*, *Scutella paulensis*, *Amphiope elliptica*, *Clypeaster intermedius*, *Ostrea Boblayei*, *gingensis*, *Pecten resplutensis*, *Tournali*, *sub-Holgeri*, *valentinensis*, *præscabriusculus* (très commun), *subbenedictus* (fig. 438), *Cardium commune*, *Panopæa Menardi*, *Ficula condita*, *Tudicla rusticula*, *Clavatula asperulata*, *Turritella terebralis*, *turris*.

L'extension de cette mollasse marno-calcaire dépasse considérablement vers le nord celle des sables à Scutelles. On la rencontre dans l'Isère, dans l'Ain et jusque dans le Jura, mais, à partir de Montélimar, elle s'écarte vers l'est du Rhône actuel (fig. 439). Elle débute d'ordinaire par un conglomérat de base et repose sur des couches lacustres d'âge oligocène ou sur des terrains plus anciens.

Helvétien. Le sous-étage inférieur du Vindobonien présente, dans le

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

bassin du Rhône, des variations de faciès telles, qu'il est impossible de donner de ses assises une coupe schématique qui s'applique à l'ensemble du bassin.

Sur la côte de Provence [44], la mollasse calcaire à *Ostrea crassissima*, qui représente le Burdigalien supérieur, supporte à Sausset une série de sables et de marnes à *Pecten Fuchsi* et moules de Lamellibranches, avec intercalations de bancs zoogènes à Bryozoaires. Au-dessus vient encore une mollasse rose calcaréo-gréseuse, exploitée à Beaumadalier et autour de la Couronne. On y trouve surtout *Echinocardium depressum*, *Clypeaster intermedius*, *Pecten galloprovincialis*, *Cardita Jouanneti*, *Eburna Caronis*.

Dans la région de l'étang de Berre, dans le Comtat et dans le bassin de Crest (Drôme), on distingue, d'après Fontannes [43] et Depéret [4], les termes suivants :

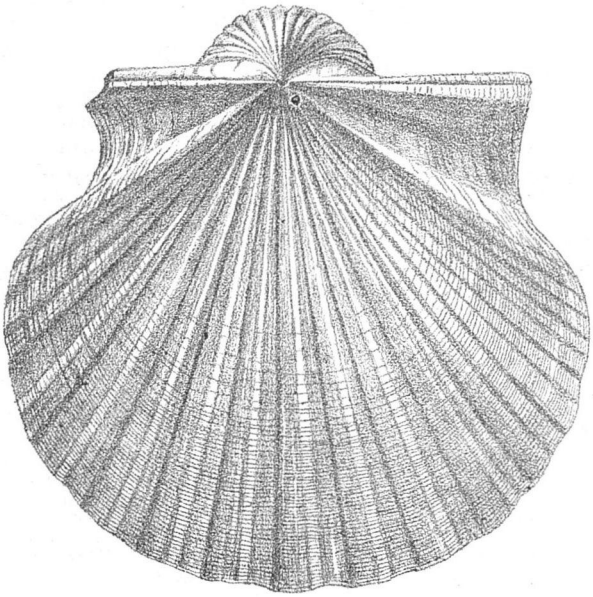


Fig. 438. — *Pecten subbenedictus*, vu par la face gauche (d'après F. Fontannes).

Burdigalien supr, Visan, Vaucluse.

1° sables et grès à *Ostrea crassissima*, *gingensis*, *Pecten suzensis*, *camaratensis*, *pusio*, *sub Holgeri*, passant latéralement à des argiles bleues, fines, micacées, assimilées par Depéret au « Schlier » autrichien, et bien développées à Istres (Bouches-du-Rhône) et à Avignon, où elles renferment *Schizaster Parkinsoni*, *Pecten Celestini*, *ventilabrum*;

2° sables ferrugineux à *Amphiope perspicillata*, *Pecten Fuchsi*, *Celestini*, *Escoffieræ*;

3° grès à *Cardita Michaudi*, *Pollia exsculpta*, *Conus canaliculatus*, *Turritella bicarinata*;

4° sables et grès à *Terebratulina calathiscus*, *Thecidea testudinaria*, *Pecten Celestini*, *pusio*, *Escoffieræ*, du moulin à vent de Visan, de Montvendre (Drôme).

Dans le Bas-Dauphiné, depuis Vienne jusqu'à Saint-Fons, près Lyon, l'Helvétien est transgressif, et ses dépôts s'étendent jusque sur les bords du Plateau Central (fig. 439). Il débute à Voreppe par un conglomérat, qui supporte des sables à *Ostrea crassissima*. La plus grande partie de l'étage est constituée par des sables à *Terebratulina calathiscus*, semblables à ceux du bassin de Visan. Ils atteignent ici jusqu'à 250 m d'épaisseur (sondage de Toussieu) et contiennent, outre les espèces citées plus haut, *Dendrophyllia Collongeoni*, *Argiope decollata*, *cistellula*, *Lima squamosa*, *Tetraclita Dumortieri*, *Balanus porcatus*, etc.

Tortonien. La séparation de l'Helvétien et du Tortonien rencontre de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

grandes difficultés, toutes les fois que le sous-étage moyen du Vindobonien n'est pas entièrement représenté par le faciès argileux. Ainsi, aux environs de Cucuron [4, 45, 47], dans la vallée de la Durance, on observe sous les argiles tortoniennes une mollasse que l'on peut aussi bien attribuer à l'Helvétien qu'au Tortonien. On y trouve des Nullipores, des Échinides (*Echi-*

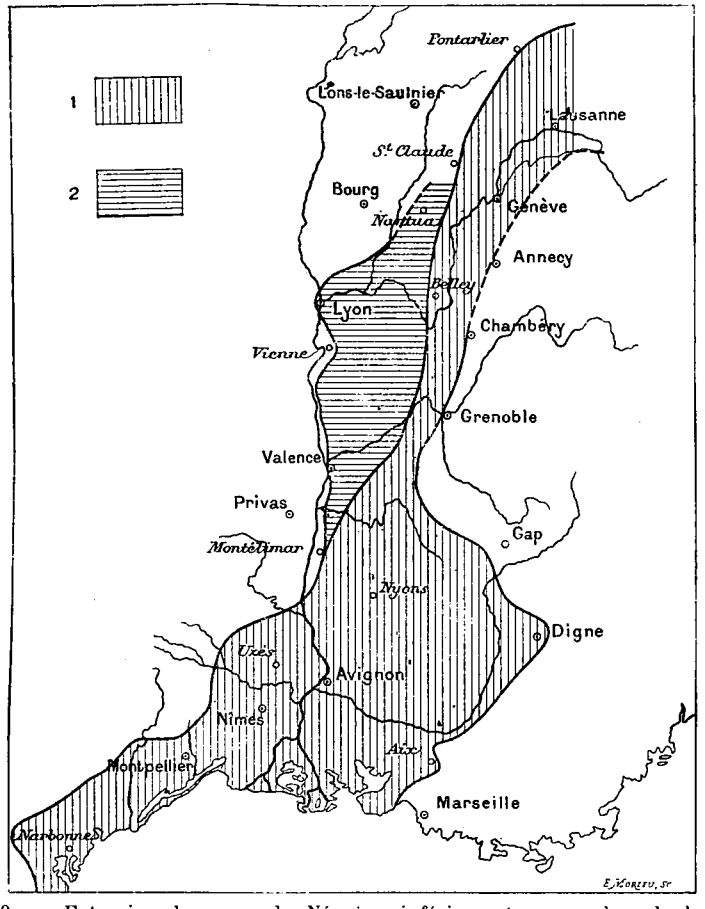


Fig. 439. — Extension des mers du Néogène inférieur et moyen dans le bassin du Rhône (d'après Ch. Depéret ; figure extraite de E. Suess, *la Face de la Terre*, t. II).

1, extension maximum du Burdigalien ; 2, transgression maximum du Vindobonien vers l'ouest

nolampas hemisphæricus, *Scutella subrotunda*), des Bryozoaires, de grands *Pecten* (*P. solarium*, *planosulcatus*, *scabriusculus*, *nimius*) et des Huîtres (*Ostrea Boblayei*). Les *marnes de Cabrières d'Aigues* constituent, par contre, un type classique du Tortonien. Leur faune est extrêmement riche. Les espèces les plus communes sont les suivantes : *Cardita læviplana*, *Easlonia rugosa*, *Rotella subsuluralis*, *Mesalia cabrierensis*, *Turritella pusio*, *Proto rotifera*, *Terebra modesta*, *Ancilla glandiformis*, *Conus Mercati*, *Pleuroloma calcarata*, *asperulata*, *Jouanneti*, *Tudicla rusticula*, *Columbella turonica*, *Mitra fusiformis*, *Nassa Dujardini*, *acrostyla*, *cabrierensis*, *Murex striæformis*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Aux environs du Visan [43], le Tortonien est entièrement sableux. Sa partie inférieure a fourni *Pecten vindascinus*, *cavarum*, *nimius*, *Natica euthele*, *Ancilla glandiformis*. *Cardita Jouanneti* y fait son apparition, mais n'atteint encore qu'une petite taille, alors qu'elle acquiert son plein développement dans la partie supérieure [4], qui renferme la faune de Cabrières d'Aigues, associée à des espèces terrestres et lacustres (*Helix delphinensis*, *Gualinoi*, *Limnæa heriacensis*, *Planorbis heriacensis*, *Hydrobia avisanensis*) [48].

Dans le Bas-Dauphiné et aux environs de Lyon, le faciès des sables à *Terebratulina calithiscus* s'élève jusque dans le Tortonien et c'est la partie supérieure de ces sables qui, se chargeant de galets, repose directement sur le gneiss du Plateau Central. A Saint-Genis-d'Aoste (Rhône) on y trouve notamment *Pecten improvisus*, *Arca turonica*, *Eastonia rugosa*, *Turbo muricatus*, *Turritella bicarinata*, *Columbella porcata*, *Pleurotoma asperulata*, *Ancilla glandiformis*, *Nassa conglobata*, *Dujardini*, *acrostyla*, *Pollia exsculpta*.

C'est avec ces couches tortoniennes que se termine, dans le bassin du Rhône, la série marine du Néogène moyen. Rien ne permet de distinguer ici un sous-étage Sarmatien, mais il est possible que la partie supérieure des couches que l'on attribue au Tortonien soit en réalité synchronique du Sarmatien des environs de Vienne et de l'Europe orientale. Il ne semble pas y avoir eu d'arrêt dans la sédimentation entre ces couches et l'étage supérieur du groupe, représenté par des couches d'abord saumâtres, ensuite lacustres, puis fluviatiles, qui montrent la dessalure progressive des eaux et l'installation, dans la vallée du Rhône, d'un régime de plus en plus continental [4], et qui méritent plutôt le nom de PONTIEN que celui de Sahélien, que nous appliquons au type marin de l'étage. Nous devons en réserver l'étude pour le moment où nous nous occuperons des formations continentales du Néogène de l'Europe occidentale.

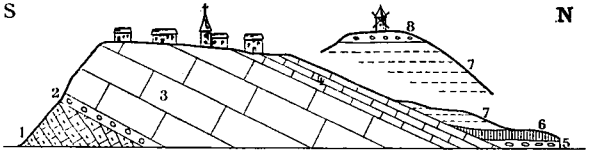


Fig. 440. — Coupe de la colline de Théziers, Gard (d'après CH. DEPÉRET).

1, calcaire barrémien; 2, conglomérat de base du Burdigalien; 3, 4, mollasse calcaire à *Pecten præscabriusculus* (Burdigalien supᵉ); 5, conglomérat de base du Néogène supᵉ; 6, couches à Congéries inférieures; 7, marnes plaisanciennes avec banc d'*Ostrea cochlear*; 8, cailloutis du Quaternaire infᵉ.

La phase continentale de la fin du Néogène moyen s'est terminée par le creusement de vallées profondes, entamant non seulement les dépôts néogènes inférieurs et moyens, mais encore les terrains antérieurs. Au début de la période Néogène supérieure, il s'est déposé dans la basse vallée du Rhône, aux environs de Bollène, Théziers (fig. 440), etc., des couches à *Congeria subcarinata*, *simplex*, *dubia*, *Melanopsis Matheroni*, formation fluviatile, concordante avec les couches marines du Plaisancien qui les surmontent. Il convient donc de les envisager comme un faciès pontien de la base de cet étage [45]. Nous aurons l'occasion d'y revenir.

Le PLAISANCIEN marin est constitué par des dépôts variés déposés dans un fjord ramifié, long de 375 km, qui s'étendait vers le nord jusqu'à Loir, à 20 km au sud de Lyon, envahissant la vallée creusée à l'époque pontienne (fig. 441). Les fossiles y sont très abondants (315 espèces de Mollusques), notamment à Théziers, Saint-Laurent-des-Carnols, Saint-Alexandre (Gard),

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Saint-Pierre-de-Cénos, Saint-Ariès, Saint-Restitut, Bouchet, Nyons, le Rasteau, Villedieu (Vaucluse), Saint-Laurent-du-Pape (Ardèche), Eurre, Chabeuil, Marsac, Fay-d'Albon (Drôme), le Péage-de-Roussillon (Isère).

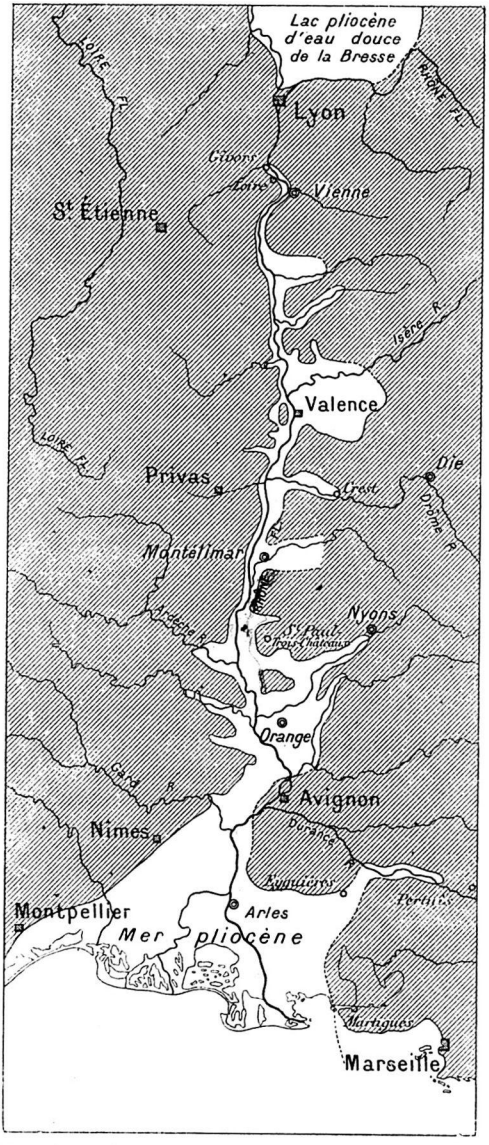


Fig. 441. — Extension de la mer plaisancienne dans la vallée du Rhône (d'après F. Fontannes; figure extraite de E. Suess, *la Face de la Terre*, t. I).

Le faciès le plus répandu est celui des argiles bleues ou grises, jaunâtres par altération. On y trouve surtout des Zoanthaires à polypiers simples, quelques Échinides, des Lamellibranches (*Ostrea cochlear, Hœrnesi, rastellensis, Spondylus fercolensis, Pleuronectia cristata, Yoldia nitida, Arca diluvii, Barbatia barbata, acanthis, Cardium aculeatum, Anomalocardia diluvii, Cypricardia corallophaga, Venus islandicoides, multilamella, Corbula gibba*) et surtout de nombreux Gastéropodes (*Vermetus intortus, Turritella rhodanica, subangulata, Chenopus Uttingerianus, Natica Dumasi, helicina, Cypræa Davidi, Galeodea echinophora, Columbella turgidula, Nassa semistriata, Ranella marginata, Drillia Allionii, Surcula dimidiata, Pleurotoma rotata, Pollia fusulus*). La faune offre certaines analogies avec celle du Plaisancien du Languedoc, mais avec un cachet moins bathyal.

Fontannes distingue encore d'autres faciès, d'un caractère littoral beaucoup plus accentué :

1° les *faluns de Saint-Ariès*, formés dans une anfractuosité des falaises gréseuses de l'île d'Uchaux, avec *Pecten bollenensis, pusio, Pectunculus glycimeris, Cardium papillosum, Cardita Matheroni, Venus islandicoides, Corbula gibba, Dentalium delphinense, Turritella rhodanica, Cerithium vulgatum, Nassa bollenensis, reticulata, Murex scalaris;*

2° les *sables et grès de Saint-Pierre-de-Cénos*, avec *Ostrea barriensis, cucullata, cochlear, Hinnites crispus, Anomia ephippium, Pecten pusio, pes felis;*

3° les *sables jaunes de Villedieu*, avec *Loripes leucoma, Cardium hians, Tapes rastellensis, Solen vagina, Fissurella italica, Potamides Basteroti, Natica Josephina, Nassa bollenensis.*

L'Astien est constitué par des *couches à Congéries supérieures*, caractérisées par *Congeria subbasteroti, Potamides Basteroti, Hydrobia Escoffieræ*, que surmontent des sables fluvio-lacustres à *Mastodon arvernensis*. Le régime d'eaux douces a donc complètement remplacé le régime marin.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Alpes Maritimes. — De même que sur les côtes actuelles du Roussillon, du Languedoc et de la Provence, on rencontre dans les Alpes Maritimes des dépôts néogènes qui indiquent l'existence d'une Méditerranée dont les rivages n'étaient pas très éloignés des rivages actuels, abstraction faite, bien entendu, du golfe qui occupait la vallée du Rhône.

Si l'Aquitanien fait défaut, le BURDIGALIEN est, par contre, représenté par un type remarquable, la *mollasse jaune de Vence* [50], très calcaire à la base et très fossilifère. Elle forme une bande continue, depuis la Tourette-sur-Loup, à l'ouest, jusqu'à la vallée du Var, à l'est. Elle repose sur l'un ou l'autre terme du Nummulitique, sur le Cénomanien ou sur le Jurassique supérieur. Sa faune comprend de nombreux Échinides, tels que *Maretia Guebhardi, Echinolampas hemisphæricus, scutiformis, Scutella paulensis, Amphiope biauriculata, Clypeaster intermedius, Schizaster Scillæ, Spatangus corsicus, Brissoides Oppenheimi*, et des Lamellibranches, comme *Ostrea lamellosa, Pecten rotundatus, præscabriusculus, subbenedictus.* C'est exactement la faune de la mollasse marno-calcaire du bassin du Rhône.

A l'HELVÉTIEN appartient la *mollasse grise de Vence*, beaucoup plus marneuse, avec *Ceratotrochus duodecimcostatus, Ostrea cochlear, Pecten denudatus, cristatus, Nucula Mayeri, Corbula gibba, Dentalium Bouei, intermedium, Ringicula Bonellii, Spirulirostra Bellardii.* Tournouër [50] compare cette formation bathyale au « Schlier » d'Autriche.

On attribue généralement au PONTIEN des poudingues et des brèches à gros éléments qui surmontent les mollasses de Vence et qui sont eux-mêmes recouverts par le Trias ou le Jurassique d'une nappe charriée vers le sud.

Le groupe Néogène supérieur s'avance moins loin dans l'intérieur des terres, mais il est connu, à l'ouest et à l'est, bien au delà de la région occupée par les mollasses de Vence. Ses principaux affleurements sont situés aux environs de Cagnes, de Biot et d'Antibes, où ses deux étages sont représentés.

Le PLAISANCIEN est constitué par les *argiles bleues de Biot*, formation bathyale, qui a fourni un très grand nombre d'espèces, dont les plus caractéristiques sont les suivantes : *Terebratula ampulla, Ostrea cochlear, Pecten cristatus, Arca diluvii, Limopsis aurita, Lucina rostrata, Corbula gibba, Dentalium sexangulare, Natica helicina, Turritella subangulata, Cerithium multigranulatum, Chenopus pes graculi, Nassa castrocarensis, semistriata, Cancellaria lirata, Conus antediluvianus, Pleurotoma Coquandi, turricula, cataphracta, Triton apenninicum.*

L'ASTIEN comprend :

1° les argiles jaunes à *Lucina orbicularis*, renfermant, à Cagnes et à la Colle, *Pecten flabelliformis, Jacobæus, Cardita intermedia, Venus umbonaria, Corbula gibba, Cerithium vulgatum, varicosum, Turritella vermicularis, Nassa mutabilis, semistriata, Cancellaria cancellata, Ranella marginata ;*

2° les calcaires à Amphistégines et *Pecten scabrellus* du Fort Carré d'Antibes, de la Bastide-Tourie et du village de Biot, avec *Amphistegina Haueri, Argiope decollata, Terebratulina caput serpentis, Megerlea truncata, Ostrea cochlear, Pecten benedictus, scabrellus, cristatus, varius, Hinnites crispus, Venus plicata, Tellina planata.*

A l'est de l'embouchure du Var, il existe quelques lambeaux de Plaisancien et d'Astien aux environs de Nice [51] : dans la ville même, sur la route d'Aspremont, à la fontaine du Temple, à l'ouest de Gairaut, à la Trinité-Victor, au Mont-Alban, au Mont-Boron, au sommet de la presqu'île Saint-Jean. Un gisement astien a en outre été découvert récemment [52] à Saint-Roman, à l'est de Monte-Carlo, dans une poche creusée dans les calcaires jurassiques. On y a recueilli *Pecten benedictus, Flabellipecten Plessii, Bosniaskii, Chlamys scabrella, Macrochlamys latissima.*

D'autres gisements, tous plaisanciens, se trouvent à l'ouest d'Antibes :

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

au moulin de l'Abadit, près Cannes, à Mandelieu, la Théoulière, la Napoule, ainsi qu'à Saint-Raphaël et à Fréjus.

Chaînes subalpines. — Les dépôts néogènes inférieurs et moyens de la vallée du Rhône empiètent à l'est sur les Chaînes Subalpines. Il est intéressant de préciser leur limite orientale et d'étudier les variations de faciès qu'ils sont susceptibles de présenter dans cette direction.

Sur les bords de l'Asse, à sa sortie de la clue de Chabrières, on observe, près de Château-Redon, une masse puissante de poudingues, de marnes rouges ou blanches, de grès, de calcaires lacustres, qui repose sur les couches crétacées. Depéret et Douxami [53], qui en ont donné une coupe détaillée, distinguent une partie inférieure peu fossilifère, où un banc de grès leur a fourni des débris de *Balanus* et de *Pecten*, et une partie supérieure, caractérisée par la présence d'*Helix sylvana*, *Planorbis Mantelli*, *Cyclostoma Draparnaudi*, dans laquelle s'intercale un banc marneux rempli d'*Ostrea crassissima*. L'ensemble constitue un faciès lacustre et fluviatile du Burdigalien et du Vindobonien, avec deux intercalations marines, qui représentent deux épisodes très courts, pendant lesquels la mer s'est avancée en ce point jusqu'au pied des premières Chaînes Subalpines.

Cette formation s'enfonce à l'ouest sous une masse puissante de conglomérats à galets impressionnés, qui forme un immense plateau entamé profondément par la vallée de l'Asse.

On l'a attribuée au Pontien et on l'a envisagée comme le dépôt d'un vaste delta de l'ancienne Durance. Au nord de la Bléone, les mêmes poudingues constituent le bassin de Digne et de Champtercier. Ici leurs couches sont fortement inclinées et l'on voit apparaître, en boutonnières et sur les bords du bassin, leur substratum.

Celui-ci comprend [XXXVII, 50] une mollasse burdigalienne, qui débute souvent par un conglomérat à patine verte et qui renferme en abondance *Ostrea Boblayei*, *Exogyra Sellei*, *Pecten præscabriusculus*, *subbenedictus*, *sub-Holgeri*, *rotundatus*, *Panopæa Menardi* et de rares Échinides. Puis vient une mollasse sableuse helvétienne à *Ostrea crassissima*, *Velaini*, *Cardita Jouanneti*, qui supporte, à Beaudument, des marnes très fossilifères à *Turritella bicarinata*, *Cerithium lignitarum*, *Duboisi*, *Natica helicina*, *Pleurotoma calcarata*, vraisemblablement tortoniennes.

Les dépôts tertiaires du bassin de Digne sont limités à l'est par le bord d'une nappe charriée, qui permet d'observer, par exemple à Courbons, la superposition anormale du Jurassique supérieur aux conglomérats pontiens. Entre Thoard et Mélan, toutefois, ils pénètrent profondément dans les plus extérieures des Chaînes Alpines et forment une cuvette synclinale, débordée sur trois de ses côtés par les plis des terrains secondaires. C'est le petit bassin de Tanaron [XXXVII, 50 *ter*], constitué par la mollasse rouge tongrienne, par la mollasse grise burdigalienne et par des marnes à *Cerithium lignitarum* vindoboniennes. Les conglomérats burdigaliens se présentent sur son bord septentrional en grands bancs verticaux, mis en saillie par l'érosion (pl. XLVI).

Dans le département des Hautes-Alpes, la mer néogène ne semble avoir pénétré que jusque dans le Dévoluy. On y observe, en divers points, une véritable *nagelfluh*, tout à fait analogue aux poudingues burdigaliens. On a voulu la rattacher à la mollasse rouge tongrienne, mais, à Montmaur, elle est nettement transgressive et vient reposer à l'est sur le Priabonien et même sur le Sénonien.

Les mollasses burdigaliennes et vindoboniennes ont vraisemblablement

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

recouvert tout le Vercors et tout le massif de la Grande Chartreuse. Elles sont conservées dans l'axe des longs synclinaux dirigés presque N.-S., qui sont un des traits les plus caractéristiques de la structure de ces massifs. Le Burdigalien y est transgressif, il repose soit sur les sables et argiles bigarrés du Suessonien, soit sur les divers termes du Crétacé, et débute souvent par un conglomérat à patine verte. On y retrouve, de même que dans le Vindobonien, les mêmes horizons que dans la vallée du Rhône. Les conglomérats pontiens demeurent confinés dans les plateaux du Bas-Dauphiné.

En Savoie, la mer burdigalienne était limitée à l'est par la chaîne du Nivollet et du Revard, puis par le Semnoz et par le bord externe des Hautes Chaînes calcaires. Plus au nord, elle ne s'étendait certainement pas jusqu'aux environs de Bonneville, car le soubassement autochtone des nappes des Préalpes ne comprend que des dépôts tongriens.

Suisse. — L'Aquitanien est représenté dans la plaine suisse exclusivement par des formations lacustres dont il sera question plus tard. Il en est de même du Burdigalien inférieur, représenté par la *mollasse grise de Lausanne.*

La *Mollasse marine*, comprise entre deux mollasses d'eau douce, correspond à une période où la mer, envahissant les lacs situés sur le bord des Alpes, s'étendait tout le long de la chaîne et formait un détroit qui réunissait le bassin du Rhône au bassin de Vienne. Il ne s'est pas produit au début une invasion brusque de la mer, ni une transgression sur des espaces préalablement exondés et l'on voit la mollasse grise de Lausanne passer insensiblement, à sa partie supérieure, à la Mollasse marine [1].

La partie inférieure de la Mollasse marine est un grès grossier, rempli de moules de coquilles marines et connu, pour cette raison, sous le nom de *Muschelsandstein.* Sa faune est très riche et comprend notamment les espèces suivantes : *Cidaris avenionensis, Echinolampas scutiformis, Scutella helvetica, Ostrea crassissima, virginiana, Pecten restitutensis, subbenedictus, præscabriusculus, Cardium commune, Tapes helvetica, Turritella turris.* Il ne peut y avoir de doute que l'on se trouve là en présence du BURDIGALIEN SUPÉRIEUR.

Une masse puissante de grès et de sables sans fossiles sépare cette partie inférieure de la Mollasse marine de la partie supérieure, constituée par la *mollasse de Berne et de Saint-Gall*, formation de marnes sableuses gris bleuâtre, très fossilifères, par exemple au Belpberg, près Berne. Les espèces les plus communes sont les suivantes : *Ostrea crassissima, tegulata, Pecten Hermanseni, Celestini, solarium, Arca Fichteli, Cardium Darwini, edule, Cardita Jouanneti, Venus islandicoides, plicata, Tapes vetula, Corbula carinata, Pholadomya alpina, Panopæa Menardi, Turritella vermicularis, bicarinata, Cerithium lignitarum, Ancilla glandiformis, Mitra fusiformis, Pleurotoma calcarata, semimarginata, Pirula cornuta, Ficula condita, Tudicla rusticula, Nassa baccata.* C'est la faune typique de l'Helvétien, elle a d'ailleurs servi de point de départ pour la définition de l'étage.

La *Mollasse d'eau douce supérieure*, qui repose sur la Mollasse marine, renferme des Mammifères terrestres qui permettent de l'attribuer avec certitude aux sous-étages supérieurs du Vindobonien, le Pontien faisant totalement défaut en Suisse, de même que le groupe supérieur du Néogène.

La Mollasse marine s'étend vers le nord bien au delà des limites du Plateau Suisse, elle débordait notamment sur le Jura proprement dit, comme l'attestent les témoins conservés dans les grandes vallées synclinales du versant suisse. Généralement elle repose sur des couches lacustres de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

l'Aquitanien et du Burdigalien inférieur, mais l'Helvétien est souvent transgressif. La limite septentrionale de la Mollasse marine passe un peu à l'est de Belley et de Saint-Claude et de là, s'infléchissant vers le nord-est puis vers l'est, elle passe au sud de Pontarlier, à la Chaux-de-Fonds, Noirmont, Undervelier [XXXIX, 175].

Plus à l'est, la mer s'étendait encore davantage vers le nord, envahissant le Randen, c'est-à-dire le Jura tabulaire.

La *mollasse marine du Randen* repose près de Zollhaus sur les calcaires du Jurassique supérieur. Elle débute par un conglomérat à galets calcaires et renferme *Ostrea caudata. tegulata*, *Pecten palmatum*, *Fuchsi*, *Arca turonica*, *Corbula gibba*, *Nerita Plutonis*, *Cerithium Duboisi*, *lignitarum*, *papaveraceum*, *Pleurotoma Jouanneti*, *Conus canaliculatus*, c'est-à-dire une majorité d'espèces vindoboniennes [4]. Cette mollasse peu épaisse supporte la mollasse d'eau douce d'Œningen, dont il sera question plus tard.

Tous les matériaux de la mollasse marine sont d'origine alpine et on observe des éléments de cette provenance jusque dans les poudingues helvétiens du Jura Bernois [XXXIX, 175]. Sur le bord des Alpes, les conglomérats prennent un développement particulièrement important et on leur donne ici le nom de *nagelfluh*. Ils doivent leur origine à des cours d'eau descendant des Alpes, qui étaient déjà entièrement exondées.

Allemagne du Sud. — Les dépôts néogènes de la plaine mollassique suisse se poursuivent à l'est dans une grande plaine, drainée par le Danube, qui va en s'élargissant jusqu'au méridien de Ratisbonne, pour se rétrécir de nouveau au sud du massif de Bohême. Les termes les plus anciens du système affleurent exclusivement sur les deux bords de cette plaine : sur le bord septentrional, dans le grand-duché de Bade, dans le Wurtenberg et en Bavière, c'est-à-dire sur le versant méridional du Jura Souabe et Franconien ; sur le bord méridional, en Bavière, dans les premiers contreforts des Alpes.

Sur le bord septentrional, l'Aquitanien est représenté par d'importantes formations lacustres, dont il sera question plus tard. Le Burdigalien n'est pas connu, mais l'Helvétien est constitué par une mollasse marine transgressive, dont les conglomérats littoraux s'élèvent à Winterlingen (Wurtemberg) jusqu'à 850 m d'altitude [55]. La localité la plus fossilifère est celle d'Ermingen, d'où Depéret [4] cite entre autres les espèces suivantes : *Ostrea tegulata*, *Pecten burdigalensis*, *palmatus*, *Arca Fichteli*, *Venus umbonaria*, *Cardita Jouanneti*, *Tapes vetula*, *Turritella vermicularis*, *turris*, *Pleurotoma asperulata*, *Pirula reticulata*, *Fusus burdigalensis*.

La Mollasse marine est surmontée, aux environs d'Ulm, par une formation argileuse et gréseuse, les *couches de Kirchberg*, qui renferment une faune saumâtre mêlée à des espèces fluviatiles : *Congeria claviformis*, *amygdaloides*, *Unio Eseri*, *Cardium solitarium*, *friabile*, *Oncophora Partschi*, *Melanopsis impressa*, *Bithynia gracilis*. C'est l'Helvétien supérieur. Au-dessus viennent des calcaires d'eau douce à *Helix sylvana*, qui occupent, comme les couches d'Œningen, le sommet du Vindobonien.

Sur le bord méridional [57], les couches du Néogène inférieur et moyen sont plissées et font suite en concordance au Tongrien. Dans les environs de Peissenberg et de Miesbach, l'Aquitanien semble relié d'une manière tout à fait insensible au Chattien sous-jacent. D'après Th. Fuchs [5], la partie supérieure des couches à Cyrènes renfermerait une proportion d'espèces miocènes bien plus considérable que la partie inférieure. Des bancs fluviatiles à plantes et *Unio flabellata* semblent représenter un faciès analogue à la mollasse grise de Lausanne.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le Burdigalien est exclusivement constitué par des couches marines. Il débute par des conglomérats et renferme surtout des grès grossiers, souvent très fossilifères, notamment au Kaltenbachgraben, près Miesbach. Les espèces les plus caractéristiques sont les suivantes [4] : *Ostrea crassissima*, *Pecten præscabriusculus*, *gigas*, *Area Fichteli*, *Cardium Kübecki*, *cingulatum*, *Cytherea ericina*, *Tapes vetula*, *Turritella turris*, *Proto cathedralis*, *Murex aquitanicus*.

L'Helvétien est généralement représenté, dans le Sud de la Bavière, par des sables et des grès, caractérisés par la présence d'*Ostrea crassissima*, *Cardita Jouanneti*, *Tapes helvetica*, *Venus Haidingeri*, *Pleuromya asperulata*. A l'est de l'Isar, ces couches passent peu à peu à des marnes bleues très puissantes, que l'on désigne en Autriche sous le nom de *Schlier* et qui, à l'est de l'Inn, sont particulièrement bien développées à Ottnang, dans la Haute-Autriche.

Comme la mollasse marine helvétienne aux environs d'Ulm, le Schlier est recouvert, dans l'Est de la Bavière, par des couches saumâtres et celles-ci renferment une faune en tous points semblable à celle des couches de Kirchberg [58]. Elles supportent des lignites, dans lesquels on a signalé les espèces les plus caractéristiques des calcaires à *Helix sylvana*.

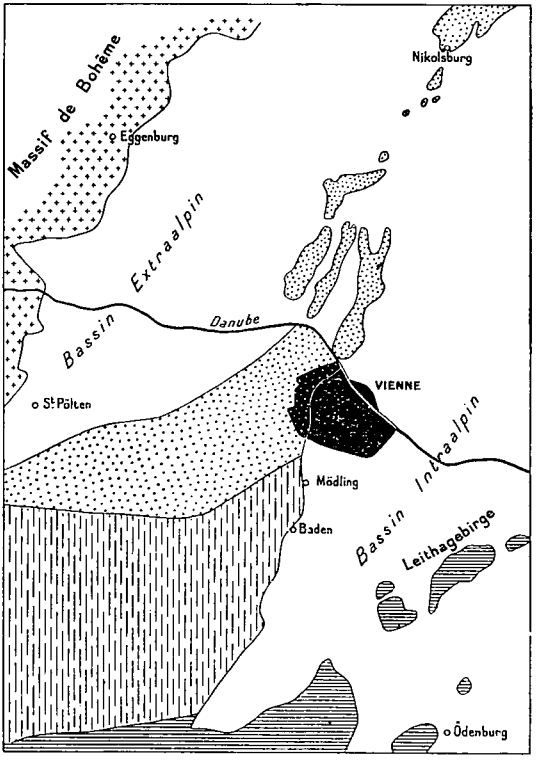


Fig. 442. — Carte schématique du bassin tertiaire de Vienne (d'après O. Abel).

La surface ponctuée correspond à la *zone du Flysch*, qui sépare le bassin extraalpin du bassin intraalpin. La *zone des Alpes calcaires septentrionales* est représentée par des hachures verticales ; elle est délimitée à l'est par des failles (*ligne des thermes*). La *zone cristalline* centrale est figurée par un barré horizontal ; elle s'ennoye vers le N.E.

Bassin extraalpin de Vienne. — Entre le massif de Bohême et la zone du Flysch, qui constitue le bord septentrional des Alpes orientales et se prolonge dans les Karpates, se trouve une plaine constituée en majeure partie par des dépôts néogènes, partiellement recouverts d'ailleurs par un manteau quaternaire. C'est le bassin extraalpin de Vienne, ainsi nommé par opposition au bassin intraalpin, situé au sud de la capitale de l'Autriche (fig. 442). L'ensemble constitue ce que l'on a appelé, assez improprement du reste, le « bassin de Vienne », région plus classique encore pour l'étude du système Néogène que le bassin de l'Aquitaine. Les fossiles y sont peut-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

être moins abondants que dans le Bordelais, mais ils ont fait, de la part de M. Hœrnes [59] et de R. Hœrnes [60], l'objet de deux magnifiques monographies paléontologiques.

Les études stratigraphiques présentent dans les deux bassins [61-64], mais surtout dans le bassin intraalpin, de grandes difficultés, dues à la discontinuité des affleurements et aux variations de faciès qu'accuse un même étage. Le mérite d'avoir reconnu que la série des dépôts du bassin extraalpin est en grande partie plus ancienne que celle du bassin intraalpin revient sans conteste à Eduard Suess [61], qui, avec sa hardiesse de vues habituelle, proposa plus tard ces deux séries comme types de son premier et de son second étage méditerranéen, donnant ainsi aux stratigraphes la clé de la classification des terrains néogènes [0,22].

Des protestations ne tardèrent toutefois pas à s'élever contre les conclusions du maître de Vienne. Des géologues de haute valeur crurent pouvoir affirmer que les deux étages méditerranéens ne sont autre chose que deux faciès d'une même division chronologique et ce fut le point de départ d'une longue polémique, à laquelle prirent part Bittner, Th. Fuchs, Hœrnes, Tietze et d'autres. Ce n'est pas le lieu ici d'en rappeler les phases, car elle ne présente plus qu'un intérêt historique, les études synthétiques de Ch. Depéret [4] ayant définitivement montré la superposition, dans le bassin du Rhône, du premier et du second étage méditerranéen, du Burdigalien et du Vindobonien. On peut désormais, grâce aux données de la Paléontologie, paralléliser jusque dans les détails les termes successifs des séries extraalpine et intraalpine avec ceux des séries françaises.

Depuis Ed. Suess [61], la série néogène du bassin extraalpin a fait l'objet des recherches de Th. Fuchs [64, 66, 67], O. Abel [65], Fr. E. Suess [68]. La région la mieux étudiée est celle de Horn et d'Eggenburg, au pied du Manhart. Le bord sud-est du massif de Bohême a été envahi par la transgression néogène, de sorte que les premiers termes de la série reposent directement sur les terrains cristallins et cristallophylliens.

L'Aquitanien est représenté par les *couches de Molt*, alternances de sables siliceux jaunes et de marnes bariolées, à la base, de marnes bleues et de lignites, au sommet. La faune comprend des espèces saumâtres, comme *Polamides margaritaceus*, *Bittium plicatum*, *Nerita Plutonis*, et des espèces marines, comme *Mytilus Haidingeri*, *Arca Fichteli*, *Cardium Hœrnesianum*, *Venus islandicoides*, *Turritella turris*, *Proto cathedralis*, *Nassa baccata*, *Murex subclavatus*.

Le Burdigalien est plus complexe. On y distingue les termes suivants :

1° *sables de Loibersdorf*, avec *Pecten Malvinæ*, *Mytilus Haidingeri*, *Pectunculus Fichteli*, *Cardium Kübecki*, *cingulatum*, *edule*, *Venus umbonaria*, *Xenophora cumulans*, *Turritella gradata*, *Ancilla glandiformis*, et, au sommet, bancs d'*Ostrea digitalina*, *gingensis*, *crassissima*, renfermant encore *Bittium plicatum* [4];

2° *sables de Gauderndorf*, transgressifs et reposant, au nord d'Eggenburg, directement sur le granite, avec *Cardium burdigalinum*, *Chama gryphina*, *Lucina incrassata*, *Eastonia rugosa*, *Cytherea crycina*, *Mactra Bucklandi*, *Lutraria sanna*, *Tapes vetula*, *Trochus patulus*, *Turritella gradata*, *Proto cathedralis*, *Fusus burdigalensis*, *Ficula clava* (c'est la faune des faluns de Saucats et de Léognan);

3° *couches d'Eggenburg*, également transgressives, présentant, dans leur partie inférieure, des grès et des sables, dans leur partie supérieure, des calcaires sableux, et renfermant une faune très riche, tout à fait semblable à celle du Burdigalien supérieur du bassin du Rhône : *Lithothamnium*, Foraminifères, *Echinolampas Laurillardi*, Bryozoaires, *Terebratula Hœrnesi*, *Anomia costata*, *Ostrea lamellosa*, *Pecten Holgeri*, *Rollei*, *substriatus*, *præscabriusculus*, *palmatus*, *Malvinæ*, *Perna Soldanii*, *Arca umbonata*, *Pectunculus pilosus*, *Dosinia orbicularis*, *Cytherea pedemontana*, *Tapes vetula*, *Basteroti*, *Panopæa Faujasi*, *Turritella gradata*, *vermicularis*, *Proto cathedralis*, Balanes.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le VINDOBONIEN débute par le *Schlier*, dont l'âge helvétien résulte de sa position stratigraphique et de son passage latéral, en Bavière, à la mollasse marine à *Cardita Jouanneti*. E. Suess [0,22] en fait en quelque sorte un étage indépendant, qui vient se placer entre le premier et le second étage méditerranéen. Il est constitué par des marnes argileuses et sableuses, grises ou bleuâtres, avec efflorescences de sulfate de magnésium. On y trouve notamment *Pecten denudatus*, *Solenomya Doderleini*, *Aturia Aturi* et des restes de *Meletta sardinites*. Aux environs d'Eggenburg, la série néogène se termine par le Schlier, mais plus à l'est, à Grund, ce terme est surmonté par des sables et des argiles bleues, qui renferment *Pecten Besseri, elegans*, *Arca turonica*, *Cardita Jouanneti*, *Venus marginata*, *Turritella bicarinata, vermicularis*, *Clava bidentata*, *Tympanotomus Duboisi*, *Pleurotoma asperulata*, *Conus canaliculatus* [4]. Comme ces *couches de Grund* renferment en outre *Oncophora Partschi* [68], on est en droit de les envisager comme un équivalent latéral des couches de Kirchberg et des couches saumâtres qui, dans l'Est de la Bavière, font suite au Schlier.

L'étage Vindobonien comprend en outre, dans le bassin extraalpin de Vienne, des calcaires tortoniens et il se termine par des couches à Cérithes, qui semblent correspondre aux couches sarmatiques du bassin intraalpin et qui, d'après E. Suess [63], affleurent près d'Ober-Hollabrunn.

Enfin, des conglomérats et des couches fluviatiles à *Melanopsis* représentent l'étage PONTIEN.

La coupe complète du Néogène inférieur et moyen que fournissent les environs d'Eggenburg est plutôt exceptionnelle; en général, les successions que l'on observe en d'autres points de la bordure du massif de Bohême présentent de grandes lacunes, soit à la base, soit au sommet de la série.

La transgression du Burdigalien a atteint au nord les environs de Brünn, où l'on rencontre en outre le Vindobonien inférieur sous la forme du Schlier et de sables à *Oncophora*.

A l'ouest d'Eggenburg, l'Aquitanien est représenté à Melk par des couches saumâtres à *Ostrea fimbrioides*, *Cerithium margaritaceum*, *Bittium plicatum*. A Piesching, près Linz, et à Rainbach, près Schärding, ce sont, par contre, divers termes du Burdigalien qui reposent sur les terrains cristallins. A Krems et à Raad, près Siegharting, enfin, c'est le Schlier qui est transgressif et c'est par lui que débute la série.

Le Schlier est donc, dans tout le bassin extraalpin, le terme le plus constant et, comme l'a montré Fr. E. Suess [68], il occupe toujours le même niveau, entre les couches terminales du Burdigalien et les couches à *Oncophora Partschi* ou les couches de Grund. Il est particulièrement fossilifère à Ottnang (Haute-Autriche), où sa faune comprend, d'après R. Hœrnes, notamment les espèces suivantes : *Goniaster scrobiculatus*, *Schizaster Grateloupi*, *Brissopsis ottnangensis*, *Pecten denudatus*, *Modiola Fœtterlei*, *Arca diluvii*, *Leda clavata*, *subfragilis*, *Nucula Mayeri*, *Solenomya Doderleini*, *Lucina Dujardini*, *ottnangensis*, *Neæra elegantissima*, *Analina Fuchsi*, *Dentalium intermedium*, *entalis*, *Trochus ottnangensis*, *Pleurotoma* (11 espèces), *Fusus ottnangensis*, *Pyrula condita*, *Chenopus pes pelecani*, *Cassis Neumayri*, *Ancilla austriaca*, *Conus Dujardini*, *Aturia Aturi*. C'est là essentiellement une faune bathyale, dont les espèces les plus caractéristiques se retrouvent dans tous les gisements du bassin extraalpin. Il est difficile dès lors de conclure avec E. Suess [0,22] que le Schlier « nous donne l'image d'une vaste mer expirante ». La mer néogène du bassin extraalpin atteignait, au moment où elle déposait le Schlier, son maximum

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

de profondeur et son maximum d'extension, car les divers termes du Burdigalien d'Eggenburg se sont déposés, comme l'a montré Th. Fuchs [66], dans des eaux dont la profondeur correspondait au début à celle de la zone des Laminaires, puis à celle de la zone des Corallines. Par contre, on est en droit de dire que les couches de Grund et les couches à *Oncophora* se sont déposées au cours d'une phase de retrait de la mer, préludant au régime lagunaire de l'époque Sarmatienne.

Bassin intraalpin de Vienne. — Il convient de restreindre le terme de bassin intraalpin de Vienne [69, 70] à la dépression transversale qui, au sud de la capitale, sépare les Alpes calcaires des Karpates et qui est délimitée au sud-est par les Alpes cristallines de Styrie, par le Leitha Gebirge et par les Petites Karpates. Au delà se trouve le bassin de Hongrie, dont il sera question plus tard. La partie méridionale du bassin forme une cuvette, qui est située entre la terminaison des Alpes calcaires septentrionales et le Leitha Gebirge et qui présente sur ses bords des failles postérieures à son remplissage.

Le fond de la cuvette n'a été atteint nulle part par des sondages et, sur les bords, les termes supérieurs de la série sont transgressifs. En aucun point on n'a observé de dépôts aquitaniens ou burdigaliens. Par contre, les termes inférieurs du Vindobonien, qui représentent l'Helvétien, affleurent en plusieurs points.

Le Schlier, qui existe sur la rive gauche de la March et à l'est du Leitha Gebirge, dans le comitat de Soprón (Œdenburg), n'est pas connu dans le bassin de Vienne proprement dit, où il est remplacé par les *lignites de Pitten* à *Cerithium lignitarum*, connus également près de Baden et à Mauer. Dans cette dernière localité, ils sont surmontés par des argiles, qui constituent l'équivalent des *couches de Grund* [63] et qui ont fourni à Toula [71], entre autres espèces, *Diadema Desori*, *Plicatula mytilina*, *Arca diluvii*, *Pectunculus pilosus*, *Nucula Mayeri*, *Cardita Partschi*, *trapeza*, *Lucina dentata*, *Venus marginata*, *Monodonta angulata*, *Vermetus intortus*, *Turritella Archimedis*, *Rissoia Lachesis*, *Buccinum serraticosta*, *Mitra goniophora*, *Ancilla glandiformis*, *Conus Dujardini*, *ponderosus*, *fuscocingulatus*, *Ringicula buccinea*. Les couches de Grund sont le seul terme du Néogène extraalpin qui se retrouvent dans le bassin intraalpin, leur présence au sud de Vienne permet de conclure que c'est immédiatement avant leur dépôt que s'est produit l'affaissement transversal, l'ennoyage des plissements alpins qui a donné naissance au bassin intraalpin et qui a permis à la mer de pénétrer dans ce bassin. Grâce à cette ingression, une communication directe existe désormais entre les deux versants des Alpes, ou plus exactement des Karpates, car le bras de mer qui séparait le massif de Bohême des Alpes orientales s'est transformé en lagune à la fin de l'époque Helvétienne et à l'époque Tortonienne il a cessé d'exister.

Le Tortonien joue, par contre, un rôle tout à fait capital dans le bassin intraalpin. Il est représenté par plusieurs formations que l'on envisage aujourd'hui comme autant de faciès synchroniques d'un même étage [62-64].

Le *Tegel* est une argile plastique, exploitée à Möllersdorf, Baden, Soos, Vöslau pour la fabrication des tuiles (*tegulæ*). On y trouve en abondance des Zoanthaires à polypiers simples (*Flabellum Roissyanum*), quelques espèces de Lamellibranches (*Pecten cristatus*, *duodecimlamellosus*, *Nucula Mayeri*, *Leda* 7 esp., *Arca pisum*, *Corbula gibba*) et surtout des Gastéropodes, parmi lesquels les Siphonostomes de petite taille sont prédominants : *Dentalium badense*, *Turbo carinatus*, *Typhis fistulosus*, *Turritella Archimedis*, *bicarinata*, *turris*, *Solarium millegranum*, *moniliferum*, *Scalaria lamellosa*, *Pleurotoma* (13 esp.) *cataphracta*,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Lamarcki, *Natica millepunctata*, *Murex goniostomus*, *Mitra Browni*, *Fusus longirostris*, *Conus Dujardini*, *Chenopus pes pelecani*, *Cassis saburon*, *Cancellaria lyrata*, *Buccinum badense*, *Ancilla obsoleta*. C'est incontestablement une faune bathyale, comparable, d'après Th. Fuchs, à celle qui vit actuellement dans les régions profondes de la mer Rouge. Elle correspond exactement à celles de Saubrigues, de Cabrières-d'Aigues et de Tortone.

Les *marnes de Gainfahrn et de Grinzing* se sont déposées dans des eaux beaucoup moins profondes, comme l'atteste la présence des grands Gastéropodes carnivores appartenant aux genres *Conus*, *Strombus*, *Cassis*, *Ancilla*, *Murex*, *Fusus*, *Buccinum*, *Cancellaria*. Les Pleurotomes ne font cependant pas défaut et les Lamellibranches sont représentés par *Ostrea cochlear*, *Arca diluvii*, *Cardita Jouanneti*, *Cardium discrepans*, *hians*, *turonicum*, *Isocardia cor*, *Lucina columbella*, *Venus multilamella*.

Les *sables d'Enzesfeld* renferment à peu près la même faune.

Les *sables de Pötzleinsdorf*, par contre, sont des sables de plage très fins et l'on y trouve surtout *Trochus patulus*, *Cardium turonicum*, *Lucina columbella*, *dentata*, *Venus umbonaria*, *Tellina planata*.

Les *sables à Bryozoaires* d'Eisenstadt contiennent également *Terebratula macrescens*.

Les *calcaires de la Leitha* sont des calcaires organogènes, constitués par des débris de *Lithothamnium ramosissimum*, de Foraminifères, de Bryozoaires. Les Zoanthaires y sont assez abondants. Les Échinides y sont représentés par *Psammechinus monilis*, *Scutella vindobonensis*, *Amphiope perspicillata*, *Clypeaster acuminatus*, *Partschi*, *latirostris*, *Echinolampas Laurillardi*, *Schizaster Parkinsoni*, *Karreri*, les Lamellibranches, par *Ostrea digitalina*, *Pecten latissimus*, *Tournali*, *Besseri*, *aduncus*, *Spondylus crassicosta*, *Arca diluvii*, *Cardita Jouanneti*, *rudista*, *scalaris*, *Chama austriaca*, *Lucina columbella*, *Cardium hians*, *discrepans*. Aux Gastéropodes des faciès sableux s'ajoutent les genres *Cassis*, *Mitra*, *Cypræa*, et les Cérithes sont abondants.

Les marnes à *Amphistegina Haueri* et autres Foraminifères forment des intercalations au milieu des calcaires.

Les *conglomérats de la Leitha* constituent le faciès littoral, caractéristique des bords du bassin. On y trouve de gros *Clypeaster* et des bois fossiles avec perforations par des *Teredo*.

Ces divers faciès sont souvent reliés entre eux par des passages insensibles ou par des alternances multiples.

Le sous-étage supérieur du Vindobonien est le SARMATIEN. Son nom lui fut donné par E. Suess en 1866 [61], lorsqu'il eut reconnu que les *couches à Cérithes*, signalées depuis longtemps dans le bassin de Vienne, ont leur maximum de développement dans la Russie méridionale. Il est constitué dans le bassin intraalpin par un complexe de sables, de marnes et de calcaires oolithiques, qui repose sur la surface ravinée du Tortonien. On observe souvent à sa base un conglomérat formé de blocs de calcaires de la Leitha. Sa faune est remarquable par la rareté des Foraminifères, l'absence totale des Zoanthaires, des Échinodermes, des Brachiopodes, des Céphalopodes, des Crustacés et des Sélaciens et par la prédominance des Cérithes (*Cerithium disjunctum*, *rabiginosum*, *pictum*, etc.) et de Mollusques d'eau douce (*Paludina*, *Melanopsis*), qui permettent de la qualifier de saumâtre. Elle renferme en outre un petit nombre d'espèces particulièrement caractéristiques, dont les individus, généralement de petite taille, se trouvent en quantité innombrable. Ce sont principalement *Cardium obsoletum*, *plicatum*, *Ervilia podolica*, *Mactra podolica*, *Tapes gregaria*, *Trochus podolicus*, *pictus*, *Rissoia angulata*, *inflata*, *Buccinum duplicatum*. Au lieu d'être d'origine boréale, comme le croyait Suess, ces espèces paraissent pour la plupart dériver d'espèces qui, en Europe, se trouvent dans les couches immédiatement antérieures, aussi Bittner [72, 73] envisage-t-il la faune sarmatienne comme le résidu d'une faune marine, réduite par l'isolement et la dessalure des eaux à un petit nombre d'espèces plus ou moins rabougries. Les Vertébrés sont représentés par des Chéloniens (*Trionyx vindobonensis*), des Pinnipèdes (*Phoca vindobonensis*), des Cétacés et des Mammifères terrestres.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le PONTIEN, qui constitue, sous sa forme lacustre, l'étage terminal du groupe Néogène moyen, est représenté dans le bassin intraalpin, comme dans toute l'Europe orientale, par les *couches à Congéries*, formation caractérisée par une faune tout à fait spéciale, dont nous réserverons l'étude pour le moment où nous décrirons les dépôts néogènes de la Russie méridionale, d'autant plus que dans le bassin de Vienne elle est beaucoup moins variée et ne comprend guère que des représentants des genres *Congeria* et *Melanopsis*.

Ces couches à Congéries sont souvent séparées des couches sarmatiques par un profond ravinement, mais, en divers points, elles passent insensiblement aux couches sous-jacentes par un terme de passage que nous retrouverons en Russie. Th. Fuchs a distingué, dans le Pontien des environs de Vienne, les horizons suivants :

1° couches de passage, avec *Tapes gregaria* et autres Mollusques sarmatiens, *Congeria Hœrnesi* et *Melanopsis impressa;*

2° sables et graviers à *Congeria Hœrnesi* et *Melanopsis impressa*, surmontés d'argiles à *Cardium*, Bithynies et Ostracodes;

3° argiles à *Congeria Partschi* et *Melanopsis Martiniana;*

4° sables et argiles à *Congeria subglobosa*, *Cardium conjungens*, *Melanopsis vindobonensis*, *pygmæa*, *Bouei*.

On a trouvé également dans ces couches des empreintes végétales et des restes de Mammifères terrestres, sur lesquels nous reviendrons.

Le GROUPE NÉOGÈNE SUPÉRIEUR n'est représenté, dans le bassin de Vienne, que par le calcaire d'eau douce de l'Eichkogel, près Mödling, et par les *couches de Moosbrunn*, comprenant des argiles, des couches tourbeuses et des calcaires lacustres. On y trouve des débris végétaux, des Paludines, des *Melanopsis*, etc. Leur faune n'est qu'un médiocre représentant de la faune lacustre des *couches à Paludines*, que nous retrouverons dans diverses régions de l'Europe.

Styrie et Carinthie. — La pénétration dans la région alpine de la mer néogène n'a pas eu lieu seulement dans le bassin intraalpin de Vienne, elle se produit dans des conditions tout à fait analogues dans le bassin de Graz, qui peut être envisagé comme une dépendance du bassin de la Hongrie centrale. Aucune trace de dépôts aquitaniens et burdigaliens n'est connue sur le bord oriental des Alpes, au nord de la Drave, et le Vindobonien n'apparaît en Styrie que sur la rive droite de la Mur.

L'HELVÉTIEN est représenté soit par des couches de lignites, avec restes de Mammifères, bien développées à Eibiswald et à Wies, dont il sera question plus tard, soit par des couches marines. Celles-ci débutent, d'après V. Hilber [74], par des sables, avec *Ostrea crassissima*, *gingensis*, *Marginella Sturi* et débris végétaux. Puis vient le *Tegel de St-Florian*, argile sableuse très fossilifère, renfermant notamment les espèces suivantes : *Ostrea digitalina*, *Pecten Besseri*, *Arca clathrata*, *diluvii*, *Lucina columbella*, *Cardium turonicum*, *Venus umbonaria*, *Dujardini*, *Corbula carinata*, *gibba*, *Bulla Lajonkaireana*, *Nerita picta*, *Natica Josephina*, *millepunctata*, *Turritella Partschi*, *Cerithium lignitarum*, *pictum*, *Pleurotoma Jouanneti*, *Pyrula cornuta*, *Buccinum Dujardini*, *Columbella subulata*, *Voluta rarispina*, *Ancilla glandiformis*, *Conus Dujardini*, *ventricosus*. Les *marnes de Pöls*, qui surmontent cette argile, contiennent les mêmes espèces. L'ensemble correspond aux couches de Grund, dont on retrouve ici quelques-unes des espèces les plus caractéristiques.

La mer de l'Helvétien supérieur a pénétré très profondément dans l'intérieur des Alpes; c'est ainsi que l'on rencontre ses dépôts, avec leurs fossiles caractéristiques, dans la vallée du Lavant, en pleine zone cristalline centrale.

Le TORTONIEN comprend soit des sables et des conglomérats, soit des calcaires identiques à ceux de la Leitha. On y trouve principalement des Zoanthaires, des Échinides, *Pecten Reussi*, *Cardita Jouanneti*, *Lucina incrassata* et des moules de Gastéropodes.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le Sarmatien [76] est transgressif par rapport aux couches précédentes. Il s'appuie, à l'est de la Mur, directement sur les terrains paléozoïques ou sur les schistes cristallins. Les caractères lithologiques et paléontologiques sont les mêmes que dans le bassin de Vienne.

Le Pontien déborde à son tour le Sarmatien et ses dépôts s'étendent à perte de vue, à l'est de Graz, jusque dans le Centre de la Hongrie.

Au sud du Bachergebirge, dernier promontoire des Alpes cristallines centrales dans la direction du sud-est, on voit apparaître des termes nouveaux, qui n'existent pas dans le bassin intraalpin de Vienne et dans le bassin de Graz et qui rappellent le bassin extraalpin. Aussi bien avons-nous atteint maintenant le versant méridional des Alpes.

Les dépôts néogènes sont bien développés sur les deux versants de la chaîne principale des Alpes Carniques et ils entourent également le chaînon paléozoïque de Tüffer. D'après Bittner [XXXIX, 238], ils reposent en discordance sur les couches tongriennes (fig. 420).

L'Aquitanien, fort bien représenté plus à l'est, en Croatie, n'est pas connu jusqu'ici dans le Sud de la Styrie et en Carinthie. Par contre, on a signalé des couches qui appartiennent incontestablement au Burdigalien. Ce sont des argiles et des sables verts, renfermant *Ostrea gingensis, digitalina, Pecten Holgeri, Pseudamussium Mojsisovicsi, Panopæa Menardi, Proto cathedralis, Natica helicina.* On y a signalé des Orbitoïdes; bien qu'on n'ait pas précisé le genre auquel elles appartiennent, leur présence confirme l'attribution des couches au 1er étage méditerranéen, ces Foraminifères faisant entièrement défaut dans le 2e. Les calcaires qui recouvrent les sables verts ne renferment pas de fossiles déterminables et ont été appelés à tort par Bittner « Leithakalk inférieur ».

L'Helvétien est représenté par les *marnes de Tüffer*, qui sont l'équivalent exact du Schlier, dont ils renferment les espèces les plus caractéristiques : *Brissopsis ottnangensis, Pecten denudatus, Solenomya Doderleini.*

Le Tortonien est constitué principalement par des calcaires à *Lithothamnium*, comparables aux calcaires de la Leitha et contenant les mêmes Mollusques.

Le Sarmatien, parfaitement concordant avec le Tortonien, est caractérisé par les mêmes Mollusques que dans le bassin de Vienne. Ses dépôts s'étendent vers l'ouest jusqu'à Stein, en Carniole. C'est le point le plus occidental où l'on ait signalé l'étage avec sa faune spéciale [75].

Toutes ces couches renferment des éléments d'origine volcanique, empruntés aux produits des éruptions trachytiques et andésitiques qui ont eu lieu dans la région au début de la période. Des mouvements orogéniques se manifestent encore postérieurement au dépôt du second étage méditerranéen, car le Sarmatien est fortement redressé au Donatiberg, dans la plaine de Pettau, et le Trias est renversé sur les couches marines, sur le bord méridional du massif du Grintouz, comme l'a indiqué Teller.

Vénétie. — Les synclinaux des Alpes Carniques, dans lesquels a pénétré la mer néogène, ne semblent pas se prolonger vers l'ouest; c'est à une zone plus méridionale qu'appartiennent les dépôts néogènes des Alpes Vénitiennes, qui se poursuivent depuis le Frioul jusqu'au delà du lac de Garde.

L'Aquitanien y est remarquablement bien développé et il est partout représenté par un ensemble auquel on a donné le nom de *couches de Schio.*

P. Oppenheim [6] en a fait une étude approfondie, qui a mis fin aux discussions sur l'âge de ces couches, envisagées par divers auteurs soit comme helvétiennes, soit comme tongriennes. Les faciès prédominants sont des grès, des sables verts, des marnes à Scutelles et à Pectinidés, des calcaires à *Lithothamnium.*

Dans le Vicentin, l'étage fait suite en concordance à des couches qui renferment les dernières Nummulites et les premières Lépidocyclines [7] et qui représentent le Chattien. Dans les montagnes situées entre la Brenta

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

et la Piave, il repose sur le Priabonien [6]; ailleurs il s'appuie sur un Flysch d'âge indéterminé; dans le synclinal de Belluno, il est transgressif et se trouve en contact direct avec la Scaglia néocrétacée.

La faune des couches de Schio renferme des Foraminifères (*Lepidocyclina dilatata*), des Zoanthaires à polypiers simples (*Trochocyathus*, *Flabellum*), des Échinides (*Echinolampas* pl. sp., *Clypeaster Michelottii*, *scalum*, *Michelini*, *placenta*, *regulus*, *Scutella subrotundæformis*, *Pericosmus montevialensis*, *Spatangus euglyphus*), des Brachiopodes, des Mollusques, des Crustacés (*Ranina*), des Sélaciens. Les Mollusques accusent un curieux mélange d'espèces nummulitiques, comme *Spondylus cisalpinus*, *Crassatella neglecta*, *Cardita Lauræ*, *Venus Aglauræ*, *Cytherea incrassata*, *Cardium Pasinii*, *Pholadomya Puschi*, *Xenophora cumulans*, *Voluta subambigua*, et d'espèces néogènes, comme *Ostrea excavata*, *Anomia ephippium*, *Pecten Haueri*, *burdigalensis*, *præscabriusculus*, *Amussium cristatum*, *Venus umbonaria*, *Siliquaria anguina*, *Chenopus pes pelecani*, *Ficula condita*, *ficoides*, *Cassidaria echinophora*. *Turritella Desmaresti* est une espèce qui, dans le Bordelais, se trouve exclusivement dans l'Aquitanien. Plusieurs espèces sont, en outre, spéciales aux couches de Schio.

Aucun dépôt néogène supérieur à l'Aquitanien n'est connu dans le Vicentin. Par contre, le Burdigalien est représenté, dans le synclinal de Belluno, par une mollasse à *Squalodon;* entre la Brenta et la Piave et aux environs de Serravalle, par des marnes bleues et des calcaires à ciment très peu fossilifères. Il est surmonté, aux environs de Serravalle [6], par des marnes à *Brissopsis ottnangensis*, *Ostrea crassissima*, *Perna Soldanii*, *Cardium hians*, qui rappellent le Schlier et occupent comme lui la base de l'Helvétien. La partie supérieure de cet étage semble constituée, dans toute la Vénétie orientale, par des marnes bleues à *Turritella rolifera*, surmontées de conglomérats.

Les termes supérieurs du Néogène moyen semblent faire défaut en Vénétie et il en est de même du Néogène supérieur, dont on rencontre, par contre, quelques lambeaux sur les bords de la plaine lombarde.

Pourtour de la Méditerranée occidentale. — Après avoir décrit les dépôts néogènes des deux versants des Alpes, nous pouvons aborder l'étude de ceux qui, sur le pourtour de la Méditerranée occidentale, suivent le tracé du géosynclinal mésozoïque et marquent l'emplacement des plissements de la seconde moitié de l'ère Tertiaire.

Nous commencerons par la partie septentrionale de l'Apennin, c'est-à-dire par le bassin du Piémont; nous suivrons ensuite la chaîne jusqu'en Calabre. Par la Sicile et Malte nous gagnerons l'Afrique du Nord, et la conversion des plis de l'Atlas nous conduira dans le Sud de l'Espagne et aux Baléares. Nous compléterons cet aperçu par l'étude des terrains néogènes en Corse et en Sardaigne.

Piémont et Ligurie. — Le bassin tertiaire du Piémont [78-80] est, pour l'étude du système Néogène, un des plus importants de l'Europe. Nous avons déjà appris à connaître les dépôts nummulitiques des collines de Turin et de l'Apennin Ligure; ceux-ci supportent, en succession régulière, les dépôts néogènes inférieurs et la cuvette comprise entre les deux rides anticlinales renferme une succession complète des étages supérieurs.

Sur les deux flancs de l'anticlinal qui constitue les collines de Turin, les premiers dépôts néogènes s'appuient en couches très redressées sur les couches tongriennes et parisiennes qui forment le noyau de la voûte, mais l'Aquitanien n'y est pas représenté d'une manière certaine. C'est au Burdigalien qu'il convient d'attribuer les conglomérats,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

alternant avec des sables et des grès, qui prennent un si beau développement à la Superga et qui, ici, sont les plus anciennes couches visibles. Les galets de granite, de gneiss, de serpentine, de gabbro qu'ils renferment sont originaires de la zone des Schistes Lustrés, dans les Alpes occidentales; les dimensions énormes qu'ils présentent quelquefois ont fait penser à un transport par des glaces flottantes, mais on est probablement en présence d'un grand delta torrentiel. Certains bancs sont assez fossilifères et renferment de nombreuses *Lepidocyclina* (*L. marginata*), associées à des *Miogypsina* (*M. irregularis, globulina*), et quelques Mollusques, tels que *Pecten burdigalensis, Northamptoni, substriatus.*

Ces couches passent peu à peu, à leur partie supérieure, à des marnes à Ptéropodes, avec *Solenomya Doderleini* et autres Mollusques mal conservés, qui représentent le Schlier du bassin extraalpin de Vienne [4] et qui, conformément à la classification adoptée ici, représentent la partie inférieure de l'Helvétien.

La partie supérieure est constituée par des couches sableuses et gréseuses, alternant avec des conglomérats serpentineux. Ce niveau est très fossilifère à Baldissero et à la Superga, où il renferme *Miogypsina irregularis* et d'autres Foraminifères, des Zoanthaires très nombreux, des Crinoïdes (*Antedon, Pentacrinus*), des Échinides (*Cidaris melitensis, Clypeaster altus, Echinolampas hemisphæricus, Schizaster Scillæ*), des Bryozoaires, des Brachiopodes, des Lamellibranches (*Ostrea cochlear, Pecten scabrellus, Tournali, Barbatia barbata, Cardita Jouanneti, Lucina concentrica*), des Gastéropodes extrêmement variés, parmi lesquels on peut citer *Natica redempta, Cerithium lignitarum, bidentatum, Ancilla glandiformis, Nassa badensis, exigua, Ranella marginata, Pleurotoma semimarginata, Jouanneti, asperulata* [4], des Céphalopodes (*Aturia Aturi, Spirulirostra Bellardii*), des Ostracodes, des Balanes, des Décapodes, des Sélaciens. On a là l'équivalent exact des couches de Grund.

Au Tortonien appartiennent des marnes blanches à Ptéropodes et Pleurotomes, rappelant, par leur faciès, les marnes que nous avons placées au niveau du Schlier, mais leur faune accuse des affinités étroites avec celle du Tortonien de Baden.

Des marnes gypsifères peuvent être envisagées comme un équivalent du Sarmatien.

Nous allons retrouver cette même série sur le bord opposé du bassin, où les couches, profondément entamées par les vallées du Tanaro, de la Bormida, de l'Arba et de la Scrivia, plongent régulièrement vers le nord et fournissent des coupes d'une netteté incomparable. C'est ici que Pareto [XXXIX, 202] a pris les types de ses étages, qui ont été interprétés plus tard de tant de façons différentes. La comparaison de la succession classique de l'Apennin Ligure avec celle du bassin de Vienne a fait l'objet, de la part de Th. Fuchs [81], de Depéret [4], de Schaffer [82], de travaux dont l'importance est capitale.

Le Tongrien supérieur est séparé du Burdigalien par une puissante série de grès et de marnes schisteuses sans fossiles, qui semblent représenter l'Aquitanien.

Contrairement à l'opinion de F. Sacco [79] et de G. de Alessandri [84], qui en font de l'Aquitanien, il convient d'attribuer au Burdigalien des grès gris verdâtre et des marnes avec intercalations lenticulaires de calcaires à *Lithothamnium*, qui renferment, aux environs d'Acqui, *Pycnodonta cochlear, Pecten Malvinæ, Northamptoni, Haueri, burdigalensis, Holgeri, solarium, Lucina pecten, Scalaria crassicostata, Fusus burdigalensis*, de nombreuses dents de Sélaciens et des restes de *Squalodon Gastaldii*. C'est exactement la faune des couches d'Eggenburg, dans le bassin extraalpin de Vienne [82, 83].

C'est sur ce Burdigalien incontestable que reposent les marnes à Ptéropodes des collines des Langhe, qui sont devenues le type de l'étage Langhien de Pareto [XXXIX, 202]. Ed. Suess [0,22] a le premier reconnu leur identité avec le Schlier. Leur position stratigraphique est exactement la même et leur faune comprend notamment *Solenomya Doderleini* et *Aturia Aturi*, associés ici à *Bathysiphon taurinensis, Trochocyathus mitratus, Toxopatagus italicus, Spatangus Paretoi*, à des Dentales et à de nombreux Ptéropodes (*Carinaria, Cavolinia, Vaginella, Balantium*), qui en accentuent le caractère bathyal. On a vu plus haut (p. 1633) qu'en Bavière le Schlier passe latéralement à l'Helvétien inférieur.

Dès lors le Langhien n'est pas, comme on l'a cru, un faciès du Burdigalien et l'on pourrait employer concurremment les deux noms pour désigner deux termes successifs, si Pareto n'avait pas confondu en un même étage les marnes à *Solenomya Doderleini* et

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

les marnes à Ptéropodes tortoniennes. Dans ces conditions, il vaut mieux renoncer complètement à l'emploi du nom de Langhien.

L'Helvétien supérieur est constitué, dans l'Apennin Ligure, par des alternances de grès bleuâtres et de marnes sableuses, bien développées en particulier à Serravalle (étage « Serravallien », Pareto), où ces couches renferment des Zoanthaires, des Brachiopodes, des Mollusques, tels que *Pecten Fuchsi, camaratensis, Perna Soldanii, Arca diluvii, Natica helicina*. Quoique moins riche que celle de la Superga, cette faune n'est pas moins caractéristique du niveau de Grund et de Saint-Gall.

Le Tortonien de la région qui nous occupe est particulièrement intéressant, car la localité de Tortona, située à l'entrée de la vallée de la Scrivia, a servi à Pareto de type pour son étage. Les gisements classiques de Stazzano, Bocca d'Asino, Sta Agata sont situés dans son voisinage. L'étage est constitué par des marnes sableuses ou argileuses gris bleuâtre, extrêmement riches en fossiles. La faune comprend les éléments suivants [80, 82] : Foraminifères (genres benthoniques), Zoanthaires (*Dendrophyllia, Stephanophyllia, Ceratotrochus, Flabellum*), Bryozoaires, Brachiopodes (*Terebratula ampulla, Megathyris decollata*), Lamellibranches (*Pecten scabrellus, Besseri, Arca diluvii, Cardita Jouanneti, Cardium hians, Corbula gibba*), Scaphopodes (*Dentalium Bouei, badense*), Gastéropodes (*Trochus patulus, Natica Josephina, millepunctata, Turritella tricarinata, Triton apenninicum, Ranella marginata, Columbella carinata, Nassa prismatica, mutabilis, coarctata, Murex sublavatus, Fusus Klipsteini, Mitra cupressina, Ancilla glandiformis, Pleurotoma* (50 espèces), *Conus antediluvianus*), Ostracodes. La plupart de ces espèces sont également caractéristiques du Tegel de Baden et témoignent d'une profondeur relativement considérable. Schaffer a montré [82] toutefois qu'elles se trouvaient mélangées à des coquilles roulées de Mollusques néritiques. Il est probable que le mélange des deux faunes doit être imputé à des glissements sous-marins de dépôts littoraux vers le large.

Le Sarmatien est constitué, ici aussi, par des marnes gypsifères, qui indiquent la substitution du régime lagunaire au régime marin.

On attribue généralement au Pontien des conglomérats fluviatiles, qui séparent ces marnes du Plaisancien et qui correspondent au régime continental qui régnait à cette époque dans toute l'Europe occidentale.

Le centre du bassin du Piémont est occupé par le Néogène supérieur, avec ses deux subdivisions classiques.

Le Plaisancien est représenté par des marnes sableuses ou argileuses, bleuâtres, renfermant une faune très riche, dont voici les principaux éléments : Foraminifères (Globigérines et genres benthoniques), Zoanthaires, Échinides (*Cidaris Desmoulinsi, Brissopsis Genei, Schizaster Scillæ*), Bryozoaires, Brachiopodes (*Terebratula ampulla, Terebratulina caput serpentis, Mühlfeldtia truncata*), Lamellibranches (*Pycnodonta cochlear, Anomia ephippium, Æquipecten opercularis, Amussium cristatum, Arca diluvii, Nucula sulcata, Cardium hians, paucicostatum, Isocardia cor, Venus multilamella, Pholadomya vaticana*), Scaphopodes (*Dentalium sexangulum, Entalis rubescens*), Gastéropodes (*Emarginula elongata, Fissurella italica, Trochus miliaris, Crepidula gibbosa, Calyptræa sinensis, Turritella tricarinata, Bittium reticulatum, Cerithium crenatum, Chenopus pes pelecani, Solarium millegranum, moniliferum, Ficula reticulata, Mitra scrobiculata, Nassa semistriata, Pleurotoma rotata, Ranella marginata, Tritonium apenninicum, Murex erinaceus*), Céphalopodes (*Sepia rugulosa, verrucosa*), Crustacés (Ostracodes, Décapodes macroures et brachyoures), Sélaciens. C'est encore une formation bathyale, très analogue au Tortonien de la région.

L'Astien tire son nom de la localité d'Asti, qui est située au centre du bassin. Il est constitué par des sables jaunes, qui en certains points renferment des accumulations extraordinaires de fossiles, constituées par des espèces extrêmement nombreuses. Celles-ci se répartissent dans les Hydrozoaires (*Cyclactinia, Hydractinia*), les Échinides (*Psammechinus astensis, Spatangus purpureus, Schizaster Scillæ, major*), les Bryozoaires, les Crustacés (*Cypris, Cytherella, Balanus, Cancer*), les Sélaciens et surtout les Mollusques, dont les plus caractéristiques sont les suivants : *Ostrea edulis, Anomia ephippium, Chlamys multistriata, Æquipecten scabrellus, Amussium cristatum, Flabellipecten flabelliformis, Pecten Jacobæus, Spondylus crassicosta, Perna maxillata, Pinna tetragona, Arca Noe, Barbatia barbata, Cardium tuberculatum, hians, multicostatum, striatulum, papillosum, Chama gryphoides, Isocardia cor, Venus multilamella, Pullastra astensis, Tapes velula, Solen marginatus, Lutraria lutraria, Corbula gibba, Saxicava rugosa, Dentalium sexangulum, Trochus miliaris, Xenophora infundibulum, Cerithium vulgatum, Chenopus pes pelecani, Natica millepunctata,*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Nassa (11 espèces), *Ficula reticulata*, *Fusus clavatus*, *rostratus*, *Ranella marginata*, *Murex torularius*, *Argonauta Sismondæ*.

La succession des dépôts néogènes du bassin du Piémont est particulièrement instructive, car elle nous montre avec évidence la superposition du 1er et du 2e étage méditerranéen, dont l'individualité avait été contestée par Tietze, par Bittner, par C. de Stefani. D'autre part, elle peut servir d'échelle et de terme de comparaison pour le classement des dépôts néogènes de tout l'Apennin.

Versant adriatique de l'Apennin. — Les dépôts néogènes s'appuient sur le flanc nord et nord-ouest de l'Apennin et plongent régulièrement vers l'Adriatique, de sorte que les termes les plus récents forment la bande la plus rapprochée de la mer.

Ils reposent d'ailleurs en discordance sur les terrains antérieurs et semblent recouvrir indistinctement les terrains mésozoïques et nummulitiques de la série dinarique et la formation ophiolithique, que Steinmann considère comme charriée sur cette série.

La transgression néogène paraît débuter par le Burdigalien, constitué principalement par des calcaires à *Lepidocyclina*, *Miogypsina*, Operculines, Bryozoaires ou par des grès. On y trouve les Pectinidés caractéristiques de l'étage, notamment *Pecten Haueri*, *Beudanti*, *latissimus*.

Le Schlier occupe ici exactement la même position que dans le bassin de Vienne et dans le bassin du Piémont, c'est-à-dire la base de l'Helvétien. Il renferme, d'après Fuchs [85] et Capellini [88], aux environs de Bologne et d'Ancone, *Pecten denudatus*, *duodecimlamellatus*, *Lucina sinuosa*, *Solenomya Doderleini*, *Aturia Aturi*. Stefanini [86] y signale, en diverses localités de l'Émilie, les Échinides suivants : *Dorocidaris Mazzettii*, *Toxopatagus italicus*, *Heterobrissus Montesii*, *Spatangus corsicus*, *Brissopsis lusitanica*, *Dictyaster malatinus*, *excentricus*, *Schizaster melitensis*, *Pericosmus callosus*. C'est une faune essentiellement bathyale.

Le Schlier marneux est recouvert par des sables et des mollasses renfermant, d'après Stefanini, en partie les mêmes espèces, avec en outre *Tylocidaris Scarabellii*, *Tripneustes Parkinsoni*, *Echinolampas angulatus*, *italicus*, *montesiensis*, *Macropneustes saheliensis*, *Trachyaster Lovisatoi*, *Pericosmus latus*, *Edwardsi*, etc., qui appartiennent probablement à un horizon plus élevé.

Le Tortonien est représenté par des marnes bleues identiques au Tegel de Baden, dans lesquelles Fuchs [85] a recueilli un très grand nombre d'espèces caractéristiques de ce niveau. Les Pleurotomes sont particulièrement abondantes, comme à Tortona, comme à Baden, comme à Saubrigues.

Ces couches bathyales supportent des sables et même des conglomérats, recouverts par une formation lagunaire gypseuse, connue depuis longtemps des géologues italiens sous le nom de *formazione gessosa* ou *gessoso-solfifera*. Elle occupe exactement la position stratigraphique du Sarmatien. Ses marnes gypseuses et ses gypses font place localement à des couches à Poissons (*Lebias crassicauda*) [87].

Le Pontien [87,88] est, par contre, une formation lacustre, de nature mollassique, renfermant exclusivement des Mollusques adaptés aux eaux douces, en particulier *Congeria simplex*, de nombreux *Cardium*, des *Melanopsis* et des Bithynies.

Le groupe Néogène supérieur est représenté par ses deux étages : le Plaisancien, à l'état de marnes blanchâtres à Foraminifères et Ptéropodes; l'Astien, constitué généralement par des sables très fossilifères. Ce « Pliocène » forme une bande qui s'élargit considérablement vers le sud, il s'élève dans l'Apennin a plus de 1 000 m d'altitude et occupe de vastes surfaces dans la Pouille.

Il existe également dans la presqu'île du Monte Gargano et dans les îles Pelagosa, Pianosa et Tremiti. A Pelagosa, il présente un faciès assez insolite de calcaires à *Lithothamnium* et Mollusques littoraux.

Versant tyrrhénien de l'Apennin. — Le Néogène de la Toscane mérite une

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

mention spéciale à cause des nombreux travaux dont il a fait l'objet [89-94], à cause de ses caractères très particuliers et surtout en raison de la grande lacune dont on constate la présence à la base de la série.

Sur les terrains éocènes ou sur la formation ophiolithique s'appuient directement soit des marnes lignitifères à *Melanopsis*, soit des conglomérats serpentineux et des calcaires zoogènes, qui constituent la base du TORTONIEN et qui renferment des Zoanthaires (*Porites*) et des Lamellibranches (*Pecten aduncus*, *Modiola Brocchii*, *Arca Fichteli*, *Cardita Jouanneti*, *Cardium paucicostatum*). Une marne schisteuse à *Clupea gregaria* ou une mollasse à *Tapes Meneghinii* séparent ces couches d'un complexe de *tripoli* à Diatomées et de marnes argileuses à *Modiola Brocchii*, *Cardium paucicostatum*, *Corbula revoluta*, *Ervilia Bosniaskii*. Les tripolis sont extrêmement riches en empreintes végétales et en Poissons (*Crysophrys*, *Trachinus*, *Lepidopus*, *Acanthonemopsis*, *Gobius*, *Amphisyle*, *Gadus*, *Rhombus*, *Anapterus*, *Leuciscus*, *Clupea*, *Siphonostoma*), dont l'accumulation semble due à des variations brusques dans la salure des eaux. Les Mollusques indiquent également un régime lagunaire.

On pourrait être tenté d'attribuer ces tripolis au sous-étage Sarmatien, mais Bosniaski [94] a pu établir qu'ils supportent, dans les montagnes des environs de Livourne, des sables jaunâtres à *Pecten substriatus*, *Arca Noe*, *Tapes depressa* et des calcaires zoogènes à Zoanthaires et Lamellibranches (*Pecten aduncus*, *Cardita Jouanneti*, etc.), qui indiquent une récurrence de la faune tortonienne.

Dans quelques localités, telles que Rosignano, Paltratico, etc., la faune de ces calcaires tortoniens rappelle tout à fait celle des calcaires de la Leitha [89]. On y trouve de nombreux Zoanthaires, des Échinides (*Psammechinus monilis*, *Schizaster Scillæ*), des Lamellibranches (*Ostrea cochlear*, *digitalina*, *Arca turonica*, *Lucina columbella*, *incrassata*, *Venus multilamella*, *Haidingeri*, *Corbula gibba*), des Gastéropodes (*Natica helicina*, *Ancilla glandiformis*, *Nassa semistriata*, *Fusus Valenciennesi*).

C'est seulement au-dessus du 2e niveau de calcaires tortoniens que commence, d'après Bosniaski, la véritable *formazione gessossa*. On y distingue, d'après cet auteur, les niveaux suivants :

1° marnes bleues, alternant avec des gypses et des mollasses serpentineuses, avec Foraminifères, Échinides, Mollusques marins (*Pecten scabrellus*, *Venus islandicoides*, *Syndosmya alba*, *Vermetus intortus*);

2° marnes compactes et mollasses alternant avec des gypses, avec débris végétaux, Poissons (*Lebias crassicauda*), Insectes (*Libellula doris*);

3° marnes blanches feuilletées, avec *Atherina*, *Gobius*, *Lebias*, etc.

Ces marnes supportent en parfaite continuité les *couches à Congéries*, découvertes, dès 1860, à Castellina Marittima, par Capellini et attribuées plus tard par cet illustre géologue au PONTIEN [89-91]. On peut y reconnaître les horizons suivants :

1° marnes à *Congeria Deshayesi*, *Melania suturata*, *Melanopsis Bartolinii*;

2° conglomérats serpentineux avec bois silicifiés;

3° marnes à *Congeria minor*, *Unicardium Meneghinii*, *Melanopsis impressa*, *Hydrobia incerta*, *Valvata Tournoueri*;

4° marnes à *Cypris*, avec Végétaux, Insectes, Poissons;

5° couches à *Cardium* très variés, avec *Congeria rostriformis*, *Melanopsis Bonellii*, *Hydrobia Escoffieræ*.

Avec le début de la période Néogène supérieure, la mer reprend possession de la région, comme sur le versant adriatique de l'Apennin. Le PLAISANCIEN est constitué par des marnes à Foraminifères, *Ostrea navicularis*, *Pecten comitatus*, Ptéropodes. Les sables qui surmontent ces marnes représentent l'ASTIEN, ici aussi très fossilifère. Il y a lieu toutefois de remarquer que cette succession des deux faciès, argileux et sableux, du « Pliocène » n'est pas constante. En certains points de la Toscane, le Plaisancien est également sableux. Les dépôts marins des deux étages passent en outre latéralement, dans la direction de l'Apennin, à des formations lagunaires et fluviatiles, sur lesquelles nous aurons à revenir.

Dans la province de Rome [95], le Néogène repose souvent directement sur les terrains crétacés. Il débute par des calcaires à Bryozoaires ou bien, comme à Subiaco, par des calcaires à Siphonées, Foraminifères (*Amphistegina*, *Operculina*, *Miogypsina*), Zoanthaires, Crinoïdes, Échinides, Lamellibranches (*Ostrea cochlear*, *Anomia ephippium*, *Pecten Malvinæ*, *Haueri*, etc.).

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

La présence du genre *Miogypsina* et des deux *Pecten* cités tendrait à faire attribuer ces couches au BURDIGALIEN. Elles supportent des marnes blanches à Globigérines et Helminthoïdes, des calcaires compacts, des grès et des conglomérats, dont l'âge exact ne peut être indiqué.

La formation gypseuse du Sarmatien est bien développée aux environs de Civita-Vecchia et de Tolfa, où l'on a trouvé des feuilles de Chênes, de Saules, de Lauriers et des larves de Libellules.

Les dépôts « pliocènes » sont représentés, dans la province de Rome, par toute la gamme des faciès que d'autres régions nous font connaître [95] : faciès saumâtre, faciès sableux littoral, faciès marneux à petits Zoanthaires, faciès bathyal profond de la zone à Ptéropodes. Sans nous arrêter à étudier leur répartition géographique, nous ne nous occuperons ici que du dernier de ces faciès, qui est connu à Rome même sous le nom de *marnes du Vatican*. Ces couches forment le soubassement des collines de la rive droite du Tibre (fig. 443) et supportent *en discordance* [0,7] les sables du Monte Mario, autrefois considérés comme astiens [0,1], aujourd'hui attribués au « Post-Pliocène » [3], c'est-à-dire à la base du Quaternaire, tel qu'il est compris dans le présent ouvrage. On peut dès lors se demander si les marnes du Vatican ne représentent pas à la fois le Plaisancien et l'Astien ; le caractère archaïque de leur faune, qui est si prononcé que Ponzi les plaçait dans le Tortonien, permet toutefois de conclure à leur âge plaisancien.

Voici, d'après une liste déjà ancienne publiée par Ponzi [96], les éléments les plus caractéristiques de cette faune : Foraminifères : *Orbulina universa*, *Nodosaria*, *Dentalina*, *Cristellaria*, *Rotalina*, *Textularia*, *Spiroloculina* ; Zoanthaires : *Flabellum Vaticani*, *Trochocyathus umbrella* ; Échinides : *Cidaris remigera*, *Hemiaster canaliferus*, *Brissopsis Genei* ; Brachiopodes : *Terebratula caput serpentis* ; Lamellibranches : *Pecten Philippii*, *cristatus*, *antiquatus*, *fimbriatus*, *Nucula decipiens*, *placentina*, *sulcata*, *Leda dilatata*, *Vaticani*, *striatella*, *Limopsis aurita*, *Arca mytiloides*, *Corbula nucleus*, *Solemya gigantea*, *Erycina pusilla*, *Pholadomya vaticana* ; Scaphopodes : *Dentalium* (6 esp.) ; Gastéropodes : *Trochus conulus*, *Solarium costulatum*, *millegranum*, *Turritella subangulata*, *Sigaretus Raynevali*, *Pleurotoma cataphracta*, *dimidiata*, *rotata*, *monilis*, *Chenopus pes pelecani*, *Nassa mutabilis*, *Conus antediluvianus*, *Diacria tridentata*, *Balantium Ricciolii*, *Vaginella Calandrellii*, *Cuvieria astesana* ; Céphalopodes : *Sepia rugulosa*, *Argonauta biarmata*.

Près du tiers de ces espèces se trouvent aussi dans le Néogène moyen ou inférieur. Le faciès rappelle d'ailleurs beaucoup celui du Schlier.

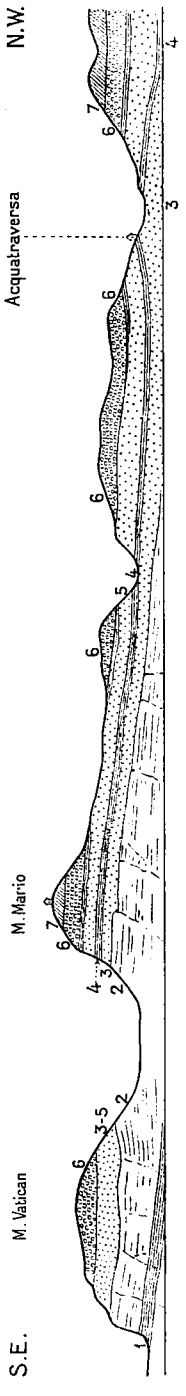


Fig. 443. — Coupes des collines de Rome (d'après PONZI).

1, 2, marnes du Vatican (Néogène supérieur) ; 1, niveau fossilifère ; 2, marnes supérieures ; 3-5, sables du Monte Mario (Calabrien) ; 4, niveau fossilifère ; 6, conglomérats et graviers à *Elephas meridionalis* (Sicilien ?) ; 7, tufs volcaniques.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Calabre et Sicile. — Malgré les beaux travaux géologiques dont ces deux pays ont fait l'objet, l'étude du Néogène et en particulier celle des étages inférieurs de ce système est encore peu avancée, notamment en ce qui concerne les parallélismes avec les régions classiques de l'Europe occidentale et centrale.

La présence de l'Aquitanien est douteuse, en revanche on a signalé des fossiles du Burdigalien dans des calcaires sableux à *Lithothamnium* et Bryozoaires d'Antonimina, en Calabre [97] (*Lepidocyclina Gümbeli, Echinolampas hemisphæricus, Clypeaster latirostris, Scutella subrotunda, Periaster Capellinii*) et dans les argiles écailleuses du versant septentrional de la chaîne des Madonie (*Echinolampas Suessi, Pecten Haueri, Turbo nanus, Proto cathedralis, Cassidaria ponderosa, Cassis saburon, Oliva cylindracea, Ficula condita, Tudicla rusticula*).

Des marnes et des argiles, semblables au Schlier, renferment, dans la province de Syracuse, des Échinides (*Brissopsis, Schizaster*), *Solenomya Doderleini, Aturia Aturi* et des dents de Squales. Elles représentent manifestement l'Helvétien inférieur, tandis que l'Helvétien supérieur semble constitué en Calabre par des sables, avec nombreux Clypéastres, *Pecten Besseri, latissimus, Flabellipecten flabelliformis, Ostrea crassissima, Venus Dujardini, Ancilla glandiformis.*

Le Tortonien présente, comme en Toscane, dans sa partie moyenne, des couches de tripoli à Diatomées et à Radiolaires, qui ont fourni à Catanzaro, Licata, Grotte, etc., une faune très riche en Poissons. Les couches argileuses ou calcaires entre lesquelles sont compris ces tripolis sont ici peu fossilifères [94].

Le Tortonien supporte, ici aussi, la *formazione gessoso-solfifera.* Les gypses présentent des masses qui atteignent plus de 100 m d'épaisseur. Ils sont associés à des dépôts de soufre, qui sont la principale richesse minérale de la Sicile et qui doivent leur origine à la réduction, par des carbures d'hydrogène, émanés de salses ou volcans de boue, des sulfates formés par précipitation chimique dans de grandes lagunes.

A Syracuse, on a rencontré, dans des calcaires oolithiques, les espèces les plus caractéristiques de la faune du Sarmatien : *Modiola volhynica, Cardium obsoletum, Ervilia podolica, Donax lucida, Mactra podolica, Tapes gregaria, Trochus pictus, Cerithium rubiginosum.* C'est le point le plus méridional où cette faune soit connue.

Le Pontien est représenté, lui aussi, aux environs de Syracuse, par des couches à *Congeria simplex*, associées ici à des gypses, qui, dans d'autres parties de la Sicile, renferment un banc de brèche à *Pecten aduncus*, qui est incontestablement d'origine marine.

Dans la plus grande partie de la Sicile, le groupe Néogène supérieur, constitué par des marnes blanches à Foraminifères, est en concordance parfaite avec les couches précédentes, mais, dans les monts Péloritains, dans les environs de Messine, et dans une grande partie de la Calabre, il est transgressif et repose directement sur les terrains cristallophylliens. Il débute alors par un conglomérat à éléments granitiques, porphyriques ou calcaires et comprend les termes suivants, que l'on doit envisager comme autant de faciès successifs : marnes blanches à Foraminifères; marnes bleues à faune plaisancienne typique; conglomérats supérieurs; calcaires et sables grossiers, avec *Amphistegina Haueri, Clypeaster pliocenicum*, Bryozoaires, Lamellibranches (*Ostrea lamellosa, Pecten Jacobæus, latissimus, Chlamys pusio*), Balanes; sables jaunes à faune astienne.

La répartition de ces formations dans les divisions classiques rencontre certaines difficultés, aussi G. Seguenza [97] proposa-t-il un étage *Zancléen*[1], pour englober les termes inférieurs de cette succession, jusqu'aux sables à *Amphistegina.* Mayer-Eymar, trouvant le nom de Zancléen trop classique, le remplaça par celui de *Messinien*, qui fut détourné par les géologues italiens de son sens primitif et appliqué à la « formazione gessoso-solfifera » et au Pontien, d'où résultèrent de nombreuses confusions.

Malte. — L'île de Malte, qui est située en dehors de la zone des plissements alpins, peut cependant être envisagée comme un jalon intermédiaire entre la série néogène de Sicile et celle de Tunisie. Les deux premiers

1. De *Zancle*, nom que portait la colonie grecque de Messine avant la conquête romaine.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

étages méditerranéens y sont seuls représentés [81 *bis*] et leurs couches horizontales mais faillées constituent à elles seules toute l'île [0, 22]. La succession est intéressante, parce qu'elle permet de préciser le niveau exact de certaines espèces d'Échinides, dont les représentants maltais ont été fort bien décrits [98]. Voici cette succession :

Aquitanien. Calcaires coralliens inférieurs, avec *Lepidocyclina dispansa*, *Mantelli*, Zoanthaires, *Cidaris oligocenus*, *Echinus tongrianus*, *Scutella striatula*, *Echinolampas posterolatus*, *Pecten Pasinii*, *placenta*.

Burdigalien. Calcaires à Globigérines, avec nombreux Échinides : *Cidaris avenionensis*, *Echinocyamus Studeri*, *Echinolampas Manzonii*, *Hemiaster Cotteaui*, *Scillæ*, *Pericosmus latus*, *Schizaster Parkinsoni*, *Metalia melitensis*, *Brissopsis crescentica*, *Spatangus pustulosus*, *Sarsella Duncani*.

Helvétien inférieur (= Langhien). Argile bleue, en tous points semblable au Schlier, avec *Echinolampas Hayesianus*, *Eupatagus Koninckı*, *Pecten denudatus*, *cristatus*, *Lucina sinuosa*, *Pleurotoma cataphracta*, *Aturia Aturi*.

Helvétien supérieur. Grès vert, avec *Heterostegina*, *Clypeaster altus*, *marginatus*, *Heteroclypeus hemisphæricus*, *Echinolampas hemisphæricus*, *Wrighti*, *Pecten Tournali*, *karalitanus*, *cristatus*, *elegans*, *Cytherea pedemontana*, *Cardium hians*, *Lucina incrassata*, *Proto cathedralis*.

Tortonien. Calcaire corallien supérieur, avec *Cidaris melitensis*, *Clypeaster altus*, *Amblypygus melitensis*, *Schizaster Scillæ*, *Prenaster excentricus*, *Brissus* (5 esp.), *Brissopsis Ducici*, *Spatangus delphinus*, *Pecten latissimus*, *Tournali*, *elegans*, *Reussi*, *cristatus*, *Cardita Jouanneti*, *Lucina columbella*, *Venus multilamella*, *Trochus patulus*, *Turritella vermicularis*, *Strombus coronatus*, *Buccinum Philippii*, *Dujardini*.

Tunisie et Algérie orientale. — Les dépôts néogènes inférieurs et moyens semblent avoir recouvert toute la Tunisie, à l'exception peut-être de la Kroumirie et du Sud, mais il n'en reste plus que des lambeaux, conservés dans les synclinaux.

Pervinquière [XXXVIII, 37] a, le premier, distingué, dans la Tunisie centrale, le 1er et le 2e étage méditerranéen. Allemand-Martin les a retrouvés dans la presqu'île du cap Bon [99].

Le Burdigalien est constitué par des grès grossiers jaunes, qui reposent en discordance soit sur le Nummulitique, soit sur le Crétacé. Il est très puissant et l'on n'a pu encore y établir de subdivisions. Ses fossiles les plus caractéristiques sont *Scutella subrotunda*, *Pecten convexior*, *Chlamys præscabriusculus*, *Turritella terebralis*.

L'Helvétien est représenté, dans la presqu'île du cap Bon, au Cherichira, au Trozza, au Mrihla, au Djerfeu, etc., par des grès fins, avec *Ostrea crassissima*, *digitalina*, *Pecten Fuchsi*, *Gentoni*. C'est à ce niveau que paraît avoir été recueillie, au Cherichira, une belle tête de *Mastodon angustidens*, étudiée par Albert Gaudry.

Les deux étages se poursuivent dans la partie centrale de la province de Constantine, où ils sont respectivement caractérisés par *Pecten convexior* et *Ostrea crassissima*. Ils sont séparés, d'après Peron [101], par des marnes alternant avec des grès, qui renferment à Aïn-Tiferouïn, entre Sétif et Batna, des *Nucula*, des *Leda*, quelques Gastéropodes, de nombreux Ptéropodes (*Creseis*, *Hyalæa*, *Cleodora*, *Spirohyalæa*) et *Aturia Aturi*. Les fossiles sont ici à l'état de moules internes en hydroxyde de fer, exactement comme dans les marnes à Ammonites pyriteuses du Jurassique et du Crétacé, qui semblent s'être déposées dans les mêmes conditions bathymétriques, c'est-à-dire dans la zone bathyale. C'est l'équivalent exact du Schlier.

Le Burdigalien a fourni au Foum Soubella, au nord du Hodna, *Clypeaster intermedius* et d'autres Échinides, appartenant aux genres *Psammechinus*, *Pericosmus*, *Trachypatagus*, *Maretia*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Ces dépôts marins pénètrent vers le S.W. jusque dans l'Aurès. Au nord ils n'atteignent pas la latitude de Guelma et l'on rencontre, par contre, aux environs de cette ville, des dépôts gypseux que l'on a comparés à la « formazione gessoso-solfifera ». Ils renferment en effet des bancs de soufre assez importants et sont couronnés par des couches d'eau douce, dans lesquelles Rousselet a découvert des Mollusques pontiens lacustres, identiques à des espèces des environs de Cucuron [XXXIX, 274 *bis*].

Le Néogène supérieur n'existe qu'en Tunisie, où il est cantonné dans le voisinage de la côte est; on en a trouvé des lambeaux à Porto Farina, au cap Bon, à Sousse, à Monastir. Il est transgressif et discordant sur les dépôts néogènes moyens. Au cap Bon, Allemand-Martin [99] y a distingué des marnes bleues plaisanciennes, avec *Pecten latissimus* et *cristatus*, et des sables astiens, avec *Echinolampas Hoffmanni*, *Clypeaster ægyptiacus*, *Pecten Jacobæus*, *flabelliformis*, *varius*.

Algérie occidentale. — Dans les provinces d'Alger et Oran, la distribution géographique des terrains néogènes est très différente de ce qu'elle est dans la province de Constantine. Le Néogène prend un grand développement dans la zone littorale, où la série est presque complète, et il forme, sur la lisière méridionale du Tell, une bande, parallèle à la côte, d'une largeur moyenne de 50 km, que Savornin assimile à un géosynclinal et qui, vers l'est, s'élargit considérablement et se dédouble, de manière à enserrer la chaîne des monts du Hodna [106]. Les deux bandes se raccordent à l'est avec les traînées synclinales de l'Atlas Saharien qui traversent la province de Constantine.

Les termes supérieurs manquent dans ce géosynclinal tellien. Les termes inférieurs y sont représentés de la manière suivante :

Burdigalien. Des grès ou des calcaires gréseux, alternant avec des marnes, reposent soit sur le Crétacé, soit sur le Suessonien, soit sur les grès nummulitiques. Peron [100] y a recueilli, aux environs de Boghar, *Cidaris avenionensis*, et des espèces nouvelles des genres *Echinolampas*, *Arbacina*, *Echinoneus*, *Schizaster*. Savornin [106] a pu y distinguer, en se basant sur les Pectinidés, un niveau inférieur, avec *Chlamys Davidi* et *Pecten convexior*, et un niveau supérieur, avec *Chlamys præscabriusculus*, *Pecten subbenedictus* et *Josslingi*. La succession est donc la même que dans le bassin du Rhône.

Helvétien inférieur (= Langhien, Schlier). Des marnes à Ptéropodes et *Aturia Aturi*, identiques à celles d'Aïn-Tiferouïn, ont été signalées par Peron [101] à Boghar, au-dessus du Burdigalien.

Helvétien supérieur. Ce terme existe probablement au-dessus des marnes langhiennes, et il est probable que c'est de ce niveau que proviennent *Pecten Fuchsi* et *scabriusculus* signalés par Savornin. A partir du Tortonien, la région semble avoir été exondée.

Par contre, plus à l'ouest, dans les environs de Tiaret [101], la série paraît débuter par l'Helvétien, représenté par des calcaires à *Lithothamnium* et *Pecten Fuchsi*. Au-dessus viennent des marnes à *Ostrea crassissima* et des grès jaunes, probablement tortoniens. Ils supportent des poudingues, qui appartiennent peut-être au Pontien.

La région littorale fournit, depuis Bougie jusqu'à la frontière marocaine, une des séries les plus complètes et les mieux étudiées du Néogène méditerranéen. Pomel [100], A. Peron [101] et Ch. Depéret [104] ont jeté les bases de sa classification, tandis que Ficheur étudiait plus particulièrement la Kabylie du Djurjura [XXXIX, 274] et le Sahel d'Alger [103]; Brives, le bassin du Chélif et du Dahra [107]; L. Gentil, le Sahel d'Oran et le bassin de la Tafna [XXXVII, 59 *bis*]. Nous suivrons dans notre exposé l'ordre stratigraphique.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Burdigalien. L'Aquitanien semble faire défaut, la série débutant par le Burdigalien transgressif. C'est le terme que Pomel a décrit sous le nom de *Cartennien* [1], sans en donner toutefois les caractères paléontologiques et sans préciser son parallélisme avec les régions classiques de l'Europe occidentale et orientale.

Sur le pourtour des massifs cristallins de la Grande Kabylie [XXXIX, 274], il est constitué par des conglomérats à éléments empruntés aux terrains anciens et par des grès très riches en Échinides, tels que *Echinolampas pygaroides, Hypsoclypeus doma, Clypeaster folium, subfolium, Ficheuri, Amphiope palpebrata, Schizaster Ficheuri, pusillus, Trachypatagus tuberculatus, Hemipatagus Ficheuri, Sarsella Ficheuri.* On y trouve en outre *Ostrea Boblayei, Anomia costata, Pecten burdigalensis, Panopæa Menardi* et de nombreux moules internes de Gastéropodes.

Sur le pourtour du Sahel d'Alger [101, 103], on retrouve les mêmes conglomérats à éléments cristallins, qui s'appuient directement sur les schistes anciens. Ils supportent des grès et des sables gris, renfermant notamment *Echinolampas flexuosus, Plesiolampas Delagei, Hypsoclypeus doma, Clypeaster* (8 esp.), *Scutella obliqua, Amphiope personata, Trachypatagus depressus, Peroni, Schizobrissus mauritanicus, Schizaster Ficheuri, Brissopsis Delagei.*

Dans le Dahra [107], les conglomérats burdigaliens reposent en discordance sur une formation lagunaire d'âge tongrien, composée de poudingues rouges, de marnes blanches et de grès siliceux. Ils sont surmontés par des grès, très fossilifères à Ténès, à Ouillis, à Mouzaïa-les-Mines, où l'on rencontre *Echinolampas cartennensis, Hypsoclypeus doma, Clypeaster confusus, bunopetalus, Ostrea cartennensis, Spondylus gæderopus, Anomia costata, Pecten præscabriusculus, vindascinus, burdigalensis, Besseri, Venus umbonaria, islandicoides, Turritella turris, Cerithium gallicum.* On y observe aussi des intercalations de calcaires à *Lithothamnium.*

Enfin, dans le Sahel d'Oran et dans le bassin de la Tafna [XXXVII, 59 *bis*], les conglomérats burdigaliens s'appuient en discordance tantôt sur les schistes primaires, tantôt sur les terrains jurassiques. Les couches sableuses et gréseuses qui les surmontent ne renferment guère d'Échinides déterminables. Leur faune comprend de rares représentants des Zoanthaires, des Bryozoaires, des Brachiopodes, quelques Gastéropodes (*Turritella turris*, Pleurotomes) et un grand nombre de Lamellibranches : *Ostrea Velaini, cartennensis, crassissima, Spondylus gæderopus, Pecten convexior, Pouyannei, solarium, Tournali, Pomeli, burdigalensis, etc.*

Helvétien inférieur (= Langhien). Le Burdigalien de la zone littorale est partout surmonté en concordance par des marnes grises dures, avec intercalations gréseuses. Les géologues algériens les placent à la partie supérieure du Cartennien. Comme celles de la province de Constantine et des environs de Boghar, elles constituent l'équivalent du Schlier. Elles sont très rarement fossilifères, on y a signalé en quelques points *Aturia Aturi.*

Helvétien supérieur et Tortonien. Ces deux termes, réunis à tort par Pomel sous le nom d'Helvétien, sont en réalité difficiles à séparer.

Dans la Grande Kabylie, des marnes et des grès à *Ostrea crassissima*, intercalés entre deux niveaux de conglomérats, reposent en discordance et en transgressivité sur les marnes langhiennes. Outre *Ostrea crassissima*, Ficheur [XXXIX, 274] y signale *Ostrea digitalina, Anomia ephippium, Pecten multicostatus, Proto rotifera.* Elles correspondent probablement au Tortonien.

1. De *Cartenna*, nom que portait Ténès à l'époque romaine.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Dans le Sahel d'Alger, tout le second étage méditerranéen fait défaut. Il reparaît, par contre, à Miliana, où Pomel a distingué, dans son Helvétien, les termes suivants :

1° poudingues, grès et marnes;

2° calcaires à *Lithothamnium*, Foraminifères, Échinides (*Arbacina*, *Clypeaster* (9 esp.), *Pliolampas Welschi*, *Brissomorpha Welschi*);

3° marnes argileuses et grès, avec *Ostrea crassissima* au sommet;

4° grès et poudingues puissants, avec *O. crassissima*, *gingensis*, *chicaensis*, à la base.

Les deux divisions inférieures appartiennent seules à l'Helvétien. En effet, le commandant Flick a découvert, dans la vallée de l'oued Riou, au nord d'El-Alef, dans les marnes n° 3, une riche faune tortonienne, comprenant, d'après H. Douvillé et Brives [107], *Pecten Depéreti*, *Arca turonica*, *Cardita Jouanneti*, *Cardium Darwini*, *Venus umbonaria*, *islandicoides*, *Turritella turris*, *valriacensis*, *Natica Josephina*, *Ancilla glandiformis*, etc.

Le 2e étage méditerranéen manque de nouveau dans le Sahel d'Oran, mais il est bien développé dans le bassin de la Tafna [XXXVII, 59 *bis*], où il est transgressif et s'étend sur de larges surfaces constituées par des affleurements de terrains antéjurassiques, jurassiques, crétacés, nummulitiques. Il est principalement représenté par des argiles marneuses ou gréseuses, passant latéralement, à El-Reraïf, à des calcaires à *Lithothamnium*, qui renferment une faune très riche, comprenant, d'après L. Gentil, des Foraminifères (*Heterostegina depressa*), des Zoanthaires, de nombreux Échinides, parmi lesquels 12 *Clypeaster*, *Echinolampas chelone*, *Schizaster Hardouini*, de nombreux Lamellibranches, tels que *Ostrea crassissima*, *Barroisi*, *digitalina*, *Pecten costisulcatus*, *Besseri*, *substriatus*, *Gentoni*, *Amussium subpleuronectes*, *Venus cothurnix*, *Lucina columbella*, *Cardium turonicum*, *Darwini*, *Tapes vetula* et quelques Mollusques perforants (*Jouannetia*, *Lithodomus*, *Gastrochæna*), enfin, des Gastéropodes, comme *Turritella turris*, *bicarinata*, *vermicularis*, *Pyrula cornuta*.

Le Tortonien du bassin de la Tafna comprend des formations continentales et lacustres, dont il sera question plus tard, et des grès, dans lesquels Gentil a recueilli, près de l'embouchure de la Tafna, *Pecten Gentoni*, *Lucina columbella*, *Cerithium pictum*, etc.

Sahélien. Cet étage présente, sur le littoral algérien, un intérêt tout particulier, parce que c'est ici qu'il a été défini par Pomel [100] et parce que c'est la seule région, sur tout le pourtour de la Médite rranéeoccidentale, où il soit représenté par des couches exclusivement marines.

La présence du Sahélien dans la Grande Kabylie est douteuse, car les marnes bleues compactes, qui, sur les bords de ce massif, reposent presque toujours dans des dépressions creusées dans les marnes langhiennes ont été attribuées tantôt à cet étage [103], tantôt au Plaisancien [104]. Le mauvais état de conservation de leurs fossiles ne permet pas de se prononcer d'une manière catégorique sur leur âge.

Dans le Sahel d'Alger, tout le soubassement du plateau est constitué par les marnes argileuses bleues, très épaisses, dont le substratum n'est pas visible et qui supportent en discordance le Plaisancien. On les attribue en général au Sahélien, quoique les fossiles y soient extrêmement rares et mal conservés.

Le Sahélien est, par contre, représenté par des couches très fossilifères sur tout le versant méridional du Dahra, sur la rive droite du Chélif, où il a fait, de la part d'A. Brives, l'objet d'une intéressante étude stratigraphique

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

et paléontologique [107]. Ce sont, ici aussi, des marnes bleues, avec intercalation de petits bancs sableux ou gréseux dans la partie supérieure, gisement habituel des fossiles. Elles reposent, en certains points, en discordance angulaire sur le Tortonien. Vers l'ouest, des bancs gypseux s'intercalent dans les marnes, en même temps qu'à la base apparaissent des couches d'eau douce, — dont les fossiles confirment le parallélisme avec le Pontien, — et que, à la partie supérieure, s'introduit un faciès à *Lithothamnium*.

A Carnot, qui est la localité la plus fossilifère, la faune comprend notamment *Pecten Jacobæus*, *solarium*, *vindascinus*, *cristatus*, *Chlamys pusio*, *Arca Fichteli*, *turonica*, *Pectunculus pilosus*, *Leda pella*, *Cardita Partschi*, *Cardium discrepans*, *hians*, *Michelottianum*, *Venus multilamella*, *islandicoides*, *Dentalium sexangulum*, *Bouei*, *Turritella tricarinata*, *vermicularis*, *Natica Josephina*, *millepunctata*, *Cerithium Bronni*, *Pleurotoma cataphracta*, *Surcula dimidiata*, *Cancellaria dertovaricosa*, *Fusus lamellosus*, *Ranella marginata*, *Phos polygonum*, *Nassa mutabilis*, *semistriata*, *Ancilla glandiformis*, *Conus Mercatii*, *Puschi*, *pelagius*. Il y a là un curieux mélange d'espèces tortoniennes et plaisanciennes.

Le type de l'étage a été pris par Pomel dans le Sahel d'Oran, région qui a été étudiée avec grand soin par L. Gentil dans son beau mémoire sur le bassin de la Tafna [XXXVII, 59 *bis*]. Nous ne parlerons pas pour le moment des éruptions qui ont eu lieu dans la région à l'époque Néogène, il importe surtout ici de préciser la position stratigraphique des couches fossilifères.

Au-dessus de tufs andésitiques, dont le substratum n'est pas visible, se trouvent des marnes, renfermant quelquefois des rognons de silex ménilite et surmontées par des calcaires crayeux blancs à *Lithothamnium*. Les fossiles se rencontrent dans toute la série, mais c'est dans les marnes qu'ils sont particulièrement abondants et variés. Outre les microorganismes, Foraminifères et Radiolaires, d'une fort belle conservation, étudiés déjà par Ehrenberg, on trouve des Spongiaires siliceux (Hexactinellidés et Lithistidés), des Crinoïdes (*Antedon*), un Ophiuride, de très nombreux Échinides, presque tous spéciaux au gisement et appartenant aux genres *Cidaris*, *Diadema*, *Psammechinus*, *Echinocyamus*, *Clypeaster*, *Hypsoclypeus*, *Echinolampas*, *Schizaster*, *Toxobrissus*, *Brissopsis*, *Trachypatagus*, *Spatangus*, etc., des Bryozoaires, des Brachiopodes (*Terebratula sinuosa*), de rares Gastéropodes (*Ficula geometra*) et de nombreux Lamellibranches. Parmi ceux-ci, les Pectinidés présentent un intérêt tout particulier. Ce sont, d'une part, des espèces essentiellement « miocènes », comme *Pecten Gentoni*, *Besseri*, *sarmenticius*, *præjacobæus*, *Duneker*i, *scabriusculus;* d'autre part, des espèces plus habituellement « pliocènes », comme *Pecten pes felis*, *pusio*, *bollenensis*, *comitatus*, *scabrellus*, dont quelques-unes, il est vrai, sont représentées par des variétés spéciales ou par des formes de passage à des espèces « miocènes ». Il y a lieu de citer en outre *Ostrea cochlear*, *perpiniana*, *digitalina*, *lamellosa*, *Perna Soldanii*, *Arca turonica*, *Cardita Jouanneti* var. *læviplana*, *Cardium discrepans*, *Venus multilamella*, *Panopæa Menardi*. Enfin, des lits de tripoli, intercalés dans les calcaires crayeux supérieurs, ont fourni des restes de Poissons.

Il est rare qu'une localité qui a donné son nom à un étage renferme une faune aussi riche, aussi variée, aussi caractéristique.

Dans la Basse-Tafna, le Sahélien s'étend transgressivement sur tous les terrains antérieurs, mais il n'est conservé qu'à l'état de lambeaux isolés. Il est constitué presque exclusivement par des calcaires blancs, crayeux, à *Lithothamnium*, identiques à ceux qui couronnent l'étage dans le Sahel d'Oran.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le groupe Néogène supérieur est étroitement localisé dans le voisinage du littoral actuel et seul le PLAISANCIEN a été reconnu d'une manière certaine.

Dans le Sahel d'Alger [103], il est constitué par des couches de faciès varié, qui reposent sur la surface ravinée des marnes sahéliennes et qui s'étendent transgressivement sur le Néogène inférieur et sur les schistes cristallins. Il débute par des marnes bleues, qui alternent avec des lits sableux très fossilifères et qui remplissent des poches creusées dans les marnes sahéliennes. Au-dessus viennent soit des marnes à *Ostrea edulis, cochlear, Pecten Jacobæus, Terebratula ampulla;* soit des sables, avec bancs de grès et de poudingues, à *Ostrea lamellosa, Pecten opercularis;* soit des calcaires marneux très fossilifères; soit, enfin, une mollasse calcaire à *Lithothamnium,* avec *Pecten opercularis, scabrellus, maximus, Terebratulina caput serpentis,* Échinides. Ces divers faciès se remplacent latéralement.

La faune de ce Plaisancien est extrêmement riche. Le général de Lamothe et Ph. Dautzenberg [108] citent 330 espèces de Mollusques, dont la plupart se trouvent dans le « Pliocène » d'Italie et dont près de 200 se rencontrent déjà dans le « Miocène » de la Péninsule. Le nombre des espèces encore vivantes est d'environ 40 %, ce sont presque tous des types méditerranéens; *Cancellaria piscatoria* et *Nassa azorica* vivent respectivement au Sénégal et aux Açores et sont inconnus actuellement dans la Méditerranée.

Dans la vallée du Chélif [107], le Plaisancien repose en légère discordance sur le Sahélien. Il est constitué principalement par des grès, qui renferment une faune très analogue à celle des environs d'Alger. Les espèces les plus abondantes sont *Ostrea lamellosa, Crepidula unguiformis, Limopsis aurita, Nucula placentina, Chama gryphoides, Turbo rugosus, Vermetus intortus, Nassa prismatica,* qui, presque toutes, manquent dans le Sahélien.

Dans le Sahel d'Oran, le Plaisancien est également à l'état de grès. L. Gentil [XXXVII, 59 *bis*] y a trouvé, près de Madar, *Echinolampas Hoffmanni, Rhynchonella bipartita, Terebratula sinuosa, Ostrea edulis, cochlear* et de nombreux Pectinidés (*Pecten bollenensis, scabrellus,* etc.).

Maroc septentrional. — Dès 1885, E. Suess [0,22] émettait l'hypothèse que la communication de la Méditerranée avec l'Atlantique devait s'effectuer, pendant une partie de l'époque Néogène, non seulement par le détroit Nordbétique, dont nous aurons à nous occuper tout à l'heure, mais encore par la dépression de Fès, au sud du Rîf. Les observations de L. Gentil, dans le Nord du Maroc [109], sont venues récemment confirmer cette manière de voir et, en même temps, elles permettent de préciser la durée pendant laquelle le détroit Sudrifain était ouvert.

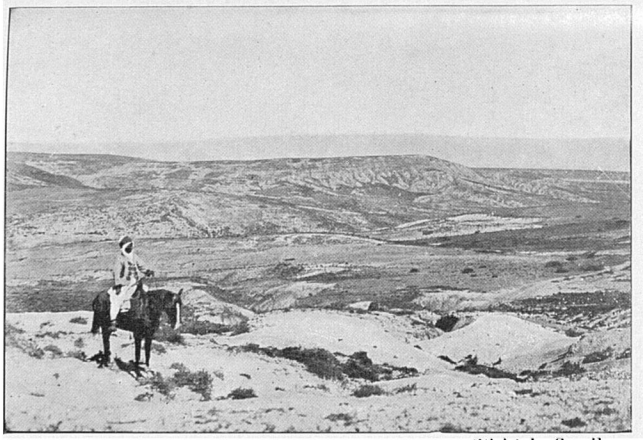
Entre la frontière algérienne et la Mlouya (pl. CXXVIII, 1), le Néogène est représenté par les termes suivants :

Le Burdigalien à *Pecten burdigalensis* et *Beudanti* disparaît vers l'ouest sous le Vindobonien, qui est constitué par des argiles, avec lits de grès à *Ostrea crassissima,* surmontées de grès.

Le Sahélien, qui atteint une centaine de mètres d'épaisseur, comprend un conglomérat de base et des grès grossiers, puis des marnes bleuâtres et, au sommet, des calcaires à *Lithothamnium* et Zoanthaires. Les fossiles les plus abondants dans cet ensemble sont *Pecten restitutensis, incrassatus, sarmenticius, cristatus, Pycnodonta cochlear, Ostrea Velaini, Dentalium sexangulum.*

Le Vindobonien s'étend vers l'ouest dans la direction de Taza. Il est recouvert partout par le Sahélien transgressif, qui déborde sur les terrains jurassiques des chaînes environnantes.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



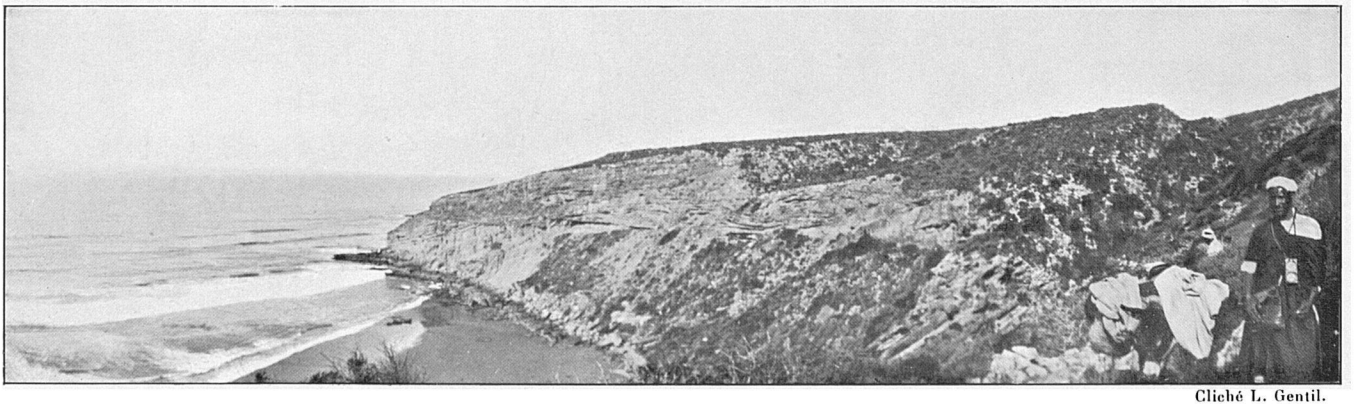
Cliché L. Gentil.

MARNES ET GRÈS DU SAHÉLIEN.
Korn ech Chems, près de l'embouchure de la Mlouya (Maroc oriental).



Cliché L. Gentil.

ARGILES FOSSILIFÈRES DU PLAISANCIEN.
Tétouan (Maroc).



Cliché L. Gentil.

GRÈS MOLLASSIQUE à *Rotuloidea fimbriata* (Néogène supérieur) discordant sur le Berriasien.
Entre Mogador et le cap R'ir.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Dans la région de Fès, le Vindobonien à *Ostrea crassissima* supporte de même le Sahélien, représenté ici par des marno-calcaires à silex ménilite et transgressifs vers l'ouest, c'est-à-dire vers le seuil de Taza.

Le détroit Sudrifain a donc certainement existé au Vindobonien et au Sahélien. Rien ne permet d'affirmer qu'il ait déjà servi de passage à la mer burdigalienne et il est à peu près certain qu'il était fermé à l'époque du Néogène supérieur.

C'est à ce moment, par contre, qu'a pris naissance le détroit de Gibraltar. Sa formation est due à un ennoyage, suivi de fractures, des chaînes nord-sud qui relient le Rif à la cordillère Bétique. En effet, dans la vallée de l'oued Bou Sfiha, près de Tétouan, les assises suivantes s'appuient immédiatement sur les terrains primaires et jurassiques :

1° conglomérat de base avec galets de roches primaires et jurassiques;

2° argiles bleues, avec intercalations de lits de sable (pl. CXXVIII, 2);

3° grès calcarifères jaunes ou brunâtres.

Les argiles renferment une faune extrêmement riche, considérée par O. Lenz et Th. Fuchs comme tortonienne, mais appartenant en réalité, comme l'ont montré L. Gentil et A. Boistel [110], au Plaisancien. Les espèces les plus caractéristiques sont les suivantes : *Pecten benedictus*, *bollenensis*, *scabrellus*, *Chlamys pusio*, *Arca diluvii*, *Cardita rufescens*, *Lucina borealis*, *Cardium multicostatum*, *Venus multilamella*, *Corbula gibba*, *Turbo tuberculatus*, *Chenopus ultingerianus*, *pes pelecani*, *Turritella vermicularis*, *Natica Josephinia*, *Ranella marginata*, *Nassa clathrata*, *Columbella semicaudata*, *Mitra scrobiculata*, *Ancilla obsoleta*, *Pleurotoma turricula*, *Terebra fuscata*, *Ringicula Grateloupi*. Les Foraminifères, les Zoanthaires, les Bryozoaires, les Crustacés, les dents de Squales ne sont pas moins abondants.

Espagne méridionale. — Les dépôts néogènes du bassin du Guadalquivir occupent une position analogue à ceux du « détroit sudrifain ». Ils ont pris naissance dans un géosynclinal situé entre la Meseta Ibérique et la chaîne Bétique et connu sous le nom de « détroit nordbétique » [XXII, 9]. L'absence de tous dépôts néonummulitiques témoigne de l'existence de mouvements orogéniques qui ont préparé la formation de ce géosynclinal. Dès le début de la période Néogène, la mer envahit le détroit et atteint tout de suite une profondeur relativement considérable.

L'Aquitanien est, en effet, bien représenté sur le bord septentrional des chaînes Subbétiques, aux environs de Moron, dans la province de Séville, et dans la région de Jaen, par des marnes blanches, pétries de Diatomées et de Radiolaires, qui passent latéralement à des calcaires à Globigérines. Ce sont manifestement des formations planctogènes (v. p. 106), mais on aurait tort de les assimiler aux formations abyssales des mers actuelles, car R. Douvillé [XXXVIII, 45] y a observé des intercalations lenticulaires de calcaires à *Lithothamnium* et *Lepidocyclina* (*L. Schlumbergeri*, *marginata*, *Morgani*, *Tournoueri*).

Le Burdigalien est transgressif par rapport à l'Aquitanien. Sur le bord méridional de la Meseta, il repose directement sur les terrains anciens ou sur le Trias, et se trouve à l'état de mollasse grossière, avec *Clypeaster altus*, *Leskei*, *Pecten Beudanti*, *præscabriusculus*. Aux environs de Jaen, où il fait suite en concordance à l'Aquitanien, il est représenté par des calcaires à *Lithothamnium*, avec *Clypeaster acclivis*, *parvituberculatus* [XXXVIII, 45].

La transgression s'étend vers le sud dans l'intérieur des chaînes Subbétiques et elle atteint, aux environs de Grenade, le pied de la sierra Nevada. Le Burdigalien repose ainsi indifféremment sur les terrains primaires,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

secondaires ou nummulitiques. Il est constitué par des alternances de mollasses, de conglomérats et de calcaires grossiers à *Lithothamnium*. M. Bertrand et W. Kilian [XXII, 9] y signalent : *Cidaris avenionensis*, *Clypeaster altus*, *insignis*, *Rhynchonella bipartita*, *Terebratula grandis*, *sinuosa*, *Lacazella mediterranea*, *Ostrea gingensis*, *digitalina*, *Boblayei*, *Velaini*, *Pecten præscabriusculus*, *Zitteli*, *Tournali*, *Fuchsi*, *Holgeri*, *subbenedictus*, *Cardium hians*, *Corbula carinata*, *Panopæa Menardi*, *Turritella bicarinata*. Il ne peut y avoir aucun doute sur l'âge burdigalien de cette faune [111] attribuée primitivement à l'Helvétien.

L'existence de l'Helvétien en Andalousie est tout à fait problématique et la présence d'*Ostrea crassissima* ne suffit certainement pas pour que l'on soit en droit de l'affirmer, car cette espèce a été fréquemment rencontrée dans le 1er étage méditerranéen.

Par contre, M. Bertrand et W. Kilian ont décrit, dans le bassin de Grenade, à la base d'une puissante formation de conglomérats, des marnes, alternant avec des bancs de conglomérats, qui appartiennent incontestablement au TORTONIEN. Elles renferment *Ceratotrochus multispinosus*, *Ostrea lamellosa*, *Pecten bollenensis*, *Pleuronectia cristata*, *Nucula placentina*, *Arca diluvii*, *Dentalium Bouei*, *sexangulare*, *Natica millepunctata*, *Chenopus pes graculi*, *Ancilla neglecta*, *Odontaspis contortidens*. Les conglomérats qui couronnent la série fossilifère font partie d'une formation puissante, dont la partie supérieure est très bien visible, par exemple, dans le ravin qui sépare l'Alhambra du Generalife. Ils constituent le remplissage du bassin de Grenade; leur origine est marine, car leurs galets sont souvent percés de trous de Lithophages et couverts d'Huîtres. Ils supportent d'ailleurs, à Escuzar, des calcaires marneux à *Lithothamnium* et Bryozoaires [111].

Tout cet ensemble, que l'on doit rapporter soit au Tortonien, soit, sans préciser davantage, au Vindobonien, s'est déposé dans des dépressions creusées après le dépôt du Burdigalien. Il y a donc eu, dans les chaînes Subbétiques, des mouvements orogéniques entre les deux étages méditerranéens, donnant lieu à une discordance de ces deux étages. Dans la vallée du Guadalquivir, le Vindobonien semble ne pas exister.

La série des conglomérats supporte en discordance, dans le bassin de Grenade, une formation gypseuse, qui renferme *Melanopsis impressa* et supporte des marnes ligniteuses et sableuses, contenant en outre *Limnæa Forbesi*, *Hydrobia etrusca*, *Planorbis Mantelli*. Enfin, dans le bassin d'Alhama, un calcaire lacustre blanc à *Planorbis Mantelli*, *Limnæa girundica*, couronne la série et permet de l'attribuer au PONTIEN.

Aucun dépôt représentant le groupe Néogène moyen n'est connu dans la province de Jaën, c'est-à-dire vers la partie étroite du détroit Nordbétique. On peut en conclure que les mouvements orogéniques qui, dans la chaîne Subbétique, ont amené la discordance entre les deux étages méditerranéens ont refoulé la mer hors du détroit immédiatement après le Burdigalien. Mais les eaux marines ont repris possession de la partie occidentale du détroit à l'époque du Néogène supérieur. En effet, dans la vallée du Guadalquivir, le PLAISANCIEN, rigoureusement horizontal, peut être suivi vers l'amont jusqu'au vieux pont de Jodar. Reposant le plus souvent sur le Burdigalien, il comprend, à la base, des marnes à *Discospirina italica*, et, au sommet, des grès et des mollasses [XXXVIII, 45].

Des dépôts plaisanciens existent en outre sur les rives de la Méditerranée, sur le bord sud de la chaîne Bétique, principalement aux environs de Malaga, où ils ont été étudiés en dernier lieu par J. Bergeron [XXII, 9]. Ce

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

sont des marnes bleues de 15 à 20 m d'épaisseur, très fossilifères, en particulier au lieu dit los Tejares, faubourg de Malaga. Leur faune comprend de nombreux Foraminifères, quelques Lamellibranches (*Pecten scabrellus*, *Pleuronectia cristata*, *Arca diluvii*) et surtout des Gastéropodes : *Turbo fimbriatus*, *Natica helicina*, *Chenopus Uttingerianus*, *Fusus Puschi*, *longirostris*, *Mitra scrobiculata*, *Pleurotoma cataphracta*, *dimidiata*, *turricula*.

Les marnes supportent en concordance des sables, que Bergeron attribue à l'Astien et qui renferment, près de San Pedro de Alcantara, de nombreux Lamellibranches, tels que *Ostrea lamellosa*, *Pecten similis*, *fenestratus*, *opercularis*, *Modiola phaseolina*, *Arca Fouquei*, *Plesiarca pectunculoides*, *Pectunculus Orueiæ*, *Limopsis anomala*, *Leda Bellardii*, *Gonilia bipartita*, *Venus ovata*, *Syndosmya alba*, *Corbula gibba*, *Digitaria digitaria*, et quelques Gastéropodes, comme *Eumargarita Cuadræ*, *Calyptræa sinensis*, *Vermetus intortus*, *Cleodora pyramidata*.

La présence, sur les côtes d'Algérie et d'Andalousie, au pied des chaînes anciennes qui bordent le littoral, de dépôts appartenant au Néogène supérieur, permet de conclure à l'effondrement préalable d'un massif qui occupait l'emplacement de la partie resserrée de la Méditerranée occidentale et autour duquel s'étaient moulés les géosynclinaux mésozoïques et nummulitiques, ainsi que les plissements postburdigaliens.

Pour terminer ce qui a trait à l'Espagne méridionale, ajoutons que le Burdigalien, discordant sur le Crétacé et le Nummulitique, prend un grand développement dans la province d'Alicante et dans le sud de celle de Valence. Il comprend surtout des conglomérats, des calcaires à Clypéastres et des marnes bleues. R. Nicklès [XXXVIII, 46] y a signalé *Clypeaster intermedius*, *Terebratula ampulla*, *Ostrea Welschi*, *Offreti*, *crassissima*, *Pecten solarium*.

Baléares. — Le Burdigalien se présente, à Majorque et à Minorque, exactement dans les mêmes conditions qu'aux environs d'Alicante. Il est constitué par des conglomérats et par des calcaires à Clypéastres, dans lesquels R. Hoernes [111] a recueilli *Pecten præscabriusculus*.

Le Vindobonien existe également aux Baléares. R. Hoernes lui attribue, à Minorque, des couches à *Pecten latissimus* qu'il a rencontrées aux environs de Calas Covas, tandis qu'à Majorque l'étage est connu depuis longtemps [XXXIV, 57] à Muro et à Bellver, près Palma, sous la forme de calcaires très fossilifères, qui ont fourni notamment *Ostrea crassissima*, *Lucina columbella*, *Cardium turonicum*, *discrepans*, *Cytherea pedemontana*, *Panopæa Menardi*, *Dentalium Bouei*, *Trochus patulus*, *Proto cathedralis*, *Natica Josephina*, *Ancilla glandiformis*, *Pyrula cornuta*, *Cassis saburon*, *Conus Mercatii*. La présence de *Cerithium pictum* et *rubiginosum*, dans des marnes qui occupent la base de ces calcaires, ne permet pas de conclure à l'existence du sous-étage Sarmatien, en raison même de la position stratigraphique des couches qui contiennent ces fossiles [111].

Le groupe Néogène supérieur est représenté, non loin de Palma, par des calcaires lacustres, renfermant *Melania tuberculata*, *Heberti*, *Limnæa Vidali*, *Physa Jaimei*, *Paludestrina Tournoueri*, *Fischeri*.

Catalogne. — Le Néogène prend un certain développement aux environs de Barcelone. Ses dépôts ont pris naissance dans un golfe analogue à celui du Languedoc. La série est en grande partie marine, mais l'Aquitanien et le Pontien sont représentés par des formations continentales.

Le Burdigalien [112, 114] marque le début de la transgression et n'occupe qu'une surface relativement restreinte, au sud de Vilafranca. Il débute par des conglomérats puissants à éléments calcaires, reposant directement sur les calcaires secondaires. Puis viennent des calcaires blancs à *Lithotham-*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

nium, *Echinolampas*, Bryozoaires, Huîtres, *Pecten præscabriusculus*, *subbenedictus*, etc., et des grès à *Scutella lusitanica*.

Le VINDOBONIEN est transgressif par rapport au Burdigalien. Il comprend, dans le bassin du Panadès, à la base, des marnes à *Turritella turris*, correspondant à l'Helvétien; puis des calcaires sableux, avec bancs de *Lithothamnium*, renfermant notamment *Ostrea crassissima*, *Cardita Jouanneti* var. *lævi-plana*, *Pectunculus pilosus*, *Turritella bicarinata;* enfin, des marnes à *Pereiraia Gervaisi*, *Rostellaria Dordariensis*, *Proto rotifera*, *Ancilla glandiformis*, *Pleurotoma Jouanneti*, *asperulata*, incontestablement tortoniennes. A un niveau plus élevé on observe d'autres marnes, renfermant *Cerithium pictum*, *bidentatum*, *Turritella gradata*, *Natica Josephinia*, associés à *Mactra podolica* et *Ervilia podolica*, qui ne laissent aucun doute sur l'âge sarmatien de ce niveau [114].

Le PONTIEN, constitué par des cailloutis alternant avec des limons, rappelle beaucoup celui du bassin de la Durance. Il a fourni des restes de Mammifères, sur lesquels nous reviendrons.

Le PLAISANCIEN [113] est localisé dans la région littorale et dans la vallée du Llobregat, qui était occupée par la mer jusque vers Martorell. Il est constitué, ici aussi, par des argiles bleues, avec *Pleuroneclia cristata*, *comitata*, *Venus multilamella*, *Corbula gibba*, *Turritella subangulata*, *Nassa semistriata*, etc. Le chanoine Almera a découvert, à la base de ces couches, dans des marnes bleues et jaunes, des couches à Congéries, avec *Melanopsis Neumayri*, qui occupent la même position que les couches à Congéries supérieures de la vallée du Rhône.

L'ASTIEN, représenté par des sables, est extrêmement fossilifère dans le ravin d'Esplugas. Il renferme, outre la faune habituelle des sables astiens, de nombreuses empreintes végétales. Les couches supérieures de l'étage ont fourni des restes de Mammifères terrestres.

Corse et Sardaigne. — Pour achever l'étude des dépôts néogènes qui avoisinent la Méditerranée occidentale, il nous reste à parler de ceux de la Corse et de la Sardaigne, qui sont situés en dehors de la zone des plissements dinariques, mais qui, par contre, ne sont pas sans analogies avec ceux des Alpes Maritimes et aussi avec ceux de Malte.

L'étude détaillée, stratigraphique et paléontologique, du Néogène de Corse est encore à faire. Les dépôts qui nous occupent se trouvent localisés dans trois petits bassins : celui de Saint-Florent, au nord, celui d'Aleria, sur la côte est, qui est de beaucoup le plus étendu, et celui de Bonifacio, qui forme en grande partie la pointe méridionale de l'île. C'est dans ce dernier seul qu'a été relevée, par les soins d'A. Peron, une succession détaillée. En voici un résumé, avec les principales espèces, d'après les déterminations, d'ailleurs sujettes à revision, d'A. Locard et G. Cotteau [115] :

1° « zone à polypiers » : calcaires compacts, associés quelquefois à des brèches à éléments cristallins, avec *Operculina complanata*, Zoanthaires et fragments de Clypéastres;

2° « zone à *Clypeaster* » : mollasses grossières à éléments granitiques, avec *Hypsoclypeus plagiosomus*, *Clypeaster crassicostatus*, *intermedius*, *marginatus*, *Ostrea lamellosa*, *frondosa;*

3° « zone à *Pecten bonifaciensis* » : calcaires blancs, compacts avec Échinides (*Cidaris Peroni*, *Scutella subrotunda*, *Clypeaster latirostris*, *Schizaster Parkinsoni*, *Pericosmus latus*, *Macropneustes Marmoræ*, *Peroni*, *Lovenia Peroni*, *Spatangus corsicus*), Bryozoaires, *Anomia ephippium*, *Pecten burdigalensis*, *benedictus* (?), *bonifaciensis*, *Cardium danubianum*, *subhians*, *Panopæa Menardi*, nombreux Gastéropodes (*Trochus patulus*, *Turritella strangulata*, *Proto cathedralis*, *Cerithium vulgatum*, *Ficula condita*, *Cancellaria cancellata*), Balanes, etc.;

4° « zone à *Pecten cristatus* » : marnes argileuses, micacées, grises, avec *Brissopsis crescentina*, *Spatangus corsicus*, *Venus umbonaria*, *Pecten opercularis*, etc.;

5° « zone à Cérithes et Pleurotomes » : calcaires gris, compacts, avec *Psammechinus*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Serresi, Clypeaster Scillæ, Echinocardium Peroni, Turritella vermicularis, Cerithium pictum, Volata Peroni, Pleurotoma asperulata, calcarata, concatenata;

6° « zone à dents de Poissons » : mollasses blanches, dures, à gros grains, avec Échinides, Balanes, dents de Sélaciens.

Les 3 couches inférieures appartiennent manifestement au Burdigalien; les couches n° 4 semblent correspondre aux marnes langhiennes, c'est-à-dire à l'Helvétien inférieur; les couches supérieures représenteraient, dans leur ensemble, les termes élevés du Vindobonien.

Dans le bassin d'Aleria, des sables jaunes fossilifères ont été attribués à l'Astien.

En Sardaigne, l'étude stratigraphique détaillée n'est guère plus avancée. On reconnaît néanmoins les mêmes grandes divisions qu'en Corse et d'importantes listes de fossiles ont été publiées pour chacune d'elles par C. F. Parona [116-118].

Les calcaires compacts d'Isili, les calcaires tufacés de San Michele et les grès de Fontanazza paraissent représenter le Burdigalien. Les argiles sableuses de Fangario, avec *Pecten denudatus, Solenomya Doderleini, Cuspidaria proboscidea, Volata ficulina, Pleurotoma semimarginata, Vaginella depressa, Sepia caralitana, Lovisatoi*, constituent certainement l'équivalent du Schlier. Enfin, les argiles marneuses du cap San Marco appartiennent au Tortonien, dont elles renferment quelques-uns des Mollusques les plus caractéristiques, mais elles sont surtout riches en Foraminifères et en Radiolaires.

Dans l'état actuel de nos connaissances, la répartition, entre les différents étages du Néogène, des nombreux Échinides qui ont été décrits de Sardaigne par Cotteau [119], ne peut être effectuée d'une manière précise.

Europe orientale. — Nous nous transportons maintenant à l'autre extrémité de l'Europe, de manière à y poursuivre l'étude des dépôts néogènes de la zone alpine, que nous avons abandonnée à Vienne et dans les Alpes Carniques. Nous serons conduits à passer en revue, du nord au sud, plusieurs zones isopiques, dont certaines pourront être raccordées avec des zones de l'Europe centrale.

Russie méridionale. — Entre la plate-forme Russe et la zone la plus septentrionale des plissements alpins s'étend une grande dépression néogène, par laquelle nous commencerons notre aperçu. Elle s'étend sur la Pologne méridionale, la Volhynie, la Podolie russe et galicienne, la Bessarabie, la Nouvelle-Russie, la Crimée et le territoire du Kouban. Elle est limitée, au nord, par les massifs anciens du Dniepr et du Donetz, qui, depuis la fin de l'époque Nummulitique, sont soudés à la plate-forme Russe; au sud, par le bord externe des Karpates, par la chaîne Taurique et par le Caucase. La mer qui l'occupait communiquait librement avec celle qui baignait le bord septentrional des Karpates et elle gagnait vers l'est les régions aralo-caspiennes.

Nulle part, sauf peut-être au pied du Caucase et dans la presqu'île de Kertch, la série néogène de cette dépression n'est complète. L'Aquitanien et le Burdigalien, autrement dit le 1er étage méditerranéen, sont absents et la succession débute en général par le Vindobonien, par le 2e étage méditerranéen [0,22], dont souvent les termes supérieurs sont seuls représentés.

Dans le gouvernement de Kielce [120], dans la Pologne méridionale, le Vindobonien se présente en couches horizontales, discordantes sur les terrains paléozoïques et mésozoïques des monts de Sandomir, dont il remplit

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

les dépressions. Il débute soit par des argiles à Pleurotomes, très fossilifères à Korytnica, soit par des sables à *Ostrea crassissima*, qui renferment la faune des couches de Grund et représentent donc l'Helvétien supérieur. Au-dessus viennent des calcaires à *Lithothamnium*, Bryozoaires et *Pecten latissimus*, qui représentent exactement les calcaires de la Leitha, c'est-à-dire le Tortonien. Ils sont séparés par des argiles gypsifères des couches sarmatiques.

Dans le grand plateau Podolien, qui empiète sur la Galicie et qui est séparé des Karpates par une large plaine quaternaire, le Vindobonien repose sur des couches paléozoïques ou mésozoïques horizontales, qui apparaissent au fond de profondes vallées d'érosion. Il débute, comme dans le bassin intraalpin de Vienne, par des couches à lignites, et comprend ensuite la succession suivante, étudiée avec beaucoup de soin par V. Hilber [122] :

1° sables quartzeux, très fossilifères, reposant souvent directement sur la Craie blanche;
2° marnes et grès à *Pecten scissus*, riches en Foraminifères et en Pectinidés, en grande partie spéciaux (15 esp.);
3° calcaires à *Lithothamnium*, peu fossilifères;
4° calcaires à *Ervilia pusilla* et *Modiola Hœrnesi;*
5° gypses, surmontés par les couches sarmatiennes.

Toutes ces couches, qui ne sont que des faciès successifs d'un même étage, voire d'un même sous-étage, le Tortonien, renferment une faune composée des éléments les plus caractéristiques du 2e étage méditerranéen. Hilber cite notamment *Ostrea digitalina, Pecten Besseri, cristatus, Pectunculus pilosus, Lucina columbella, Cytherea pedemontana, Isocardia cor, Thracia ventricosa, Corbula gibba, Trochus patulus, Monodonta angulata, Turritella Archimedis*, etc.

Un faciès tout à fait spécial du Vindobonien se rencontre dans les monts Miodobores ou Toltry, qui forment une ride parallèle aux Karpates et sont constitués, sur une longueur de 250 km, depuis Podkamien, près Brody, jusqu'en Bessarabie, par un calcaire presque entièrement formé de colonies d'un Bryozoaire, *Eschara lapidosa*, et de Vermets (fig. 444). On l'a assimilé à un récif-barrière. Mais, tandis que divers auteurs lui ont assigné un âge sarmatien, Michalski [112] a montré qu'il s'agit en réalité d'un récif tortonien, qui faisait saillie dans la mer sarmatienne et sur lequel se sont établies des espèces qui vivaient dans cette mer.

Plus à l'est, dans le gouvernement d'Iekaterinoslav, se trouvent des dépôts du 2e étage méditerranéen, qui se sont déposés dans une échancrure de la côte méridionale de la plate-forme Russe, à laquelle Androussow [125] a donné le nom de *baie de la Konka* (fig. 444).

A Tomakovka, au S. W. d'Iekaterinoslav, des lambeaux vindoboniens sont conservés dans des poches à la surface de gneiss granitoïdes. Ce sont des dépôts grossièrement détritiques, qui ont fourni *Ostrea gingensis*, des *Pecten*, des *Chama*, *Turritella Pythagoraica*. Sur la rivière Konka, au S.E. d'Alexandrovsk [123], des couches un peu plus récentes renferment *Spaniodon nitidus, Cardium Andrusowi, Tapes vitaliana, Venus konkensis, Corbula Michalskii, Lucina dentata, Buccinum nodosocostatum*, associés à des espèces des genres *Mactra, Tapes, Ervilia, Syndesmia*, précurseurs de la faune sarmatique.

Dans la presqu'île de Kertch [124, 125], qui, géologiquement parlant, constitue l'extrémité occidentale du Caucase, la série des couches vindoboniennes est beaucoup plus complète. Elle débute par des argiles feuilletées, avec *Pecten denudatus*, restes d'Ophiurides et *Spirialis tarchanensis*, qui représentent peut-être le Schlier et qui, d'après Androussow, feraient suite en

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

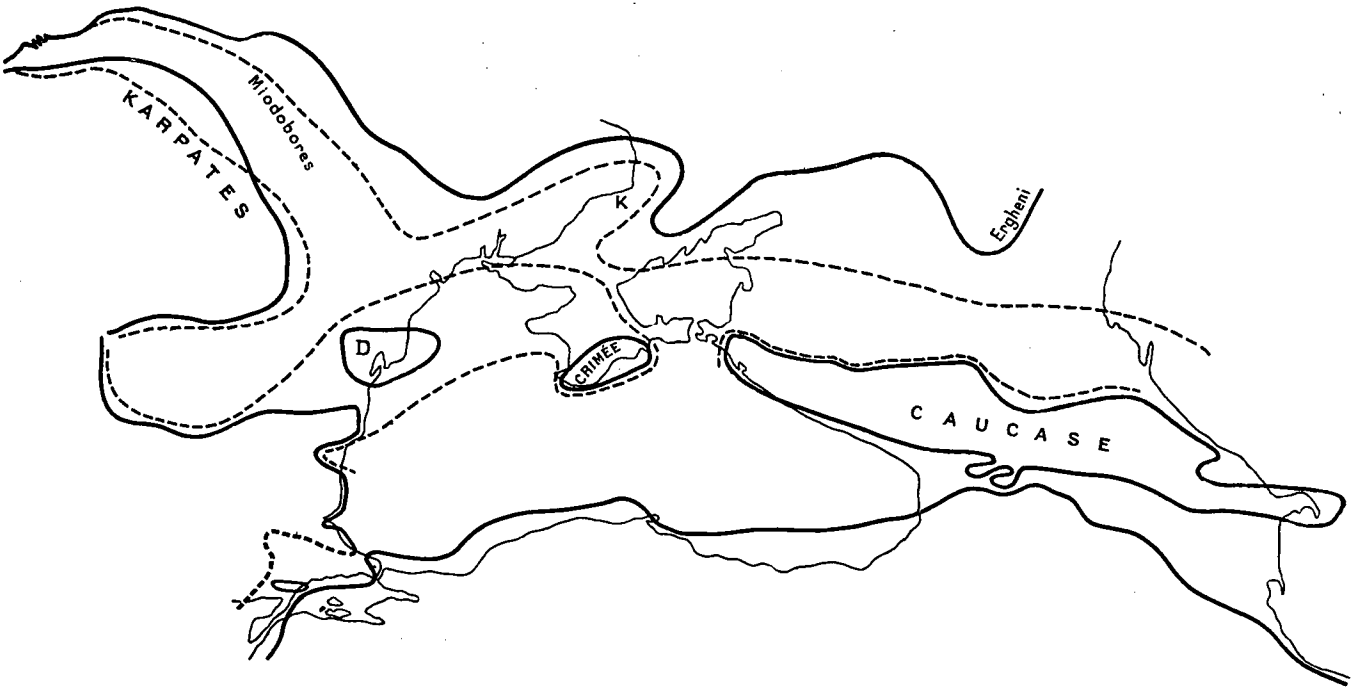


Fig. 444. — Carte schématique représentant l'extension des mers dans la région pontique au Vindobonien (d'après N. Androussow).

D, massif de la Dobrogea; K, baie de la Konka.

– – – – – – – – extension de la mer au moment du dépôt des couches de Tchokrak; ———— extension de la mer sarmatienne.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

concordance à des marnes sans fossiles, représentant tout le Tongrien et le Néogène inférieur et concordantes elles-mêmes avec des marnes bartoniennes. Au-dessus vient le *calcaire de Tchokrak*, qui se présente sous trois faciès différents : 1° calcaire détritique et sables à *Lucina Dujardini, Ervilia præpodolica, Donax tarchanensis, Cardium multicostatum, Tapes tauricus, Trochus, Cerithium Catleyæ, Nassa Dujardini;* 2° calcaire à Bryozoaires, avec *Avicula, Pecten, Arca, Chama, Venerupis, Balanus;* 3° argiles verdâtres à *Spirialis*, petites *Leda, Nassa restitutensis*. La série vindobonienne marine se termine par des couches à *Spaniodon Barboti, Mohrensternia, Pholas, Pectinariopsis.*

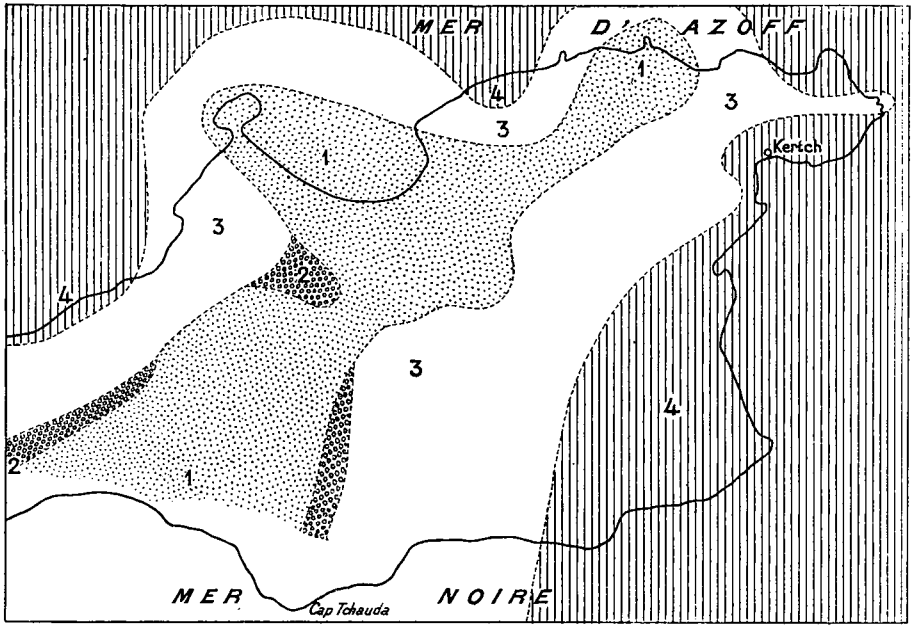


Fig. 445. — Carte représentant la répartition horizontale des faciès de la subdivision *b* de l'étage Sarmatien dans la presqu'île de Kertch, Crimée (d'après N. Androussow).

1, sables et calcaires détritiques; 2, calcaires à *Nubecularia;* 3, calcaires à *Vincularia;* 4, calcaire marneux.

Le calcaire de Tchokrak (fig. 444) et les couches à *Spaniodon* se retrouvent dans le territoire du Kouban, faisant suite à des marnes à *Spirialis* et *Meletta*. Dans la Crimée occidentale, des marnes blanches à *Spaniodon Barboti* et *Pentacrinus Inkermannensis* reposent directement sur le Nummulitique.

Dans la presqu'île de Kertch, les couches à *Spaniodon* supportent en concordance le Sarmatien, dont le type a été pris précisément par E. Suess [61] dans la Russie méridionale, après que Barbot de Marny eût reconnu l'identité de cette formation avec les couches à Cérithes du bassin de Vienne. Nous commencerons l'étude de ce sous-étage par la presqu'île de Kertch, où il a fait, de la part d'Androussow [124-130], l'objet de recherches d'un intérêt capital. Depuis Abich, on distingue, dans le Sarmatien de cette presqu'île, 4 subdivisions, sujettes à de grandes variations de faciès. Ce sont les suivantes :

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

a) argiles feuilletées brun foncé, avec concrétions de sphérosidérite, peu fossilifères : *Modiola nivicula, Tapes vitaliana, Ervilia podolica, Mactra vitaliana, Cardium protractum, Bulla Lajonkaireana.*

b) subdivision représentée par 4 faciès distincts (fig. 445) :

1° sables, avec bancs de calcaires détritiques, développés surtout dans la région centrale de la presqu'île et renfermant des Foraminifères benthoniques, *Mactra vitaliana, Tapes gregaria, Donax Hœrnesi, Solen subfragilis, Cardium Fittoni;*

2° marnes, développées principalement sur la côte est, avec Foraminifères, *Modiola volhynica, Denysiana, Tapes vitaliana, Cryptomactra pes anseris, Cardium Barboti, papyraceum, Loveni, Nassa Verneuili, substriatula, Phasianella Kichenaviæ, Delphinula squamosospinosa, Acmæa angulata, compressiuscula;*

3° calcaires à Bryozoaires, passant latéralement au faciès précédent, dont ils renferment la faune, avec en plus de nombreux Bryozoaires (*Vincularia*);

4° calcaires remplis de Foraminifères du genre *Nubecularia*, associés quelquefois à *Mactra vitaliana, Trochus Omaliusi, Nassa Verneuili;*

c) argiles feuilletées blanchâtres, avec frustules de Diatomées, spicules de Spongiaires, empreintes de *Clupeidæ;* marnes à ciment et argiles feuilletées grisâtres, avec *Mactra caspia* et ossements de *Cetotherium*, remplacées localement par des calcaires oolithiques;

d) calcaire construit, récifal, constitué par des colonies de Bryozoaires (*Membranipora reticulosum*) (fig. 446).

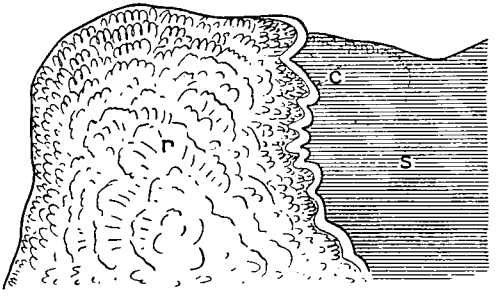


Fig. 446. — Coupe d'un récif de Bryozoaire sarmatien. Akra, presqu'île de Kertch, Crimée (d'après N. Andrussow).

r, récif; *c*, croûte externe; *s*, schistes argileux gris foncé.

Il est manifeste, d'après les espèces citées, que le Sarmatien de la presqu'île de Kertch est beaucoup plus marin que celui des environs de Vienne. Les Cérithes, en particulier, y font totalement défaut.

Les dépôts sarmatiens du versant septentrional du Caucase [126] ont les plus grandes analogies avec ceux de la presqu'île de Kertch. Ceux de la Crimée centrale et occidentale sont presque exclusivement formés de calcaires, quelquefois transgressifs, qui s'appuient régulièrement au sud sur les terrains nummulitiques et crétacés de la chaîne Taurique.

Dans la baie de la Konka, le Sarmatien est transgressif et repose soit sur le Nummulitique, soit sur les terrains cristallins, de sorte que l'on doit admettre une dénudation intense des dépôts vindoboniens au moment de l'arrivée de la mer sarmatienne. Les sédiments sont tantôt des calcaires, tantôt des sables et des argiles. Les couches inférieures sont caractérisées par *Ervilia podolica* et *Syndesmia apelina;* les couches moyennes, par *Cardium Fittoni* et *Mactra Fabreana;* les couches supérieures, par *Mactra caspia.*

La mer sarmatienne pénétrait vers le N.W. dans un *golfe galicien*, qui s'étendait sur la Bessarabie, la Podolie, la Galicie orientale, la Volhynie et la Pologne méridionale, jusqu'à Cracovie. Dans la direction du S.W., elle s'éloignait du bord des Karpates et ne dépassait pas Leopol. Par contre, elle débordait vers le N. E. au delà des limites occupées par les dépôts tortoniens. Les sédiments sont principalement calcaires et la profondeur des eaux était moindre que dans la presqu'île de Kertch. Les travaux de Sinzow, d'Iwanov et de Laskarev ont conduit à distinguer, dans ce Sarmatien, les subdivisions suivantes, conformes à celles qu'Andrussow a reconnues en Crimée :

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

a) couches à *Ervilia podolica;*

b) couches à *Nabecularia*, quelquefois avec mélanges d'espèces d'eau douce dans la partie supérieure;

c) couches à *Mactra caspia* et Mollusques d'eau douce (*Unio*, *Vivipara*), absentes dans la partie septentrionale du golfe.

Nous nous occuperons plus tard du golfe Dacique d'Androussow, par lequel, à l'époque Sarmatienne, la mer « Euxinique » se prolongeait vers l'ouest.

L'étage Pontien, comme son nom l'indique, est non moins bien développé dans la Russie méridionale que l'étage Sarmatien. C'est ici que le terme a été employé pour la première fois dès 1842 par Le Play; c'est ici que son application a été strictement limitée par Androussow à un ensemble de couches très restreint; c'est ici aussi que le même géologue a étendu son acception à toutes les couches supérieures au Sarmatien (= *Pannonique* Lörenthey) présentant le faciès saumâtre particulier — appelé *aralo-caspien* et caractérisé par la présence des Congéries — qu'affectent, dans la Russie méridionale, les couches pour lesquelles le nom de couches pontiques a été créé. Androussow distingue ainsi 5 « étages pontiques » successifs, dont le plus élevé appartient au Quaternaire et dont les 4 autres ont reçu de divers auteurs les dénominations suivantes [124] :

1er étage pontique = Méotique ou Méotien (Androussow);

2e étage pontique = Pontien s. str.;

3e étage pontique = Dacien (Teisseyre) ou Cimmérien (Androussow);

4e étage pontique = Levantin s. str. [1].

Les trois premiers étages correspondent à l'étage Pontien, tel qu'il a été défini par E. Suess et tel qu'il est compris dans le présent ouvrage. Nous leur assignerons ici le rang de sous-étages. Le 4e étage doit seul être attribué au groupe Néogène supérieur.

Le sous-étage Méotien a été créé par Androussow pour de véritables couches de passage entre le Sarmatien et le Pontien proprement dit, sur lesquelles Sinzov avait tout d'abord attiré l'attention. Dans la presqu'île de Kertch, il est constitué par le *calcaire de Kertch*, formation organogène, détritique, composée surtout de débris de coquilles. Androussow y distingue les subdivisions suivantes [124, 125] :

1° argiles gris bleu à *Syndesmia tellinoides*, déposées autour de récifs de *Membranipora lapidosa*, datant de l'époque sarmatienne;

2° pierre à bâtir, avec bancs meubles très fossilifères, renfermant *Modiola volhynica*, *Venerupis Abichi*, *Dosinia mæotica*, *Potamides disjunctoides*, *Mohrensternia subinflata*, *Cælacanthia quadrispinosa*, *Mæotidia buccinella*, *Hydrobia panticapæa;*

3° marnes calcaires grisâtres, avec *Venerupis Abichi*, *Cardium Mithridatis*, *Ervilia minuta*, *Planorbis*, *Limnæa;*

4° calcaire meuble ou oolithique, très fossilifère, avec *Congeria panticapæa*, *Tournoueri*, *Syndesmia tellinoides*, *Littorina præpontica*, *Hydrobia trochus*, *striatocarinata*, *laminatocarinata*, *Pyrgula pagodæformis*, *margaritæformis*, *Micromelania bosphorana*, *striata*, *carinata*, *Membranipora reticulum;*

5° alternances d'argiles sableuses, de marnes et de sables calcaires, avec grands *Helix* et restes de Poissons;

6° calcaire meuble, blanc, constitué par une accumulation de coquilles des espèces suivantes : *Congeria novorossica*, *navicula*, *modiolopsis*, *Tournoueri*, *oxyrhyncha*, *Neritodonta*

1. Le nom de « Levantin » s'applique bien mieux à un faciès qu'à un étage. C'est le faciès d'eau douce, à Paludines et à Unios du groupe Néogène supérieur. Le 4e étage, à faciès pontique, devra recevoir un nom nouveau.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

simulans, Pyrgula striata, purpurina, Micromelania turritissima, striata, aberrans, Sandria alava, Valvata variabilis.

Cette succession montre très nettement la dessalure graduelle des eaux de la mer dont faisaient partie les environs de Kertch. Les espèces marines sont encore prédominantes dans les couches inférieures, où elles sont associées à des espèces saumâtres; celles-ci deviennent prépondérantes dans les couches moyennes; dans les couches supérieures, les espèces d'eau douce, absentes dans les couches inférieures, constituent près du tiers du nombre total des espèces.

De l'autre côté du détroit de Kertch, dans la presqu'île de Taman, les couches méotiennes sont beaucoup plus argileuses. On y trouve des Diatomées, des spicules de Spongiaires et des Bryozoaires, formant de petits récifs. Les Mollusques sont représentés par les mêmes espèces que dans la presqu'île de Kertch.

Dans la Crimée occidentale, les couches méotiennes sont bien représentées au nord de Karassou-bazar et sur le plateau de Tarchankout. Elles manquent dans la région de Simphéropol.

Dans le gouvernement de Kherson et en Bessarabie, une émersion, suivie de ravinement, a eu lieu, d'après Sokolow, entre le dépôt du Sarmatien et celui des calcaires poreux, jaunâtres, à *Dosinia exoleta, Cerithium disjunctum, rubiginosum*, qui représentent la partie inférieure de l'étage Méotien. La partie supérieure est constituée par des couches d'eau douce, caractérisées, d'après Sinzov [125], par *Unio sub-Neumayri, novorossica, flabellata, Vivipara Barboti, Planorbis Mantelli, Thiollierei*, espèces qui, sauf les deux dernières, diffèrent aussi bien de celles du Sarmatien d'eau douce (*Unio sub-Hœrnesi, Partschi, Vivipara novorossica*) que de celles du Pontien.

L'étage Méotien fait totalement défaut dans la région correspondant au golfe galicien de la mer sarmatienne. En revanche, il existe en Moldavie, où nous aurons bientôt l'occasion de l'étudier.

Le sous-étage Pontien (s. str.) comprend, dans la presqu'île de Kertch, les couches inférieures de Kamych Bouroun [124], constituées par des faluns, des sables gris, des calcaires caverneux, des marnes ou des argiles à *Valenciennesia*, des sables fins, etc. Sa faune se compose presque exclusivement de formes saumâtres, appartenant à des genres dits aralo-caspiens. Andrussow cite notamment les espèces suivantes : *Dreissensia rostriformis, anisoconcha, Theodori, angusta* var., *Congeria subcarinata, subrhomboidea, Dreissensiomya aperta, Cardium carinatum, subdentatum, Bayerni, Abichi, squamulosum, Steindachneri, subsyrmiense, subcarinatum, Valenciennesia annulata, Vivipara achatinoides.*

Le sous-étage Dacien (= Cimmérien), le 3e étage Pontique d'Andrussow, est représenté, dans la presqu'île de Kertch, par les couches supérieures de Kamych-Bouroun, argiles ferrugineuses, alternant avec des lits de fer oligiste et des bancs riches en coquilles d'assez grande taille, très bien conservées. La faune, comme le montre la liste suivante, possède un certain nombre d'espèces communes au sous-étage Pontien : *Dreissensia rostriformis, angusta, Huoli, decipiens, Theodori, Dreissensiomya Fuchsi, Pisidium globula, Cardium acardo, edentulatum* (fig. 447), *Duboisi, multistriatum, crassatellatum, planum, modiolare, subsyrmiense, Bayerni, squamulosum, macrodon, Valenciennesia annulata, Vivipara Duboisi, Limnæa vetulina, Neritona Brusinai.*

En Bessarabie, les deux sous-étages supérieurs sont représentés par le *calcaire des Steppes*, ou *calcaire d'Odessa*, dont la faune est encore insuffisam-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

ment connue et qui débute par des sables et des argiles renfermant *Unio maxima* et des *Vivipara*.

Le GROUPE NÉOGÈNE SUPÉRIEUR est représenté dans la Russie méridionale par deux faciès, le faciès pontique et le faciès levantin.

Le 4e étage Pontique d'Androussow a été établi par ce géologue pour les *couches du cap Tchaouda* [129], qui constituent, à l'est de Theodosia, un lambeau isolé de calcaires poreux jaunâtres, alternant avec des sables siliceux, dont la couche supérieure a fourni *Dreissensia polymorpha* (espèce actuelle), *Tchaudæ*, *Cardium crassum*, *Cazecæ*, *Tchaudæ*.

Le faciès levantin [130], dont nous trouverons des représentants beaucoup plus complets dans d'autres régions, a été rencontré par Bogatcheff sur les bords du Sal, dans le bassin du Don, sous la forme de sables fluviatiles à *Pisidium jassyense*, *Unio maxima*, *rumana*, *Vivipara balatonica;* puis, par Grigorovitch-Beresovsky, dans le sud de la Bessarabie, c'est-à-dire dans le prolongement direct des couches à Paludines de Roumanie, dont il sera question plus loin.

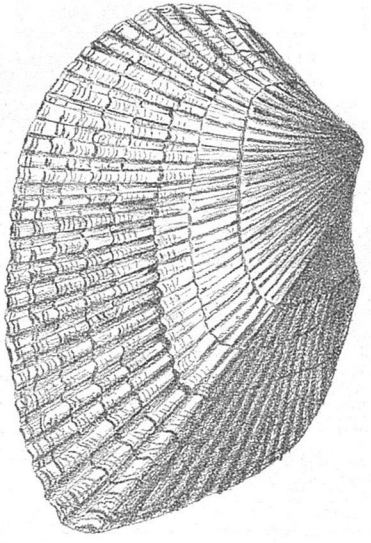


Fig. 447. — *Cardium* (*Adacna*) *edentulatum* (d'après DESHAYES).

Dacien. Kamych-Bouroun, Crimée.

La présence de ce faciès fluviatile dans des régions qui, à l'époque Pontienne, étaient encore occupées par des lagunes, montre avec évidence qu'à la fin de l'époque Néogène la mer Noire dépassait à peine ses limites actuelles.

Le 5e étage Pontique d'Androussow doit être attribué au Quaternaire.

Bord oriental du massif de Bohême. — Nous avons suivi les dépôts néogènes sur le bord méridional du massif de Bohême jusqu'à Brünn, où ils constituent en même temps le bord septentrional du bassin extraalpin de Vienne. On a vu plus haut que les deux étages méditerranéens sont représentés dans le Sud de la Moravie. L'étage supérieur seul se retrouve au nord de Brünn. Il pénètre profondément dans l'intérieur de la Bohême, en suivant jusqu'à Wildenschwert le sillon de Boskowitz, dirigé d'abord N.-S., puis N.W.-S.E., et long d'environ 85 km.

Il comprend ici des calcaires, analogues au calcaire de la Leitha, intercalés dans des couches d'argile, identiques au Tegel du bassin intraalpin et d'une richesse extraordinaire en Foraminifères, en Zoanthaires, en Ostracodes, en Gastéropodes (*Pleurotoma*, *Cancellaria*, *Fusus*, *Murex*, *Buccinum*, *Columbella*, *Mitra*), en otolithes de Poissons [131, 132].

Les lambeaux de ces couches vindoboniennes, qui ont échappé à la dénudation, atteignent une altitude d'environ 430 m [0,22].

Les dépôts néogènes jalonnent ensuite la ligne suivant laquelle les Sudètes s'enfoncent sous le bord externe des Karpates. Ils franchissent la ligne de partage des eaux de l'Europe à l'altitude de 310 m et gagnent ainsi la vallée de l'Oder. Au-dessus du bassin houiller d'Ostrau et de Karwin, ils prennent un développement tout particulier, sous la forme de Schlier et de Tegel,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

d'une part, de couches littorales de l'autre [133]. Les relations stratigraphiques de ces divers termes sont encore insuffisamment connues.

Le Néogène moyen s'étend vers le nord jusque dans la Silésie prussienne. Ses termes inférieurs ont été atteints par des sondages. Ce sont, comme dans le bassin de Vienne, des argiles, correspondant au Schlier, et des couches à Cérithes, envisagées par Oppenheim [134 *bis*] comme l'équivalent des couches de Grund. Puis viennent le Tortonien, avec ses deux faciès habituels, le Tegel et le calcaire de la Leitha, tous deux très fossilifères [134]. La série se termine par des minerais de fer et des lignites à *Anodonta* et *Prox furcatus*.

Karpates septentrionales. — En avant de la zone subbeskide, la plus externe des nappes charriées des Karpates septentrionales, se trouve une zone autochtone de terrains néogènes, en grande partie cachée par les terrains quaternaires qui les séparent de ceux du plateau Podolien. Tantôt ces terrains sont plissés et chevauchés par les terrains nummulitiques ou crétacés

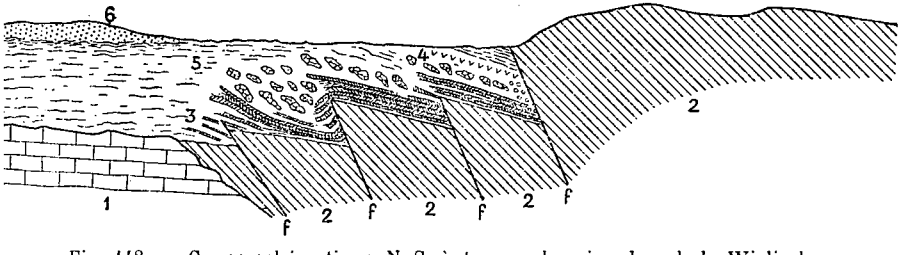


Fig. 448. — Coupe schématique N.-S. à travers la mine de sel de Wieliczka (d'après Niedzwiedzki).

1, Jurassique sup^r; grès des Karpates; 3, couches salifères plus ou moins disloquées; 4, argile rouge; 5, argiles gypsifères; 6, sables de Boguczic. *f*, *f*, chevauchements.

de la zone Subbeskide, tantôt ils sont restés presque horizontaux et s'étendent transgressivement sur le bord de cette zone [XXXVI, 53, 54].

C'est dans ces terrains néogènes que se trouvent les célèbres mines de sel de Wieliczka, au S.E. de Cracovie, exploitées très activement depuis le Moyen Âge. Grâce aux nombreuses galeries, on connaît aujourd'hui les conditions stratigraphiques et tectoniques du gisement et l'on est en possession de documents paléontologiques qui permettent d'en préciser l'âge [135-137].

Nulle part le soubassement du sel n'a été atteint par les travaux, mais plus à l'ouest un sondage a rencontré des calcaires jurassiques, sur lesquels s'appuie directement la formation salifère. Comme ces calcaires affleurent un peu plus loin, Niedzwidzki suppose que ce sont eux qui limitaient au nord la longue dépression Subkarpatique dans laquelle s'est effectuée la précipitation du sel.

La partie la plus ancienne du gîte de Wieliczka est formée par des alternances répétées d'argile gris foncé, de grès salifère, de sel gemme très pur, de sel mêlé de sable et d'argile, d'anhydrite et de gypse. Tout cet ensemble est fortement disloqué (fig. 448), sans doute grâce à des failles inverses du substratum, qui ont rejoué après le dépôt de la formation salifère. La partie supérieure est constituée par une argile salifère, renfermant des blocs immenses de sel vert, à gros grain, et des fragments de grès karpatiques.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Les couches inférieures renferment en assez grand nombre, dans le sel même, des calices d'un Zoanthaire, *Caryophyllia salinaria* [137], ainsi que des fragments ou des exemplaires usés, corrodés de Foraminifères, de Bryozoaires, de Mollusques et de Crustacés de petite taille. Niedzwiedzki pense que ces animaux ont vécu en dehors de la lagune et que leurs restes y ont été entraînés, soit par des courants marins, soit par le vent. Les couches supérieures bréchoïdes ont fourni des Foraminifères et des Ostracodes très nombreux.

On s'est basé sur la présence de *Pecten denudatus* et de *Solenomya Doderleini* pour assimiler la formation salifère de Wieliczka au Schlier du bassin extraalpin, par conséquent à l'Helvétien inférieur. Il y a lieu cependant de remarquer que *Solenomya Doderleini* n'a été vu par Reuss [133] qu'en un seul exemplaire et que cette espèce existe également, quoique très rare, dans le Tegel du bassin intraalpin de Vienne. Presque tous les Foraminifères se rapportent à des espèces tortoniennes et la plupart des Mollusques sont également caractéristiques du Tortonien de Vienne, comme par exemple *Limopsis anomala*, *Leda fragilis*, *Nucula nucleus*, *Cardita scalaris*, *Lucina exigua*, *Trochus patulus*, *Turbonilla gracilis*, *pusilla*, *Bulla conulus*. *Spaniodon nitidus* se retrouve, dans la Nouvelle-Russie, dans des couches assez élevées du Vindobonien. Enfin, *Ervilia podolica* est une espèce sarmatienne. Dans ces conditions, l'attribution de la formation salifère subkarpatique au Tortonien paraît indiscutable. On se souvient du reste que c'est aussi à ce sous-étage qu'appartiennent les couches du 2e étage méditerranéen de Pologne, de Volhynie et de Podolie; il est dès lors tout à fait rationnel d'envisager les gîtes salifères comme un faciès latéral lagunaire de ces formations marines.

Le gîte de Bochnia [136], situé à environ 25 km à l'est de celui de Wieliczka, est constitué par des argiles salifères, redressées verticalement, qui renferment de grandes masses lenticulaires de sel gemme. Les argiles ont fourni en abondance des Foraminifères, parmi lesquels *Globigerina bulloides* et *Orbulina universa* sont tout à fait prédominants. On y trouve en outre des coquilles de Ptéropodes : *Spirialis valvatina*, *Vaginella depressa*, *Cleodora spina*. C'est là un exemple frappant de la possibilité qu'ont les organismes planctoniques de pénétrer dans les lagunes; on peut le soumettre aux méditations des géologues qui n'hésitent pas à qualifier d'abyssal tout dépôt qui renferme des Globigérines ou des Ptéropodes.

Les couches salifères de Wieliczka et de Bochnia sont recouvertes en concordance parfaite par une formation argileuse ou sableuse, dans laquelle on a rencontré, à Grabowiec, *Heliastræa Reussiana*, *Ostrea digitalina*, *Pecten Besseri*, *elegans*, *Arca diluvii*, *Nucula sulcata*, *Lucina columbella*, *Cardita Jouanneti*, *Venus multilamella*, *Corbula gibba*, *Trochus patulus*, *Natica millepunctata*, *Turritella subangulata*, *Conus Dujardini*. C'est encore une faune tortonienne.

A Boryslaw [138], les argiles salifères, concordantes avec les schistes ménilitiques tongriens et fortement plissées, sont imprégnées de naphte et elles renferment en outre, dans leur partie supérieure, des masses considérables d'ozocérite. Ce mélange de divers carbures d'hydrogène remplit également de larges fissures, qui ont été improprement qualifiées de filons.

Karpates roumaines. — La zone néogène Subkarpatique se poursuit de Galicie, à travers la Bukowine, en Roumanie, où elle suit une vaste courbe à concavité dirigée à l'ouest, parallèle, par conséquent, à celle que décrit l'arc Karpatique.

En Moldavie, nous retrouvons la FORMATION SALIFÈRE dans le district de Bacău [141], où elle occupe une zone large de 20 à 25 km, distincte d'une

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

autre formation salifère, d'âge nummulitique, située dans la zone du Flysch. Elle comprend surtout des schistes argileux, des sables et des grès argileux, quelquefois imbibés de pétrole, des bancs de gypse et, au sommet, des tufs dacitiques très développés. Un niveau de marnes, immédiatement inférieur à ces tufs, renferme en abondance *Orbulina universa*, des Globigérines et d'autres Foraminifères. Sur les deux bords de la zone, on observe des faciès littoraux de la formation salifère : à l'ouest, ce sont des brèches calcaires et des calcaires à *Lithothamnium*, *Arca barbata*, etc., alternant avec les tufs dacitiques; à l'est, ce sont des brèches et des conglomérats, adossés contre la crête tongrienne de Petricica, qui séparait vraisemblablement la lagune salifère de la haute mer, dont les dépôts nous sont connus en Bessarabie. Les conditions de sédimentation offraient donc une certaine analogie avec celles de la formation salifère de Galicie. L'âge de la formation semble d'ailleurs être le même dans les deux pays.

En Valachie, la zone Subkarpatique prend un grand développement dans la Munténie et les terrains néogènes y acquièrent un intérêt tout particulier, en raison des gîtes de sel et de pétrole qu'ils renferment.

La *formation salifère* comprend les mêmes éléments lithologiques que dans le district de Bacău. On y rencontre, en outre, des conglomérats à éléments granitiques et cristallophylliens et le sel prend quelquefois une importance capitale, comme par exemple à Slănic, où il se présente en couches stratifiées d'une grande pureté, alternant régulièrement avec des lits noirâtres, dont la présence est due à une poussière fine, argileuse, de transport éolien [141]. Des calcaires à *Lithothamnium* se retrouvent ici aussi au sommet de la série.

La formation salifère, dont la base n'est visible nulle part, constitue le soubassement autochtone des nappes karpatiques. Elle atteint plusieurs centaines de mètres d'épaisseur et est fortement plissée.

Dans la dépression Gétique, qui fait suite, à l'ouest de la Dambovița, à la dépression Subkarpatique, les dépôts nummulitiques servent de substratum à la formation salifère, qui débute ici par un conglomérat de base et comprend les mêmes éléments lithologiques que dans l'Est.

Le Sarmatien forme, dans tout l'Est de la Moldavie, un grand plateau, continu avec celui de la Bessarabie, où il se présente en couches horizontales et avec le même faciès que dans la Russie méridionale. Dans la zone Subkarpatique, il a subi, par contre, les mêmes plissements que la formation salifère, à laquelle il est relié par des passages insensibles. Ce sont tantôt des calcaires, tantôt des sables et des grès qui prédominent. On retrouve, aussi bien en Moldavie qu'en Munténie, les espèces caractéristiques de l'étage et, en particulier, *Modiola marginata*, *Cardium protractum*, *obsoletum*, *Ervilia podolica*, *Mactra caspica*, *Trochus podolicus*.

Le Pontien, avec ses trois sous-étages, se rencontre, au pied des Karpates, depuis le district de Bacău, à l'est, jusque dans l'Olténie, à l'ouest. Il est souvent concordant avec le Sarmatien, mais il est également transgressif, de sorte qu'il pénètre dans la zone du Flysch, s'étendant en discordance par-dessus les nappes, auquel cas il débute par un conglomérat dépourvu d'éléments cristallins. Dans la Munténie, W. Teisseyre [142] a reconnu dans le Pontien la succession suivante :

Méotien. Marnes, sables, grès et oolithes, avec les faciès suivants :

1° faciès à *Dosinia exoleta* et Cérithes, principalement développé à la base du sous-étage;

2° faciès à *Helix* et Unios (*Unio subatava*, *subrecurva*);

3° faciès à *Congeria novorossica* et *panticapæa*, localisé à la partie supérieure.

Pontien s. str. Pas de subdivisions paléontologiques en horizons, plusieurs faciès coexistants et alternant fréquemment :

1° couches à *Dreissensia gibba*, *rostriformis*, *decipiens*, *Dreissensomya Fuchsi*, *aperta*, avec grands *Cardium* à côtes plates (*C. carinatum*, *squamulosum*, etc.) et *Vivipara Popescui*;

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

2° couches à *Dreissensia simplex*, *græcata*, avec petits *Cardium* à côtes plates (*Cardium novorossicum*), *Cardium simplex*, *Stylodacna stenopleura*, *Lithoglyphus Neumayri*, *Vivipara Neumayri*, *Melanopsis alutensis;*

3° couches argileuses à *Valenciennesia Reussi* et *Cardium* à côtes saillantes (*C. Lenzi*, *Abichi*, *syrmiense);*

4° faciès mixte à *Valenciennesia Reussi*, *Congeria rhomboidea*, *rumana*, *Dreissensia rostriformis*, *Fuchsi* et *Cardium* des faciès 1 et 2;

5° faciès d'eau douce, localisé dans le golfe de Slänic.

Dacien. Plusieurs faciès coexistants :

1° faciès caspien à *Congeria botenica*, sans Psilodontes (*Cardiidæ* à test épais);

2° faciès subcaspien à Congéries et Psilodontes;

3° couches inférieures à *Psilodon* ou *Prosodacna Haueri*, *Porumbarui*, *Berti*, *Stylodacna orientalis*, *Heberti*, *Cardium pseudocatillus;*

4° couches supérieures à *Psilodon* ou *Prosodacna Euphrosinæ*, *Vivipara Woodwardi*, *argesiensis*, *transitoria*, *Melanopsis Sandbergeri;*

5° faciès lacustre à *Vivipara bifarcinata.*

Tandis que dans la presqu'île de Kertch le faciès pontique à Congéries persiste pendant toute la durée de l'étage, ici on assiste à une dessalure progressive et à une substitution, à la faune pontique saumâtre, d'une faune exclusivement lacustre. De plus, le passage graduel d'un faciès à l'autre ne s'opère pas seulement dans le sens vertical, il a lieu également dans le sens horizontal, grâce à des variations dans les conditions de milieu qui se manifestent dans la dépression subkarpatique.

A l'époque du Néogène supérieur, on ne rencontre plus que des formations lacustres et fluviatiles, connues sous le nom de Levantin. Ce sont des *couches à Paludines*, qui, par places, se sont déposées dès le Dacien. On y trouve notamment *Vivipara bifarcinata*, *Lithoglyphus decipiens*, *Dreissensia polymorpha*, *Unio slanicensis*, *recurva*, *Sturdzæ*, *Melanopsis Sandbergeri.*

Les dépôts levantins sont bien développés en Olténie, où ils sont transgressifs, le Pontien faisant défaut. Sabba Stefanescu [136] y distingue :

1° un horizon de marnes et argiles inférieures, avec *Unio lenticularis*, *Vivipara bifarcinata*, *Valvata balteata;*

2° un horizon de sables, avec *Unio procumbens*, *Prominula*, *Vivipara craiovensis*, *turgidula*, *Neritina Pilidei*, *Melanopsis rumana;*

3° un horizon de marnes et argiles supérieures, avec *Unio Porumbarui*, *Vivipara transitoria*, *bifarcinata*, *Melanopsis narzolina*, *Porumbarui.*

Les faunes de Mollusques des couches pontiennes et levantines de Roumanie ont fait l'objet d'excellents travaux de la part de Tournouër, Cobalcescu, Fontannes, Porumbaru, Sabba Sefanescu [140], Teisseyre [142], etc., qui permettent aujourd'hui d'établir des parallélismes assez rigoureux entre les terrains néogènes supérieurs de ce pays et ceux des régions voisines.

Toute la série concordante des terrains néogènes de la zone subkarpatique a été fortement plissée après son dépôt. Cette constatation est extrêmement importante pour l'explication de la genèse des gîtes pétrolifères. En effet, la roche mère du pétrole est, d'après Mrazec [144], la formation salifère, et c'est grâce aux dislocations intenses qu'ont subies les terrains néogènes que les hydrocarbures se sont trouvés sous une tension qui leur a imprimé un mouvement d'ascension, et que, sur les lignes de moindre résistance, les conditions les plus favorables à leur migration se sont trouvées réalisées. C'est ainsi que toutes les roches sableuses du Néogène et du Nummulitique, mais tout particulièrement le sous-étage Méotique, ont pu se trouver imprégnées de pétrole, dont la présence n'est donc pas liée exclusivement

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

à un niveau déterminé. Grâce à ce concours de circonstances, la zone subkarpatique est devenue une des régions pétrolifères les plus riches du monde et son exploitation intensive (pl. CXXIX, 1, 2) n'est pas une des moindres causes de l'énorme essor économique qu'a pris la Roumanie dans le dernier quart de siècle.

Dobrogea et Bulgarie orientale. — Les terrains néogènes se poursuivent sous les dépôts quaternaires de la plaine du Bas-Danube. Ils reparaissent sur son bord méridional, dans l'Est de la Bulgarie. Le Sarmatien seul est représenté dans la Dobrogea.

Aux environs de Varna [144], le VINDOBONIEN repose directement sur les grès nummulitiques (p. 1497). Il comprend des argiles sableuses à *Lucina Dujardini* et autres Mollusques; des couches très fossilifères, identiques aux couches de Tchokrak et des grès à *Spaniodon Barboti* et *Andrussowi*. C'est exactement la répétition des faciès du type crimo-caucasien.

Le SARMATIEN repose, dans l'Est de la Bulgarie, soit sur les couches à *Spaniodon*, soit sur les couches inférieures du Vindobonien, soit sur le Nummulitique. Il est constitué par des calcaires oolithiques, des calcaires grossiers, des grès et des argiles. Il renferme surtout des Foraminifères et les Mollusques caractéristiques de l'étage.

Dans la Dobrogea, des calcaires oolithiques à *Tapes* et *Mactra* reposent transgressivement sur les divers termes du Crétacé ou sur des terrains encore plus anciens.

Les étages supérieurs au Sarmatien manquent sur la côte occidentale de la mer Noire.

Transylvanie. — Nous avons déjà résumé (p. 1500), d'après A. Koch, la succession des dépôts nummulitiques du bassin Transylvanien. Le même auteur a également consacré aux dépôts néogènes de ce bassin un mémoire très important [146]. La succession suivante, qui est une des plus complètes que l'on connaisse en Europe, y est décrite avec les plus grands détails.

AQUITANIEN. Les couches de Zoombor, par lesquelles se termine l'étage Chattien, supportent en concordance les *couches de Puszta-Szent-Mihaly*, qui représentent l'étage Aquitanien. Ce sont des alternances de grès et d'argiles bariolées, avec lits de lignites. On y trouve *Ostrea aginensis, Mytilus Haidingeri, Cyrena Brongniarti, Melanopsis Hantkeni* [1].

BURDIGALIEN. Cet étage comprend les deux termes suivants :

1° *couches de Korod* : sables très fossilifères, avec *Anomia costata, Pecten solarium, Leda fragilis, Arca Fichteli, Pectunculus Fichteli, Corbula gibba, Cardium Kübecki, Lucina borealis, Venus multilamella, umbonaria, Tapes vetula, Dentalium badense, Natica burdigalensis, Turritella turris, Proto cathedralis, Cerithium margaritaceum, Fusus burdigalensis, Ficula condita, Tudicla rusticula, Voluta rarispina, Buccinum Veneris.*

2° *couches de Hidalmás* : argiles très riches en Foraminifères (*Gaudryina, Nodosaria, Marginulina, Robulina, Bulimina, Globigerina, Rotalina*), avec *Ostrea cyathula, Pecten Holgeri, Malvinæ, Cytherea erycinoides, Lucina columbella, Pholadomya alpina, Turritella turris, Nerita Grateloupiana, Cerithium margaritaceum, plicatum, bidentatum, papaveraceum, bicinctum, Pleurotoma ramosa, Tudicla rusticula, Pyrula condita, Fusus burdigalensis, Buccinum Veneris, Aturia Aturi.*

VINDOBONIEN. A. Koch distingue dans cet étage, à défaut de divisions chronologiques, deux faciès contemporains :

1° un faciès bathyal, les *couches de Mezöség;* tufs dacitiques, conglomératiques, transgressifs dans la région de Cluj, marnes jaunâtres et gris bleu avec intercalations lenti-

1. Des dépôts aquitaniens, très riches en lignites, existent également dans le Sud de la Transylvanie, aux environs de Hatzeg et dans la vallée de Zsily. Ils reposent directement sur les Schistes Cristallins. On y rencontre un mélange de Mollusques tongriens et néogènes et la flore possède encore de grandes affinités avec les flores oligocènes.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

culaires de sel, Foraminifères (Globigérines) et Ostracodes nombreux, rares Mollusques (*Ostrea cochlear*, *Erycina truncata*, *Lucina dentata*, *Tellina ottnangensis*, *Moitessiera acicula*, *Turritella turris*, *Turbonilla pusilla*);

2° un faciès néritique développé sur les bords du bassin et comprenant des conglomérats, des calcaires et des marnes sableuses, ces dernières extraordinairement fossilifères à Lapugy, où l'on a recueilli, d'après Koch, 385 espèces de Foraminifères, 37 de Zoanthaires, 236 de Lamellibranches (18 *Venus*, 16 *Cardium*, 35 *Lucina*, 12 *Cardita*), 698 de Gastéropodes (11 *Trochus*, 11 *Scalaria*, 29 *Cerithium*, 104 *Pleurotoma*, 25 *Cancellaria*, 23 *Fusus*, 30 *Murex*, 16 *Triton*, 44 *Buccinum*, 39 *Mitra*, 45 *Conus*), 41 d'Ostracodes. Les espèces les plus communes sont *Turritella subangulata*, *turris*, *bicarinata*, *Cerithium scabrum*, *minutum*, *Neritopsis radula*, *Natica helicina*, *Chenopus alatus*, *Ancilla glandiformis*, *Columbella subulata*, *Conus Dujardini*, *Pleurotoma Annæ*, *pustulata*, *coronata*, etc.

Les analogies de cette faune avec celle des marnes de Gainfahrn et de Grinzing, dans le bassin de Vienne, sont frappantes.

Les bancs calcaires rappellent tout à fait, comme faciès et comme faune, les calcaires de la Leitha. On y trouve des *Lithothamnium*, des Foraminifères (*Alveolina melo*, *Heterostegina costata*, *Amphistegina Haueri*), des Zoanthaires, des Échinides (*Echinolampas Laurillardi*, *Clypeaster crassicostatus*, *pyramidalis*, *Scutella vindobonensis*), des Bryozoaires, des Brachiopodes (*Terebratula grandis*, *Argiope decollata*, *Megerlea truncata*), des Lamellibranches (*Ostrea digitalina*, *cochlear*, *Pecten scissus*, *latissimus*, *cristatus*, *Besseri*, *Pectunculus pilosus*, *Lucina columbella*, *Isocardia cor*, *Turritella Archimedis*), des Crustacés décapodes.

Sarmatien. Tandis que la mer abandonne complètement le nord du bassin, elle dépose dans le centre une grande nappe de couches sableuses et argileuses, qui passe au sud à des formations calcaires et qui a généralement conservé son horizontalité primitive. La faune accuse un mélange d'espèces marines, saumâtres et d'eau douce. Les formes les plus communes sont, ici aussi, *Ervilia podolica*, *Cardium obsoletum*, *Tapes gregaria*, *Mactra podolica*, *Trochus pictus*, *podolicus*, *Rissoia inflata*, *Cerithium pictum*, *rubiginosum*, *Murex sublavatus*, *Buccinum baccatum*, *Melanopsis impressa*, *Bulla Lajonkaireana*. Les empreintes végétales sont également très abondantes.

Pontien. Les recherches de Koch ne permettent pas de distinguer, entre le Sarmatien et le Pontien, un étage Méotien, bien qu'aucune discordance ni aucun ravinement ne soit visible à la limite des deux étages. Les sables, les argiles et les tufs andésitiques constituent les éléments lithologiques prédominants du Pontien. Les fossiles les plus caractéristiques sont *Congeria banatica*, *Limnocardium Lenzi*, *Valenciennesia Reussi*, *Micromelania lapidensis*.

Levantin. Sables, argiles et lignites très développés dans le sud-est du bassin, avec débris végétaux, ossements de Mammifères et nombreux Mollusques d'eau douce (*Unio Zelebori*, *Vivipara Sadleri*, *Herbichi*, *Melanopsis subpyrum*, *Bythinia labiata*, *Hydrobia prisca*, *Planorbis transylvanica*, *Limnæa transylvanica*) et terrestres (*Helix Chaixi*), associés à des formes saumâtres de la faune pontique (*Cardium Fuchsi*, *Dreissensia polymorpha*, *cristellata*, *Congeria subbasteroti*).

Massif Banatique. — La branche occidentale des Karpates roumaines, connue sous le nom d'Alpes de Transylvanie, décrit, à l'ouest du Jiu, une courbe, qui l'amène graduellement de la direction W.-E. à la direction N.-S., et c'est ainsi qu'elle atteint le Danube. Son extrémité, qui a reçu le nom de massif Banatique, est un faisceau de plis, où des lambeaux de terrains néogènes ont subsisté dans quelques synclinaux, tels que celui de Petrosani, en Transylvanie, et celui de la Bahna, qui est à cheval sur la frontière du Banat et de la Roumanie [147]. La succession y est beaucoup plus complète à la base que dans l'Est de la Roumanie.

L'Aquitanien et le Burdigalien, non différenciés, y sont représentés par des sables et des argiles, qui reposent, avec un conglomérat de base, directement sur les schistes cristallins. On y a trouvé *Ostrea gingensis*, *Natica millepunctata*, *Prolo calhedralis*, *Cerithium plicatum*, *margaritaceum*, *papaveraceum*, *Ancilla glandiformis*, *Buccinum miocenicum*, *Clavatula descendens*.

L'Helvétien est constitué par des tufs dacitiques, des argiles sableuses et des sables peu fossilifères, renfermant *Ostrea crassissima*, *Corbula gibba*, *Turritella subangulata*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le TORTONIEN est tantôt à l'état de calcaires, semblables à ceux de la Leitha, tantôt à l'état de marnes ou d'argiles, dont la faune est comparable à celle de Lapugy, en Transylvanie [146].

Le SARMATIEN comprend, d'après Macovei [147], deux termes : un terme inférieur argileux, rappelant par sa faune les couches de Buglowa, qui, en Podolie, forment le passage du Tortonien au Sarmatien, et un terme supérieur sableux, renfermant la faune classique du sous-étage.

Les étages supérieurs du Néogène ne sont pas représentés dans les synclinaux du massif Banatique. La formation de ce massif paraît avoir suivi immédiatement l'époque Sarmatienne et elle a dû entraîner la séparation du bassin Dacique et du bassin Pannonique, qui précédemment devaient communiquer par cette même région.

Balkans. — La Stara Planina et le Hodja Balkan, qui constituent, sur la rive droite du Danube, le prolongement tectonique des Alpes de Transylvanie, sont caractérisés par une série néogène qui n'est pas sans analogies avec celle de la zone Subkarpatique. On n'y a toutefois signalé encore ni sel ni pétrole.

De même que dans la Roumanie orientale, l'Aquitanien, le Burdigalien et l'Helvétien semblent ici faire défaut, et le Tortonien est décrit par Zlatarski [145] comme transgressif et comme reposant directement sur le Crétacé supérieur. Il débute par des sables blancs, quartzeux et micacés, auxquels font suite, dans les districts de Vidin, de Vraca et de Plevna, des marnes qui ressemblent tout à fait au Tegel de Baden et qui renferment exactement la même faune. On y observe des intercalations de bancs calcaires à *Lithothamnium*, qui rappellent le calcaire de la Leitha.

Le SARMATIEN est transgressif sur le versant septentrional des Balkans. Il augmente graduellement d'épaisseur vers le nord et vers l'est et il va rejoindre celui de la Dobrogea. Il est constitué par des marnes et des calcaires très riches en Foraminifères (*Polystomella*, *Rotalia*) et renfermant surtout *Modiola volhynica*, *Cardium protractum*, *obsoletum*, *plicatum*, *Tapes gregaria*, *Mactra podolica*, *Turbo Hœrnesi*. Les Cérithes ne sont abondants que dans l'Ouest de la Bulgarie.

Bassin Pannonique. — L'espace compris entre les Karpates et les Alpes Dinariques est occupé par une vaste dépression, située presque dans sa totalité sur territoire hongrois et désignée souvent sous le nom de *bassin Pannonique*. La mer néogène y a pénétré dès le début de la période et a fait place, à partir du Pontien, à des lagunes ou à de grands lacs, et nous n'aurons nulle part l'occasion d'étudier un type lacustre aussi instructif du groupe Néogène supérieur.

Limité au nord par le bord interne des Karpates, à l'ouest par les monts de la Leitha, le bassin Pannonique empiète, plus au sud, sur la région des Alpes orientales, il englobe le bassin de Graz, qui en est une dépendance, et il pénètre dans les vallées longitudinales des Alpes Carniques. Dans sa partie méridionale, il comprend les bassins secondaires de la Croatie et de la Slavonie, et ses dépôts néogènes s'étendent transgressivement sur les terrains paléozoïques et triasiques des Alpes Dinariques et de la Serbie. A l'est, il atteint les monts Banatiques et les monts Métallifères, qui le séparent du bassin de la Transylvanie, avec lequel il communiquait par la vallée du Maros.

La forêt de Bakony divise le bassin Pannonique en deux cuvettes d'inégale importance; dans la plus grande, qui correspond à l'Alföld, c'est-à-dire à la plaine du Moyen-Danube et de la Theiss, les terrains quaternaires couvrent presque entièrement les terrains néogènes.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

AQUITANIEN. Dans les collines situées à l'ouest de Budapest, les sables à *Pectunculus*, qui, d'après Th. Fuchs, représentent le Chattien, supportent directement le Burdigalien. Par contre, en Croatie et en Carniole, l'Aquitanien est représenté par des couches lignitifères, surmontées de marnes et de grès verdâtres, qui renferment *Ostrea aginensis*, *Mytilus Haidingeri*, *Arca cardiiformis*, *Cardium aquitanicum*, *Cytherea ericina*, *Cyrena Brongniarti*, *Cerithium papaveraceum*, *Potamides margaritaceus*, *plicatus*, *Proto cathedralis*, *Turritella bicarinata*, *Melanopsis Hantkeni*, *Melongena Deschmanni*, *Semseyiana* [5, 148].

BURDIGALIEN. La présence de cet étage est indubitable, car on a signalé dans la région *Ostrea Boblayei*, *gingensis*, *Pecten burdigalensis*, *præscabriusculus*, *Rollei*, *Pectunculus Fichteli*, *Ensis Rollei*, etc.

L'étage existe également en Croatie et en Carniole, d'où il se poursuit vers l'ouest dans les synclinaux des Alpes Carniques.

L'HELVÉTIEN est représenté, dans l'Ouest de la Hongrie, par les deux termes que l'on distingue dans le bassin extraalpin de Vienne, le Schlier et les couches de Grund.

Le Schlier est particulièrement fossilifère à Borbolya (Walbersdorf) et à Dévény-Ujfalu (Theben-Neudorf), où Schaffer [149] signale notamment *Brissopsis ottnangensis*, *Pecten denudatus*, *Nucula nucleus*, *Leda subfragilis*, *Solenomya Doderleini*, *Pholadomya Fuchsi*, *Natica helicina*, *Triton Tarbellianum*, *Ancilla glandiformis*.

Les couches de Grund sont caractérisées, sur les bords de la forêt de Bakony et surtout en Carniole et en Croatie, par la présence d'un Gastéropode siphonostome très orné, *Pereiraia Gervaisi*, espèce que l'on rencontre au même niveau en Catalogne et au Portugal, et qui, à Herend, dans la forêt de Bakony, se trouve dans des couches ligniteuses associée à *Cerithium pictum*, *Duboisi*, *moravicum*, *Natica redempta*, *Melanopsis impressa*, *Buccinum Dujardini*.

Le TORTONIEN est transgressif dans la forêt de Bakony, où il débute par un conglomérat à éléments triasiques et nummulitiques, surmonté de calcaires identiques à ceux de la Leitha. En d'autres points, comme, par exemple, dans le comitat de Soprón (OEdenburg), le Tortonien se rencontre principalement sous la forme d'argiles semblables au Tegel de Baden, dans lesquelles les calcaires de la Leitha constituent des intercalations. Dans le Nord-Ouest de la Serbie, les deux faciès sont représentés par des couches très fossilifères.

Le SARMATIEN se retrouve, avec des caractères identiques à ceux qu'il possède dans le bassin intra-alpin de Vienne, à l'ouest du Leitha Gebirge, dans la partie occidentale du bassin Pannonique. Dans le sud du bassin, il est souvent à l'état calcaire, mais il renferme la même faune que dans les sables et les marnes.

Un ravinement sépare le Sarmatien du sous-étage MÉOTIEN, qui s'est déposé dans des vallées creusées dans les couches vindoboniennes [0,22]. R. Hœrnes [152, 153] a étudié plusieurs gisements de ces couches fluviatiles, situés dans le comitat de Soprón. Il y a constaté, à côté de nombreuses coquilles sarmatiennes roulées, la présence de *Congeria Hœrnesi*, fixé sur des galets, de *Melanopsis impressa* et de *Liobaikalia sopronensis*, espèce appartenant à un genre qui se trouve actuellement dans le lac Baïkal.

Au-dessus se trouvent quelquefois des sables, renfermant les éléments les plus caractéristiques de la faune sarmatienne, en exemplaires qui

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

n'accusent aucune trace d'usure et ne sont donc pas ici à l'état remanié.

En Croatie [156] et en Slavonie, le Méotien est représenté par des marnes blanches, qui sont concordantes aussi bien avec le Sarmatien qu'avec le Pontien proprement dit.

Le sous-étage PONTIEN (s. str.) prend un grand développement dans le bassin Pannonique. Il a fait l'objet de nombreux travaux de détail, mais une étude synthétique, s'étendant à l'ensemble de la région, fait encore défaut.

En général, on est en présence de sables et d'argiles, presque toujours très riches en Mollusques d'une fort belle conservation. La faune comprend des éléments saumâtres ou lacustres, aralo-caspiens, appartenant aux genres *Congeria* (fig. 449), *Dreissensia*, *Limnocardium*, *Valenciennesia* (fig. 450), et des genres lacustres et fluviatiles, qui se retrouvent dans tous les lacs de l'Europe centrale, comme *Valvata*, *Unio*, *Bithynella*, *Hydrobia*, *Melanopsis*, *Planorbis*, etc.

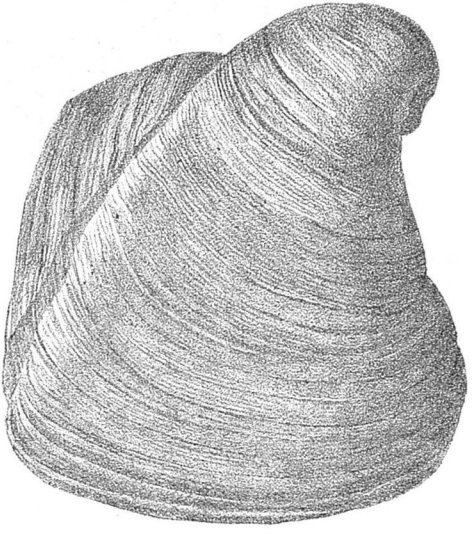


Fig. 449. — *Congeria subglobosa* (d'après P. PARTSCH). Gr. nat.
Pontien. Brunn, près Mödling, Basse-Autriche.

Les subdivisions que l'on a établies dans le sous-étage Pontien et au sujet desquelles règne encore la plus grande confusion sont basées sur la prédominance de certaines espèces, mais elles doivent être considérées comme provisoires, tant qu'un plus grand nombre de gisements n'aura pas été étudié. R. HŒRNES [63], en s'appuyant sur les résultats assez contradictoires des travaux hongrois, distingue les niveaux suivants :

1° couches à Congéries inférieures de Beocsin, Kneginecz, Csukicz, avec *Congeria banatica*, *Limnocardium Lenzi*, *syrmiense*, *Valenciennesia Pauli*, *Böckhi*;

2° couches à Congéries moyennes de Radmanest, Tihany, Kup, Szegárd (partie inf^re), avec *Congeria Partschi*, *ungula capræ*, *Limnocardium Steindachneri*, *Jacici*, *Melanopsis Martiniana*, *vindobonensis*, *impressa* [157];

3° couches à Congéries supérieures de Szegárd (partie sup^re), Nagy-Mányok, Arpád, Királykegye, avec *Congeria rhomboidea*, *Limnocardium cristagalli*, *Semseyi*, *Valenciennesia Reussi*.

Il est possible que ce niveau supérieur appartienne au sous-étage DACIEN.

En Croatie, il existe à Markusevec, près de Zagreb (Agram), un riche gisement de couches à Congéries, correspondant au niveau moyen. S. BRUSINA [158] n'y a pas recueilli moins de 100 espèces, qui se répartissent dans les genres *Congeria*, *Limnocardium*, *Neritodonta*, *Neritona*, *Orygoceras*, *Valvata*, *Micromelania*, *Pyrgula*, *Caspia*, *Bythinella*, *Hydrobia*, *Baglivia*, *Melanopsis*, *Planorbis*, etc. Il a montré les relations étroites qui existent entre cette faune et la faune actuelle de la mer Caspienne.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Les faunes pontiennes du bassin Pannonique sont infiniment plus riches que celles du bassin intraalpin de Vienne, ce qui tient vraisemblablement à la communication imparfaite qui existait entre les deux bassins. En revanche, la plupart des espèces du bassin Pannonique ont passé facilement dans le bassin Transylvanien.

Le GROUPE NÉOGÈNE SUPÉRIEUR est représenté, dans le bassin Pannonique, par le faciès *levantin* des *couches à Paludines*. Cette formation a pris naissance dans plusieurs lacs, situés l'un dans le centre du bassin, où ses dépôts ne sont connus que grâce à des sondages, les autres vers le bord méridional, en Syrmie et dans la Slavonie occidentale. Ce sont les dépôts de ce dernier lac qui sont les mieux connus et qui peuvent servir de type pour l'étude de la formation. Constitués par des sables et des argiles, avec couches de lignites, ils reposent en concordance sur les couches à Congéries et plongent assez régulièrement vers le sud, c'est-à-dire vers la Save. Ils sont d'ailleurs recouverts d'un épais manteau de lœss et n'affleurent que dans le fond des vallées. Leur faune est très riche [159-162] et comprend surtout des représentants des genres *Unio*, *Dreissensia*, *Cardium*, *Neritina*, *Melania*, *Melanopsis*, *Vivipara*, *Tylopoma*, *Bythinia*, *Lithoglyphus*, *Hydrobia*, *Valvata*, *Emmericia*, *Planorbis*. Les genres marins font totalement défaut.

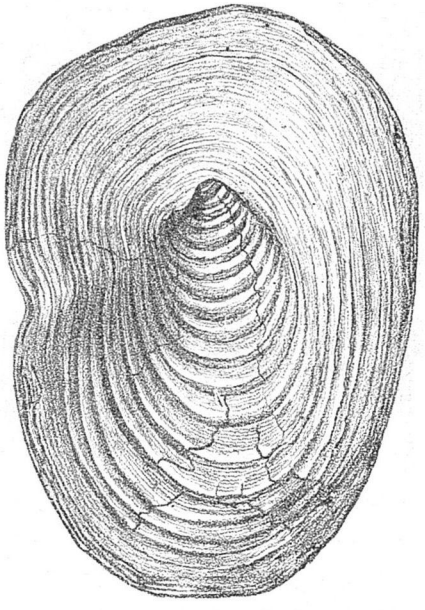


Fig. 450. — *Valenciennesia Schafarziki* (d'après GORJANOVIĆ-KRAMBERGER[1]).

Pontien. Bcočin, Croatie.

Neumayr et Paul [161], en étudiant avec beaucoup de soin la répartition verticale des espèces, ont été conduits à distinguer, dans les couches à Paludines, un certain nombre d'horizons, et il leur a été possible d'y suivre les modifications que subissent diverses espèces en évoluant sur place. Ils ont pu reconstituer ainsi, pour les *Unio*, les *Melanopsis*, les *Vivipara* (fig. 451), etc., des séries de mutations dans le temps, qui sont devenues classiques. Penecke [162] a confirmé ces conclusions et les a complétées pour presque tous les genres de la faune levantine.

Le genre *Unio* est représenté, dans les couches à Paludines inférieures, par 4 espèces, qui sont le point de départ d'autant de séries de mutations parallèles et évoluant dans le même sens, les formes lisses passant graduellement à des formes tuberculées et les crochets ayant une tendance à se porter en avant, en même temps que la charnière. Chaque série se ramifiant en plusieurs séries secondaires, les 4 espèces ont donné naissance à plus de 20 mutations ou espèces, dont on trouve les coquilles dans les horizons supérieurs, et le chiffre total des espèces du genre *Unio*, décrites par Penecke des couches levantines de Slavonie, est de 46.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Les *Melanopsis* conduisent à des résultats analogues.

Le genre *Vivipara*, voisin de *Paludina*, est représenté dans les couches levantines par de nombreuses espèces, qui toutes dérivent de *Vivipara Neumayri*, forme à tours lisses du niveau inférieur. Par une série de termes de passage, échelonnés dans les niveaux successifs, cette espèce passe insensiblement à *Vivipara Hœrnesi*, dont la coquille est carénée et porte des tubercules (fig. 451) et qui se rencontre dans un des niveaux supérieurs. *Vivipara Neumayri* est encore la souche de plusieurs autres séries, qui se ramifient et donnent naissance, dans les couches supérieures, à un

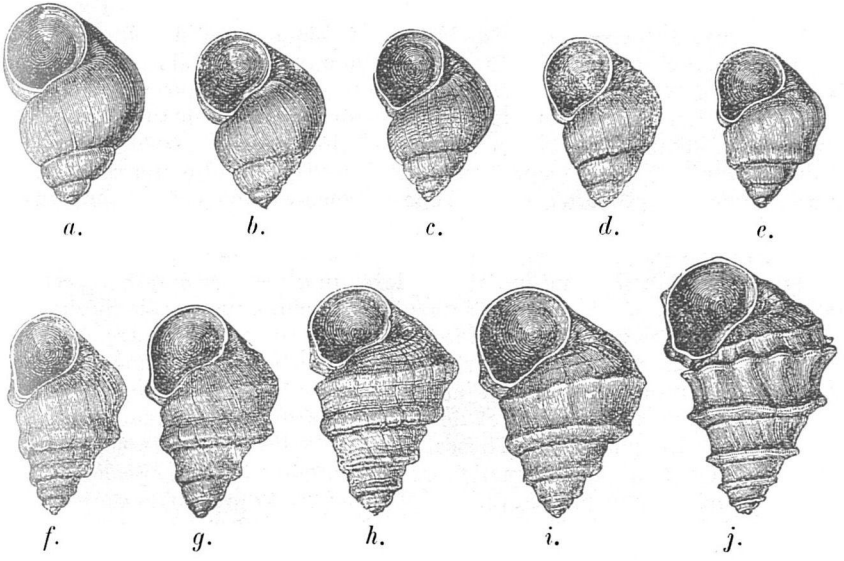


Fig. 451. — Série des mutations d'une espèce des couches à Paludines de Slavonie (d'après NEUMAYR).

a, *Vivipara Neumayri*, du niveau inférieur; *j*, *Vivipara Hœrnesi*, du niveau supérieur; *b-i*, mutations intermédiaires provenant des niveaux moyens.

grand nombre d'espèces, qui, pour la plupart, sont également carénées, comme *Vivipara Hœrnesi*. Toutes ces formes carénées ont été souvent considérées comme appartenant à un genre spécial, *Tylotoma*, qui naît donc pour ainsi dire sous nos yeux.

Voici les subdivisions distinguées par Neumayr et Paul dans les couches levantines de Slavonie, avec les principales espèces caractéristiques de chaque niveau :

1° couches à Paludines inférieures, avec *Unio Neumayri, Hœrnesi, Partschi, maxima, Melanopsis decollata, Vivipara Neumayri, Suessi, Fuchsi;*

2° couches à Paludines moyennes :

a) horizon à *Vivipara bifarcinata*, avec *Unio Zelebori, Bittneri, subthalassina, Melanopsis lanceolata, hastata, pyrum, Vivipara bifarcinata, Brusinai, Sadleri, Tylopoma melanthopsis;*

b) horizon à *Vivipara stricturata*, avec *Unio sibinensis, pannonica, Melanopsis hastata, Vivipara stricturata, Tylopoma oncophora;*

c) horizon à *Vivipara notha*, avec *Unio Sandbergeri, Stoliczkai, Melanopsis hastata, Vivipara notha, Dezmanniana, Tylopoma oncophora;*

3° couches à Paludines supérieures :

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

a) horizon à *Vivipara Sturi*, avec *Unio slavonica, Mojsvari, Brusinai, Zitteli, Melanopsis hastata, pyrum, Vivipara Sturi, Dezmanniana, Tylopoma avellana;*

b) horizon à *Vivipara Hœrnesi*, avec *Unio Novskaensis, Vucotinovici, Melanopsis croatica, recurrens, pterochila, Vivipara ornata, Hœrnesi, rudis, Novskaensis, Tylopoma avellana;*

c) horizon à *Vivipara Zelebori*, avec *Unio Vucotinovici, Melanopsis croatica, hybostoma, recurrens, pterochila, Vivipara Zelebori, arthritica;*

d) horizon à *Vivipara Vucotinovici*, avec *Unio Sturi, recurrens, Melanopsis Esperi, Vivipara Vucotinovici, Pauli.*

Les espèces suivantes se rencontrent en outre dans toute la série : *Dreissensia Torbari* (confondue autrefois avec l'espèce actuelle *D. polymorpha*) [159], *Neritina transversalis, semiplicata, militaris, Melania ricinus, Bythinia tentaculata, Lithoglyphus fuscus, Valvata piscinalis, sibinensis, Emmericia Jenkiana.*

La discussion des relations de la faune des lacs levantins avec les faunes du lac Baïkal et des lacs du Yunnan trouvera sa place dans les conclusions générales du présent chapitre.

Égéide. — On désigne sous le nom d'*Égéide* l'ensemble des régions situées entre les Balkans et les Alpes Dinariques. Cet espace constituait pendant toute la durée de l'ère Secondaire et de l'ère Tertiaire une terre en grande partie émergée et ce n'est qu'à l'époque Quaternaire qu'est née, dans sa partie centrale, à la suite d'un ennoyage des anciennes zones de plissement, la mer Égée.

L'Égéide est cependant plus complexe qu'il ne semblerait à première vue. Elle est divisée en une partie septentrionale et une partie méridionale par un *sillon Transégéen* en forme de V largement ouvert, que la mer a occupé pendant une grande partie de l'ère Tertiaire. La branche occidentale correspond à la dépression jalonnée par les lacs d'Okhrida et de Presba et par la plaine de Kastoria et de Lapsista. Elle se prolonge vers le S.E. jusque dans les plaines de Thessalie. La branche orientale se manifeste encore aujourd'hui par la grande fosse septentrionale de la mer Égée. Cette fosse, dirigée à peu près S.W.-N.E., s'étend de la presqu'île de Magnésie au golfe de Saros, avec des profondeurs toujours supérieures à 500 m et dépassant même en deux endroits 1 200 m, et se prolonge par les fosses de la mer de Marmara (L. De Launay) et par le golfe d'Ismid.

L'*Égéide septentrionale* comprend le massif ancien du Rhodope, une grande partie de la Macédoine et le nord-est de la Thessalie; elle s'étend vers le nord-ouest jusqu'en Serbie. La mer nummulitique a baigné son extrémité orientale, mais les mers des trois étages méditerranéens n'ont pas empiété sur ses bords. Seule la mer Sarmatique a pénétré dans le golfe de Salonique et ses dépôts constituent le soubassement de presque tout l'ouest de la Chalcidique et en particulier celui de la presqu'île de Kassandra. Ce sont des argiles et des sables, malheureusement sans fossiles, couronnés par des calcaires oolithiques ou massifs, probablement méotiques, qui renferment, d'après L. Burgerstein [163], *Modiola volhynica, Congeria simplex, Cardium littorale, Partschi, novorossicum, Mactra* sp., *Tapes* sp., *Buccinum duplicatum.*

Toutes les plaines de l'Égéide septentrionale situées entre la Chalcidique et la mer Noire et notamment la grande plaine d'Andrinople sont constituées, non par des dépôts marins, mais par des formations fluviatiles, telles que des limons ou des cailloutis. F. von Hochstetter en a fait un étage *Thracien.* Leur âge pontien résulte de la découverte, faite, par Neumayr [164], sur la rive nord des Dardanelles, d'une faune de Mammifères caractéristique de cet étage, dans des couches superposées à des calcaires sarmatiens.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

En quelques points, cette formation thracienne est surmontée par des couches à Paludines du type levantin.

Les dépôts néogènes marins du *sillon Transégéen* ne sont connus que depuis peu d'années.

Ceux de la branche occidentale ont été découverts par Gorceix [169] et étudiés plus en détail par V. Hilber; leurs fossiles ont été décrits par Penecke [XXXIX, 270]. Au-dessus du Tongrien, dont il a été question précédemment, reposent en concordance, à Kalambáka, en Thessalie, des argiles gris verdâtre, probablement aquitaniennes, avec *Pecten miocænus*, *Cytherea incrassata*, *erycina*, *Potamides margaritaceus*, *plicatus*. Puis viennent des marnes sableuses, d'âge burdigalien, avec Zoanthaires, *Arca diluvii*, *Pectunculus cardiloides*, *Venus islandicoides*, *Ungeri*, *Tellina donacina*, *Corbula carinata*, *Potamides margaritaceus*, *bidentatus*, *papillatus*, *Murex sublavatus*. Le Vindobonien est représenté autour de Lapsista et de Kastoria, dans le Sud-Ouest de la Macédoine, par des marnes rappelant le Schlier; par des marnes à *Ostrea crassissima*, *Anomia costata*, *Venus multilamella*, *Potamides subtiara*, *noricus*, *theodiscus*, que Penecke attribue aux couches de Grund; enfin, en divers points, par des fossiles caractéristiques du Tegel de Baden et du calcaire de la Leitha, qui indiquent l'existence du Tortonien. Les termes supérieurs du Néogène paraissent faire défaut.

La branche occidentale du sillon Transégéen aboutit au golfe de Volo et c'est à l'est de ce golfe que commence la fosse de la mer Égée septentrionale. Le mérite d'avoir découvert des dépôts néogènes marins dans son prolongement direct, sur les rives du golfe de Saros, revient à Th. English [XXXIX, 270 *bis*]. A Eregli, des sables et des calcaires gréseux, qui affleurent presque au niveau de la mer, lui ont fourni *Ostrea lamellosa*, *Alectryonia Virleti*, *Pecten aduncus*, *Anadara diluvii*, qui permettent de conclure à la présence du second étage Méditerranéen (Helvétien et Tortonien). A Myriophyto, sur la côte nord des Dardanelles, le même géologue a observé, au-dessus de conglomérats et de sables, un banc à *Ostrea crassissima*. Ces deux affleurements sont situés rigoureusement sur une ligne qui relie la fosse septentrionale de la mer Égée à la fosse de la mer de Marmara et qui constitue l'axe de la branche orientale du sillon Transégéen. Il y a là une très forte présomption en faveur de l'existence d'une *communication directe*, non seulement à l'époque Nummulitique, mais encore jusqu'au milieu de l'époque Néogène, *entre l'Adriatique septentrionale et la mer Noire méridionale par le sillon Transégéen*. Les fosses actuelles montrent que celui-ci, comparable à un géosynclinal, n'a pas entièrement cessé d'exister.

Le Sarmatien s'étend bien au delà des limites du sillon Transégéen. Il constitue la plus grande partie de la presqu'île de Gallipoli, et le détroit des Dardanelles, qui n'est autre chose qu'une vallée d'érosion envahie par la mer [166, 167], est encaissé entre deux falaises presque entièrement formées par ses couches à peu près horizontales (pl. CXXIX, 3). Il s'étend sur la côte occidentale de la Troade et sur l'île de Tenedos. Il affleure également près de Constantinople, sur la rive septentrionale de la mer de Marmara. Il repose souvent directement sur des couches paléozoïques redressées. Les couches inférieures sont lacustres; ce sont des argiles sableuses, qui renferment *Anodonta hellespontica*, *Unio Steindachneri*, *Nerinea Scamandri*, *Melania hellespontica*, *Melanopsis buccinoides*, *trojana*, etc., associés à des ossements de *Phoca* et de *Cetotherium* [164, 168]. Ses couches supérieures sont des calcaires oolithiques ou compacts, marins, avec *Mactra podolica*, *Ervilia podolica*, *Tapes gregaria*. Un golfe de la mer Sarmatique, qui couvrait le Sud de la Russie

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

et la mer Noire, suivait donc, en débordant au delà de ses limites, le sillon Transégéen, sans que l'on puisse dire jusqu'où il s'étendait vers le sud-ouest.

A l'époque Néogène supérieure, un lac à faune aralo-caspienne semble avoir existé sur l'emplacement de la mer de Marmara, car on observe, sur les bords de cette dépression et notamment à Gallipoli, un conglomérat, qui renferme *Mytilus edulis*, *Dreissensia polymorpha*, *Tchaudæ*, *Didacna crassa*, *Neritina fluviatilis*, c'est-à-dire les éléments caractéristiques de la faune du cap Tchaouda [166].

L'*Égéide méridionale* comprenait, à l'époque Nummulitique, le massif ancien du Péloponnèse, avec une partie de la Crète, le massif cristallin des Cyclades, avec l'Attique et le sud d'Eubée, la Troade, avec Lemnos et Mételin (Lesbos) et le grand massif ancien de la Phrygie et de la Carie. Par suite des mouvements orogéniques qui ont marqué la fin de l'époque, elle s'est accrue d'une large zone de plissements, embrassant toute la Grèce occidentale, et, de plus, tous les noyaux anciens se sont soudés en une masse continentale unique, qui s'étendait de l'Adriatique jusque dans le Centre de l'Asie Mineure et qui était délimitée, au nord, par le sillon Transégéen: au sud, par une mer baignant une partie de la Crète, Kasos et Rhodes. Cette immense surface, si l'on fait abstraction des bords de l'isthme de Corinthe et du Pirée, ne porte aucune trace de dépôts néogènes marins et constituait donc certainement une terre émergée. On n'y observe que des formations lacustres. On attribue d'ordinaire à l'AQUITANIEN, mais sans aucune preuve stratigraphique et en se basant uniquement sur des caractères paléontologiques, les couches lacustres de Kumi, qui forment un petit bassin sur la côte nord-est d'Eubée, où elles reposent sur des péridotites et supportent en concordance des couches sarmatiennes. Débutant par des conglomérats, elles comprennent surtout des lignites, des marnes grises et des calcaires en plaquettes, qui renferment des Mollusques d'eau douce (*Sphærium corneum*, *Planorbis solidus*, etc.), des Insectes, des Poissons (*Smerdis Isabellæ*) et une flore riche en Conifères, en Myricinées et en Légumineuses [XXXVIII, 62]. On ne connaît, dans l'Égéide méridionale, aucun dépôt que l'on puisse attribuer au Burdigalien ou au Vindobonien, et le SARMATIEN n'est lui-même représenté que par des formations lacustres. Dans l'île d'Eubée, il est à l'état de calcaires marneux, de marnes ou de sables, avec *Melania Escheri*, *Tournoueri*, *Limnæa Adelinæ*, *obtusissima*, *Vivipara Spratti*.

Le PONTIEN est représenté, sur les rives de l'Archipel, exclusivement par des couches continentales, riches en Mammifères. Nous aurons l'occasion d'y revenir plus loin. Aucune trace de couches à Congéries d'âge pontien, avec faune aralo-caspienne, n'est connue en Grèce. Par contre, on verra qu'une faune marine du type méditerranéen est venue de l'ouest jusqu'aux environs d'Athènes.

Le GROUPE NÉOGÈNE SUPÉRIEUR est constitué principalement par des formations lacustres du type levantin. Leur présence en un grand nombre de points montre que l'Égéide était parsemée de lacs et que l'ennoyage de sa partie centrale est postérieur à l'époque Néogène.

A Livonates, près Talandri, en Locride, se trouvent, d'après Th. Fuchs [170], des sables, des oolithes et des marnes, renfermant *Congeria subcarinata*, *Unio Talandi*, *Pisidium slavonicum*, *Cardium Spratti*, des Nérites, des Mélanies, des *Pyrgula*, des Valvées, *Limnæa Adelinæ*. Neumayr [171] les assimile au Levantin en raison de la présence de *Pisidium slavonicum*.

A Eubée, des conglomérats et des sables à grosses *Vivipara*, discordants sur le Sarmatien, paraissent représenter le groupe supérieur du Néogène.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

A Mételin, L. De Launay [173] a rencontré, au cap Orthymaos, sur la côte septentrionale, au fond du golfe d'Iéro et sur la côte est, des calcaires bitumineux, des argiles micacées et des calcaires concrétionnés; renfermant des débris végétaux, des Unios, *Cardium bollenense*, *prætenue*, *Pisidium slavonicum*, *Neritina nivosa*, *Vivipara megarensis*, *Bithynia rubens*.

Si l'on fait abstraction de ceux de l'Asie Mineure, les bassins levantins les plus intéressants de l'Égéide se trouvent dans l'île de Kos, où ils ont depuis longtemps attiré l'attention des géologues et ont fait l'objet d'un travail fondamental de Neumayr [171] L'un d'eux est situé dans le Centre de l'île, autour de Pyllè, l'autre dans l'Est, au cap Phouka. Dans l'un et dans l'autre, la série débute par des calcaires lacustres peu fossilifères, puis viennent des couches à Paludines marneuses ou argileuses.

1° couches à *Vivipara Fuchsi, liostraca, Calverti, Melanopsis Gorceixi, Delessei;*
2° couches à *Melanopsis proteus, polyptycha, Neritina Fontannesi.*

Dans le petit bassin de l'Est, la série est plus complète, elle comprend :

1° couches à *Melanopsis Gorceixi, Delessei, Neritina dorica;*
2° couches à *Vivipara Hippocratis, Brusinai, Melanopsis Gorceixi, semiplicata;*
3° couches à *Vivipara Tournoueri, Melanopsis semiplicata;*
4° couches à *Vivipara Forbesi, Melanopsis ægea;*
5° couches à *Vivipara Coa, Gorceixi, Munieri.*

Cette succession est du plus grand intérêt, car on y retrouve, dans le même ordre de superposition, quelques-unes des espèces des couches à Paludines de Slavonie, et la série de mutations qui conduit de *Vivipara Fuchsi* à *V. arthritica*, incomplète en Slavonie, est complétée ici par quelques jalons intermédiaires entre les deux formes extrêmes (*V. Hippocratis*, *Tournoueri*, *Forbesi*, *Munieri*).

Les couches à Paludines sont directement recouvertes, dans l'île de Kos, par du Quaternaire ancien marin, dont la présence permet de conclure à un affaissement général du centre de l'Égéide, immédiatement après la période Néogène.

Ceinture dinarique de l'Égéide. — Dans les Alpes Dinariques, qui confinent à l'est à l'Égéide septentrionale, les dépôts néogènes marins n'apparaissent qu'au sud du Monténégro. En Dalmatie, en Bosnie et en Herzégowine, les dépôts levantins reposent directement sur les terrains secondaires ou nummulitiques. Ils constituent le prolongement de ceux de la Slavonie et présentent les mêmes caractères lithologiques et paléontologiques.

Dans l'extrême Sud du Monténégro, on voit apparaître sur la côte, à Ulcinj (Dulcigno), les premières formations marines sous la forme de calcaires à *Lithothamnium* vindoboniens, renfermant *Pycnodonta cochlear*, *Ostrea digitalina*, *lamellosa*, *crassissima*, *Flabellipecten incrassatus*, *solarium*, *Pecten revolutus*, *Chlamys latissima*, *multistriata*, *Æquipecten opercularis*, *Venus multilamella* [174]. Des couches du même âge, avec *Ostrea crassissima* et *gingensis* ont été observées par divers auteurs aux environs de Durazzo, dans le Nord de l'Albanie, en même temps que des dépôts du 1er étage méditerranéen.

C'est manifestement ici que débouchait le chenal néogène qui correspond à la branche occidentale du sillon Transégéen.

H. Vetters [176] a découvert en outre à Kopliku, sur les bords du lac de Skutari, des argiles très fossilifères, qui appartiennent au Plaisancien. Des espèces bathyales de petite taille, fort bien conservées, comme *Leda pella*, *Cardita intermedia*, *Gastrana fragilis*, *Natica Josephinia*, *Turritella tricarinata*, *Nassa semistriata*, sont associées à des espèces littorales de grande taille rou-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

lées telles que *Ostrea lamellosa*, *Cardium hians*, *Strombus coronatus*, *Murex conglobatus*. Le lac de Skutari est envisagé par Vetters comme un vestige d'un fjord pliocène.

Le Néogène supérieur est également représenté plus au sud, notamment à Selenitza, près Valona, où il renferme de l'ozocérite et du pétrole. Coquand et plus récemment Simonelli [175] ont distingué, à la base, des argiles bleuâtres gypsifères, renfermant la faune habituelle du Plaisancien; à la partie supérieure, des grès et des conglomérats, avec Mollusques marins (*Pecten Jacobæus*), saumâtres (*Cardium edule*, *Potamides pictus*, *atticus*) et dulçaquicoles (*Melanopsis*, *Planorbis*, *Mohrensternia*).

Plus au sud encore, dans l'île de Corfou, J. Partsch [177] a observé quelques pointements de calcaires gréseux vindoboniens, avec *Pecten Besseri*, *Cardium multicostatum*, etc., alors que la majeure partie de l'île est constituée par des argiles bleuâtres avec intercalations sableuses, renfermant une faune plaisancienne [178].

A Zante, également, les marnes bleues plaisanciennes couvrent une surface assez étendue, tandis que des calcaires grossiers, avec *Clypeaster*, *Pecten latissimus*, *Holgeri*, *Malvinæ*, rappelant les calcaires de la Leitha, n'affleurent qu'au port de Cheri, dans le sud de l'île [178].

Des dépôts marins du Néogène supérieur, soit argileux, soit sableux, avec les faunes caractéristiques des deux faciès, jouent un rôle important sur la côte ouest de la Grèce continentale, en Acarnanie, en Achaïe, en Messénie, ainsi que dans le golfe de Laconie. Partout ils reposent en couches horizontales sur les terrains secondaires et nummulitiques plissés. Remontant vers le nord, nous les rencontrons également dans l'isthme de Mégara. Ici leur faune est plus saumâtre et leurs marnes alternent avec des calcaires en plaquettes, qui renferment une faune d'eau douce [170]. La faune saumâtre comprend notamment *Cardium edule*, *Natica helicina*, *Melania Tournoueri*, *Cerithium atticum*, *vulgatum*, *Murex sublavatus;* la faune d'eau douce, *Planorbis cornu*, *Limnæa megarensis*, *Vivipara megarensis*, *Bithynia simplex*, *Hydrobia Heldreichi*, *attica*, *Neritina micans*, *Melanopsis hastata*, *costata*, *clavigera*. Ces trois dernières espèces sont caractéristiques du Levantin [172].

Des marnes bleues, certainement du même âge, constituent, avec les couches marines du Quaternaire ancien qui les surmontent, l'isthme de Corinthe, et Philippson en a également rencontré un affleurement à Koumari, près Ægion, sur la côte septentrionale du Péloponnèse. Elles renferment *Congeria subcarinata*, *Turritella triplicata*, *Neritina micans*, *Vivipara ornata*, *Hydrobia Heldreichi*, *Limnæa Adelinæ*.

Tandis que dans le Péloponnèse le Néogène est exclusivement représenté par le Plaisancien et l'Astien ou par leurs équivalents d'eau douce, on rencontre dans l'Attique des formations plus anciennes, qui sont les suivantes :

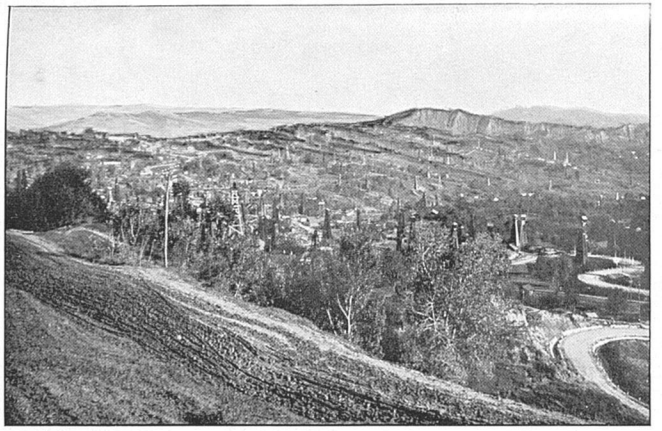
1° le *calcaire de Trakonaes*, envisagé par Th. Fuchs [170] comme Sarmatien, mais probablement d'âge pontien, avec *Lithothamnium*, Zoanthaires (*Porites*, *Astræa*), *Ostrea lamellosa*, *Spondylus gæderopus*, *Pectunculus pilosus*, *Congeria simplex*, *Limnocardium;*

2° les *marnes et calcaires du Pirée*, avec *Cidaris melitensis*, *Psammechinus mirabilis*, *Pecten varius*, *Modiola barbata*, *Arca antiqua*, *Corbula gibba*, *Cardium aculeatum;*

3° les *limons et conglomérats de Pikermi*, renfermant une très belle faune de Mammifères incontestablement pontienne et présentant, à Raphina, des intercalations marines, avec *Ostrea lamellosa*, *barriensis*, *Spondylus gæderopus*, *Pecten benedictus*, *Cerithium vulgatum*.

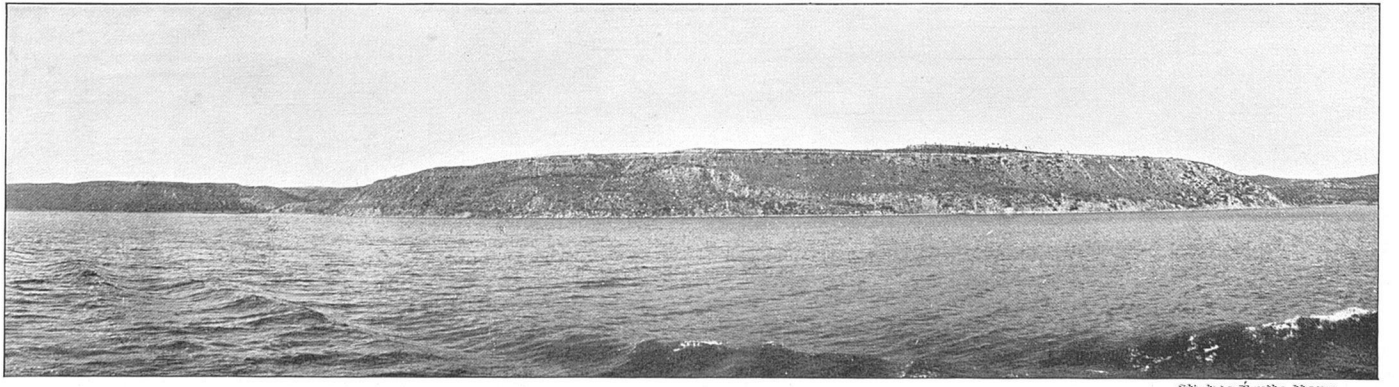
On sera frappé de l'analogie que présentent ces faunes marines avec celle du Sahélien d'Oran, ce qui concorde bien avec leur attribution au Pontien.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC





EXPLOITATIONS DE PÉTROLE DANS LE NÉOGÈNE MOYEN ET SUPÉRIEUR.
Bustenari, près Campina (Roumanie).



Clichés Émile Haug.

RIVES NORD-OUEST DES DARDANELLES.
Ancienne vallée creusée dans les calcaires du Sarmatien, envahie par la mer.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Il est à remarquer toutefois que les couches de Pikermi reposent, d'après Gaudry, en discordance sur les couches marines du Pirée. Il y aurait donc eu en Attique des mouvements orogéniques datant du milieu de l'époque Pontienne. On se demandera de plus par quelle voie ces faunes marines ont pu arriver jusqu'à Athènes. Comme sur les rives du golfe de Lépante les dépôts levantins reposent directement sur des terrains antérieurs au Néogène, on ne peut chercher une communication marine qu'avec la Crète, par le sud-est, c'est-à-dire par un chenal séparant l'Égéide méridionale du massif cristallin qui comprend le Taygète, Kythera et l'extrémité occidentale de la Crète.

L'île de Crète, si l'on en excepte le massif occidental, semble devoir être attribuée à une zone de plissements qui comprend à la fois les îles Ioniennes et la traînée d'îles, comprenant notamment Kaso, Karpatho et Rhodes, qui la relie à l'arc Taurique méridional. C'est la *ceinture externe de l'Égéide méridionale*. En Crète aussi, elle est caractérisée par la présence de termes relativement anciens du Néogène, qui manquent dans le Pinde et dans le Péloponnèse.

Le Néogène de l'île de Crète a fait récemment l'objet de recherches approfondies de la part de L. Cayeux [179, 180]. Ce géologue a constaté l'absence complète du Néogène inférieur. Le Vindobonien repose directement sur les terrains secondaires. Sa partie inférieure, qui correspond à l'Helvétien, comprend des conglomérats, des sables et des grès à *Ostrea crassissima*, des formations récifales, localisées dans la région de Gortym, des calcaires à *Lithothamnium* et à Clypéastres.

Le Tortonien est principalement constitué par des marnes et des calcaires marneux à *Ancilla glandiformis* et Pleurotomes. Localement il revêt un faciès analogue à celui de l'Helvétien et devient partiellement détritique et récifal. Son épaisseur totale varie de 500 à 1 500 m.

Le Tortonien supporte directement le Sahélien [180], transgressif sur des surfaces restées émergées pendant tout le Vindobonien et représenté, d'un bout à l'autre de l'île, par des calcaires à *Lithothamnium*, associés à des calcaires grossiers et englobant, à la base, des éléments empruntés au terrain sous jacent. Les calcaires grossiers renferment des *Clypeaster* et des *Pecten* identiques à ceux du Sahélien d'Algérie (*Pecten Besseri, Dunkeri, latissimus*).

Le Pontien supporte en concordance, dans l'ouest de l'île, des marnes plaisanciennes bleues ou jaunes à *Pycnodonta cochlear*, avec bancs de calcaires et de gypse. Elles atteignent 300 m d'épaisseur et sont souvent transgressives. Au voisinage des massifs émergés, elles se chargent de débris clastiques.

G. Bukowski [181] signale, dans l'île de Kaso, des lambeaux peu étendus de calcaires sableux ou coralligènes, qu'il rapporte au 2e étage méditerranéen, en raison de la présence de *Clypeaster alticostatus*, *Pycnodonta cochlear*, *Pecten Besseri*, *latissimus*.

Les terrains néogènes de Rhodes ont, depuis longtemps, attiré l'attention des géologues, mais c'est à G. Bukowski, qui a publié également une carte géologique de l'île [182], que revient le mérite d'avoir étudié en détail les dépôts levantins [183]. Une formation antérieure à ceux-ci, les *couches de Thari*, n'a pu être attribuée que d'une manière dubitative au « Miocène ». Elle comprend des conglomérats et des grès serpentineux et n'a pas fourni de fossiles.

Le groupe Néogène supérieur est représenté à Rhodes soit par des cailloutis fluviatiles, apportés vraisemblablement par un cours d'eau originaire de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

l'Asie Mineure, soit par des formations sableuses et argileuses d'origine lacustre, appartenant au type levantin et localisées dans deux petits bassins, situés tous deux sur la côte ouest, l'un dans le nord, l'autre dans le sud de l'île, mais que l'on doit peut-être envisager comme deux baies d'un lac unique, dont la plus grande partie occupait un emplacement aujourd'hui englouti sous les eaux de la mer Égée.

Le bassin septentrional, ou de Kalavárda, a fourni notamment *Dreissensia rhodiensis*, *Unio pseudatavus*, *Hydrobia ventrosa*, *Neritina Fontannesi*, *Melanopsis rhodiensis*, *Melania curvicosta*, *orientalis*, *Vivipara* (*Tulotoma*) *clathrata*.

Bukowski a rencontré, dans le bassin méridional, *Hydrobia monolithica*, *Neritina hellenica*, *Melanopsis orientalis*, *Tournoueri*, *Melania curvicosta*, *orientalis*, *Vivipara rhodiensis*, *acramitica*, *V.* (*Tulotoma*) *Forbesi*, etc.

Un lambeau minuscule, situé sur les flancs de la montagne qui porte le monastère de Skiadi, s'est montré très fossilifère et renferme *Hydrobia skiadica*, *Valvata monachorum*, *Planorbis cristatus*, *transylvanicus*, *Corymbina monachorum*, etc.

Enfin, les formations fluviatiles ont fourni en outre *Fluminicola orientalis*, *Hydrobia prophiliensis*, *Corymbina rhodiensis*.

Ces quatre faunes ne renferment presque pas d'éléments communs, rien ne prouve qu'elles soient synchroniques, mais rien ne permet non plus de les considérer comme des termes successifs d'une série, car, contrairement à ce qui a lieu dans d'autres bassins levantins, on ne constate aucune relation de descendance entre les espèces provenant de couches distinctes. Le nombre des formes communes aux couches à Paludines de l'île de Kos est très faible, un plus grand nombre d'espèces se retrouvent dans les dépôts plaisanciens lacustres de Megara.

Les dépôts levantins de Rhodes sont recouverts en concordance par des dépôts marins, datant du début du Quaternaire (Pliocène supérieur des auteurs) et synchroniques de ceux de Kos et de l'isthme de Corinthe.

Asie centrale et méridionale. — Nous passons maintenant à l'étude d'un segment plus oriental de la zone des plissements alpins et nous l'abordons par le nord, c'est-à-dire par la région aralo-caspienne, pour gagner ensuite les arcs tauriques et iraniens.

Région aralo-caspienne. — On rencontre, sur les bords de la mer Caspienne, des dépôts néogènes qui offrent les plus grandes affinités avec ceux de la Russie méridionale étudiés plus haut. Aussi est-il nécessaire d'admettre, avec Androussow [125], l'existence de communications directes entre les deux bassins par des bras de mer ou des chenaux lacustres plus ou moins larges, situés tantôt au nord, tantôt au sud de la chaîne du Caucase, tantôt sur les deux versants à la fois.

Le groupe Néogène inférieur fait totalement défaut sur les bords de la mer Caspienne et il en est de même de l'Helvétien. Par contre, le Tortonien est connu au Daghestan, où il présente les mêmes subdivisions que dans la presqu'île de Kertch : les couches de Tchokrak et les couches à *Spaniodon*. Le terme supérieur seul a été observé par Androussow dans la presqu'île de Manghychlak, où il est transgressif et repose directement sur le Nummulitique, mais il manque au voisinage immédiat du Karatau, où le Sarmatien s'appuie sur les terrains secondaires. Au sud du golfe de Kara Bougas les couches à *Spaniodon* font suite à des couches sableuses et gypseuses, avec *Membranipora* et *Ervilia*. Elles sont constituées par des sables et des conglomérats, qui renferment *Ervilia podolica* var., *Spaniodon Barboti*, *gentilis*, *opisthodon*, *Mohrensternia Barboti*, *Nassa Dujardini*, *Murex sublavatus*, *Serpula*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

scalata [125, 185]. Elles sont séparées du Sarmatien par des calcaires à *Pholas usturtensis*.

Le SARMATIEN joue un rôle très important sur les bords de la mer Caspienne. Au Daghestan, il est constitué par des argiles à *Cardium obsoletum*, *Tapes gregaria* et *Cerithium bicostatum*, surmonté de grès à *Mactra caspia*. Il est transgressif vers le sud et pénètre profondément dans les vallées du Caucase, où il atteint quelquefois des altitudes très élevées. Ses affleure-

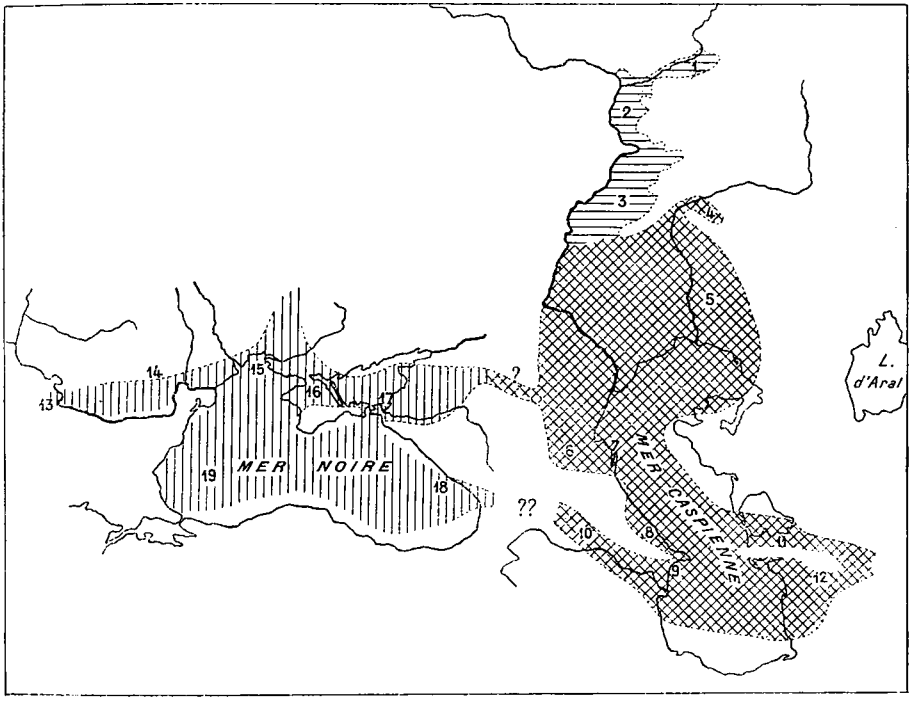


Fig. 452. — Carte schématique des bassins Pontique et Caspique à l'époque du Méotien (d'après N. ANDROUSSOW).

1-3, couches à *Cardium pseudoedule* : 1, bassin du Biélaïa; 2, bassin bolgarique; 3, bassin de Samara.
4-12, couches d'Aktchagbyl : 4, baie d'Outva; 5, monts d'Indersk; 6, Térek; 7, faciès de Kertch du Soulak; 8, Samour; 9, 10, golfe de Koura; 11, détroit de Krasnowodsk; 12, détroit du Balkan.
13-19, faciès de Kertch et couches à Congéries : 13, Serbie; 14, golfe Dacique; 15, bassin de Kherson; 16, détroit de Crimée; 17, bassin d'Azoff; 18, golfe de Soukoum; 19, bassin euxinique.

ments les plus méridionaux, sur le versant nord du Caucase, se trouvent à Khydyrsinde, au nord de Bakou.

L'extension du Sarmatien vers le nord peut être déterminée par des sondages et par les affleurements situés le long du cours inférieur du Don et sur les bords du Manytch.

A l'est de la mer Caspienne, les calcaires sarmatiens couvrent d'immenses surfaces, depuis la presqu'île de Manghychlak et les rives du Kara Bougas jusqu'au lac d'Aral, et ils constituent notamment la majeure partie du plateau d'Oust-Ourt. La faune comprend surtout *Cardium obsoletum*, *Ervilia podolica*, *Mactra podolica*, *Tapes gregaria*, *Trochus pictus*, *Cerithium pictum*, *Nassa duplicata*, *Bulla Lajonkaireana*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

La limite orientale de la mer sarmatienne qui occupait la dépression aralo-caspienne ne peut être exactement précisée.

Le sous-étage MÉOTIEN, sans s'étendre aussi loin vers l'est que le Sarmatien, couvre des surfaces non moins considérables, en raison de sa transgressivité vers le nord (fig. 452). Androussow lui a consacré des travaux remarquables [125, 184] et a donné au type caspien du sous-étage le nom de *couches d'Aktchaghyl*, emprunté à des collines situées au nord de Krasnowodsk, dans le district transcaspien.

Au nord du cap d'Apchéron, le Méotien forme, sur la rive occidentale de la Caspienne, une bande assez large, qui s'étend jusqu'au delà de Derbent. Il est représenté par des sables, des grès, des calcaires détritiques et des calcaires jaunes. On y trouve en abondance *Cardium Nikitini, Konchini, Karelini, Vogdti, Mactra karabugasica, subcaspia, Inostranzevi, Potamides caspius*. C'est une faune saumâtre tout à fait spéciale.

Plus au nord, près de l'embouchure du Soulak, le Méotien, parfaitement concordant avec le Sarmatien, débute par des argiles et des sables, alternant avec des bancs de calcaire oolithique, qui renferment *Modiola volhynica, Ervilia minuta, Venerupis Abichi, Potamides disjunctoides*, espèces caractéristiques du Méotien inférieur de la Crimée et de la Nouvelle-Russie. Ce n'est qu'au-dessus qu'apparaît, dans des sables, la faune spéciale aux couches d'Aktchaghyl.

Les dépôts méotiens s'étendent bien au nord de la Caspienne actuelle, le long de la Volga, de la Kama et de la Biélaïa, sous la forme d'argiles brunes, avec *Cardium pseudoedule, Vogdti, Mactra Ososkovi, karabugasica*, confondues autrefois avec les couches quaternaires.

On les rencontre aussi sur les bords du fleuve Oural et dans les monts Inderski, à l'état de sables, de grès et de calcaires blancs, qui renferment la plupart des espèces spéciales aux couches d'Aktchaghyl.

Dans la presqu'île de Manghychlak, le Méotien affecte le faciès caractéristique de la presqu'île de Kertch. Il comprend des calcaires oolithiques, avec *Modiola volhynica* à la base et petites Congéries au sommet [185].

Au sud du golfe de Kara-Bougas, les couches méotiennes constituent le plateau de Krasnowodsk et les collines tabulaires d'Aktchaghyl. Ce sont des marnes crayeuses ou sableuses et des calcaires blancs ou jaunes, atteignant 150 m d'épaisseur. Elles débutent quelquefois par un conglomérat de base et reposent soit sur le Sarmatien, soit directement sur les couches redressées du Crétacé. Elles renferment notamment *Aeicularia italica, Avicula transcaspica, Mactra karabugasica, Inostransevi, Cardium Nikitini, Karelini, dombra, Potamides caspius*.

Plusieurs de ces espèces ont été retrouvées par Androussow sur le bord septentrional du Petit-Balkhan, sur le chemin de fer transcaspien. La limite orientale des dépôts méotiens, le long de cette chaîne, est inconnue.

Il y a peu à dire sur les sous-étages PONTIEN et DACIEN des bords de la Caspienne septentrionale. Les couches méotiennes sont surmontées, dans la presqu'île de Manghychlak, par des calcaires jaunes à *Dreissensia* et *Monodacna pseudocatillus* [185]; sur le versant nord du Petit-Balkhan, par des conglomérats et des calcaires poreux à *Dreissensia* du groupe des *rostriformes* et grandes Hydrobies [184]. Nous retrouverons les deux sous-étages au cap Apchéron et en Transcaucasie.

Le groupe Néogène supérieur du type LEVANTIN n'a été rencontré jusqu'ici, dans le nord du bassin caspien, qu'en un seul point, à Voltchia-balka, près Sámara, sur la rive gauche de la Volga, où Androussow [130]

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

signale entre autres les espèces suivantes : *Unio lenticularis* var. *samarica*, *Sudovskyi*, *Neustruevi*, *Nicolaianus* var. *orientalis*, *Dreissensia polymorpha*, *Pisidium amnicum*, *Valvata piscinalis*, *Vivipara* aff. *Fuchsi*. Il semble que l'on soit en présence du niveau moyen des couches à Paludines de Slavonie.

Transcaucasie et Perse septentrionale. — Le groupe Néogène inférieur n'est pas représenté sur le versant méridional du Caucase; par contre, les couches à *Spaniodon* du TORTONIEN supérieur existeraient sous le Sarmatien dans la région de Koutaïs.

Le SARMATIEN prend un grand développement en Transcaucasie. Il est transgressif sur les terrains secondaires et a souvent pris part au plissement du bord méridional du Caucase. Dans la partie inférieure du bassin du Rion, il est encore mal connu, mais, dans la région supérieure, il est constitué par des grès à *Tapes gregaria*, qui remplissent deux petites cuvettes. Dans le bassin de la Koura, il est à l'état d'argiles ou de grès, renfermant de véritables faluns coquilliers avec la faune habituelle de l'étage. Dans l'est, il est transgressif et s'appuie directement sur le Tongrien ou sur les terrains secondaires. Près de la mer Caspienne, il ne dépasse pas Chemakha au nord et il semble que les deux versants du Caucase ne communiquaient pas par la région de Bakou.

Le MÉOTIEN affleure sur les bords de la mer Noire, dans le district de Soukhoum, sous la forme d'argiles à *Congeria novorossica*, identiques à celles de la presqu'île de Kertch. Par contre, dans le bassin de la Koura, le faciès des couches d'Aktchaghyl prend un grand développement, mais les deux faciès coexistent et alternent sur les bords de la Caspienne, au sud de Chemakha. La mer méotienne de la région transcaucasienne rejoignait la région de Derbent par la presqu'île d'Apchéron, où les couches d'Aktchaghyl reposent directement sur le Tongrien pétrolifère. On peut conclure de ce fait que l'ennoyage qui a donné naissance à la dépression de la Caspienne, transversale par rapport aux plissements du Caucase, est immédiatement postérieur à l'époque Sarmatienne.

Le PONTIEN (s. str.) est représenté, dans la même région, par les *couches de Chemakha*, avec *Congeria subcarinata*, *Dreissensia*, *Limnocardium*, *Didacna*, *Monodacna*, *Prosodacna*, *Melanopsis*, *Zagrabica*, etc. [184, II]; tandis que les *couches d'Apchéron* à *Cardium intermedium*, régressives par rapport aux précédentes, appartiennent au DACIEN.

Enfin, les *couches de Bakou*, dont on a fait l'étage *Hyrcanien*, doivent être attribuées au groupe NÉOGÈNE SUPÉRIEUR.

Le Néogène de l'Arménie Russe est encore insuffisamment connu. Des dépôts sarmatiens ont été rencontrés par Tietze sur le versant caspien de l'Elbourz, dans le Nord de la Perse, et Bogdanovitch en a retrouvé sur les bords du Kopet-dagh et sur les contreforts des monts Turkmènes-Khorasans, où ils ont pris part aux plissements.

Asie Mineure et Chypre. — Les dépôts des deux premiers étages méditerranéens manquent sur le versant pontique de l'Asie Mineure. Par contre, des calcaires coquilliers, qui constituent une partie de la presqu'île de Sinope, ont été attribués avec doute par Androussow [125] au Sarmatien.

Plus au sud, des dépôts levantins, encore insuffisamment connus, témoignent de la grande extension vers l'est des lacs de l'Égéide.

Dans le Sud de l'Asie Mineure, on connaît en Carie, en Lycie et en Cilicie d'importants lambeaux de dépôts néogènes marins, qui paraissent appartenir principalement au Vindobonien. Les listes de fossiles déjà anciennes qui en ont été données auraient besoin de sérieuses revisions.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Dans l'île de Chypre, qui appartient au plus méridional des arcs tauriques, les travaux d'Albert Gaudry [186] ont fait connaître deux termes marins du Néogène. Le terme inférieur, discordant sur le Nummulitique, comprend des marnes blanches ou grises, des calcaires crayeux et des masses puissantes de gypse, avec *Astræa Guettardi*, *Toxobrissus crescentinus*, *Chenopus pes graculis*. C'est sans doute encore le Vindobonien. Le terme supérieur, discordant sur l'inférieur, est constitué par des calcaires grossiers, des sables et des marnes, très fossilifères, avec *Cidaris Desmoulinsi*, *Ostrea Boblayei*, *Virleti*, *Pycnodonta cochlear*, *Pecten opercularis*, *Venus multilamella*, *Turritella subangulata*, *Natica Josephinia*, *Ranella marginata*, *Balanus tintinnabulum*. On est évidemment ici en présence du Néogène supérieur.

Arménie et Perse. — Sur le cours supérieur du Yechil-Irmak, dans la région où les arcs tauriques se raccordent avec les arcs iraniens, P. de Tchihatcheff a rencontré des grès et des calcaires jaunâtres à *Pecten planecostatus*, *scabrellus*, *Anomia costata*, que Suess [0,22] attribue au 1er étage méditerranéen.

H. Abich [187] a trouvé de même, plus à l'est et notamment sur les bords du lac d'Ourmiah, des couches qu'il a qualifiées de « supranummulitiques » et qui semblent être du même âge. Ce sont des marnes sableuses avec *Astræa Guettardi*, *Clypeaster altus*, *Echinolampas complanatus*, *Ostrea Virleti*, *Pecten convexo-costatus*.

Au sud-est de Téhéran, Tietze a rencontré, dans les monts Siokouh, des calcaires à *Lithothamnium* très fossilifères, que Th. Fuchs [188] assimile à l'Aquitanien, en raison de l'association d'espèces tongriennes, telles que *Cerithium Charpentieri*, et d'espèces du Néogène inférieur, telles que *Pecten rotundatus*, *Malvinæ*, *Beudanti*, *Cardium burdigalinum*, *Murex Partschi*, auxquelles viennent s'ajouter de nombreuses espèces nouvelles ou indifférentes de Bryozoaires, d'Échinides et de Mollusques. Il est possible qu'une partie de ces calcaires représente le Burdigalien. Au-dessus se trouve une importante formation gypseuse et salifère, qui recouvre de vastes surfaces en Arménie, dans l'Azerbeidjan, dans la Perse centrale et jusque dans la Perse méridionale et orientale, d'où elle paraît s'étendre dans l'Afghanistan. Aucun argument paléontologique n'est encore venu justifier son assimilation au Schlier helvétien. Si réellement elle est identique à la formation salifère des Karpates, il y aura lieu de l'attribuer au Tortonien. Elle supporte d'ailleurs des « sables jaunes avec grandes Huîtres, probablement de l'âge du Leithakalk » [0,22].

Béloutchistan et Inde occidentale. — On a vu précédemment (p. 1511) que la partie supérieure des *couches de Nari* du Béloutchistan et du Sind doit être attribuée, en raison de la présence de *Lepidocyclina dilatata* sans Nummulites, à l'Aquitanien. Les *couches de Gaj*, qui font suite aux couches de Nari, renferment encore des Lépidocyclines et *Ostrea angulata* et sont rangées par Vredenburg [XXXIX, 286], dans le même étage. Ce sont des calcaires jaunes, avec intercalations de calcaires sableux blancs, d'argiles et de gypses. Ils atteignent 300 à 450 m d'épaisseur. Leur faune est très riche en Zoanthaires.

Les *couches de Manchhar*, qui viennent au-dessus, sont d'origine fluviatile ou lagunaire. Elles comprennent des grès gris, des conglomérats et des argiles, avec bois silicifiés. Leur épaisseur dépasse 3 000 m et ce n'est que dans la partie tout à fait inférieure que l'on a recueilli des dents rapportées à *Mastodon latidens*, *Dinotherium indicum*, *Rhinoceros palæindicus*, espèces qui justifient l'attribution de la base de la série au groupe Néogène moyen.

Birmanie. — Les grès pétrolifères de Promé, dans la Basse-Birmanie, qui, dans leur partie la plus élevée, ont fourni des restes d'*Anoplotherium*, sup-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

portent une formation marine ou saumâtre, les *couches d'Yenangyoung*, épaisses d'environ 800 m et constituées soit par des grès glauconieux, soit par des argiles verdâtres avec gypse.

Theobald et après lui Fr. Nœtling [189] ont étudié la répartition verticale des nombreuses espèces animales que l'on rencontre dans ces couches.

Nœtling est arrivé à distinguer ainsi un certain nombre de « zones » successives, dont quelques-unes se retrouvent sur d'assez grandes surfaces, mais qui ne sont pas les mêmes dans la Basse et dans la Haute-Birmanie. Les espèces sont au nombre d'environ 280, qui se répartissent dans les Zoanthaires (4), les Échinides (3), les Lamellibranches (environ 80), les Gastéropodes (95), les Crustacés (6) et les Poissons. L'ensemble de cette faune est assez hétérogène. Il s'y trouve environ 60 espèces de Mollusques que Nœtling qualifie d'indigènes, puisqu'elles accusent des affinités avec des formes du Nummulitique de l'Inde. 23 sont voisines d'espèces du Nummulitique du bassin Anglo-Parisien et leur nombre décroît régulièrement depuis les couches inférieures jusque dans les couches supérieures. 30 se rapprochent d'espèces qui vivent actuellement dans la région Pacifique. 2 seulement (*Discohelix minuta*, *Cancellaria pseudocancellata*) peuvent être comparées à des espèces de la Méditerranée actuelle. Par contre, 19 sont identiques à des formes qui vivent de nos jours dans l'océan Indien, 19 sont « subidentiques » et 8 sont envisagées par Nœtling comme les ancêtres directs d'espèces de cet océan. Les affinités avec la faune des couches de Gaj, dans l'Inde occidentale, se réduisent à 20 espèces communes; elles sont un peu plus grandes avec la faune néogène de Java (37 espèces communes). Aucune espèce des couches de Yenangyoung n'est connue dans le Néogène d'Europe et l'ensemble de la faune présente plus de points de contact avec la faune nummulitique d'Europe qu'avec la faune néogène, même méditerranéenne, qui cependant a des affinités très marquées avec la faune actuelle de l'océan Indien.

Nœtling conclut de ces faits remarquables à une migration lente des faunes marines de l'ouest vers l'est, la faune nummulitique d'Europe ayant envahi l'Inde à l'époque Néogène et la région Pacifique à l'époque actuelle, la faune Néogène d'Europe ayant émigré à une date récente dans l'océan Indien.

Malheureusement, le groupe Néogène supérieur n'est représenté en Birmanie que par des dépôts continentaux ou fluviatiles, les *couches de l'Irrawadi*, formation de grès jaunes, atteignant près de 7 000 m d'épaisseur et renfermant une faune analogue à celle des couches des Siwaliks.

Pourtour de l'océan Indien. — Avant de poursuivre vers l'est l'étude des terrains néogènes de la Tethys, nous devons passer en revue, comme nous l'avons fait pour le Nummulitique, les masses continentales qui entourent l'océan Indien et qui constituent l'avant-pays tabulaire de la zone des plissements alpins.

Égypte et Syrie. — A ce titre l'Égypte et la Syrie peuvent trouver leur place ici, quoique les dépôts néogènes qu'on y rencontre fassent encore partie du bassin méditerranéen [190-193].

L'Aquitanien n'est que rarement représenté en Égypte par des formations marines; il est probable, par contre, que l'on doive lui attribuer une partie des dépôts sableux avec troncs d'arbres silicifiés, que l'on a décrits sous le nom de *forêts pétrifiées* et qui jouent un rôle si important dans les déserts de Libye et d'Arabie.

Un banc de grès dur, qui fait suite à ces sables, renferme, à Moghara, *Cytherea ericina*, *Lucina columbella*, *ornata*, *Corbula revoluta*, *Turritella terebralis*. Au-dessus viennent des sables, des graviers et des marnes gypseuses avec bois fossile (*Nicolia*, *Palmoxylon*),

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

ossements de Chéloniens (*Podocnemis*, *Trionyx*), de Crocodiliens (*Crocodilus*) et de Mammifères (*Brachyodus*, *Rhinoceros*); puis des grès marneux, avec *Scutella Zitteli*, *Mytilus aquitanicus*, *Lucina ornata*, *Venus ovata*, *Teredo mediterranea*, *Turritella terebralis*, *Proto cathedralis*, *Crepidula cochlearis*, *Galerus chinensis*. L'attribution de cet ensemble à l'Aquitanien et peut-être à la base du Burdigalien est très vraisemblable.

En beaucoup de points, la transgression néogène commence en Égypte par le Burdigalien, qui repose en discordance sur le Nummulitique. Depéret et Fourteau [191] ont reconnu sa présence au djebel Geneffe, sur le bord septentrional du désert d'Arabie, où il débute par des grès noirâtres, avec *Echinolampas amplus*, *Scutella Ianesi*, *Pecten Tournali*, *præscabriusculus*, *subbenedictus*, *Kochi*, *Ostrea Virleti*, *Boblayei*. Puis viennent des grès jaunes et rougeâtres, avec *Cidaris avenionensis*, *Echinoneus Artini*, *Amphiope truncata*, *Ostrea digitalina*. A Dar-el-Beda et à Giaffra, les mêmes auteurs citent en outre *Pecten Beudanti* et *geneffensis*.

Dans la même région, la base du Vindobonien est marquée par des marnes bleues gypsifères et par des calcaires bleus. Mais la plus grande partie de l'étage est constituée par des calcaires à *Lithothamnium* et *Heterostegina*, avec *Pericosmus Lyonsi*, *Echinolampas amplus*, *Pliolampas Pioti*, *Scutella Zitteli*, *Clypeaster acclivis*, *Cellepora polythale*, *Ostrea digitalina*, *Pecten latissimus*, *cristato-costatus*, *Pectunculus pilosus*, *Cytherea erycina*, *Turritella terebralis*, *tricarinata*, *Ficula condita*, *Strombus nodosus* [192].

Des calcaires grossiers renfermant la même faune se retrouvent à Moghara, ainsi que dans la partie occidentale du désert de Libye, jusque dans l'oasis de Siouah et dans la Cyrénaïque, où ils sont vraisemblablement transgressifs. On les rencontre également sur les deux rives du golfe de Suez, qui existait donc dès le milieu de l'époque Néogène, sous la forme d'un golfe de la Méditerranée et non de la mer Rouge. Celle-ci a pris naissance à une date plus récente. Par contre, la vallée du Nil et les Grandes Oasis n'ont été occupées à aucun moment par la mer Néogène.

En Syrie, le Néogène est exclusivement représenté par des calcaires grossiers, avec marnes et gypses, qui reposent en discordance sur le Nummulitique, sur le Crétacé ou sur le granite. On y trouve des *Lithothamnium*, des *Heterostegina*, des Zoanthaires, des Échinides (*Clypeaster*, *Echinolampas*), *Pecten scabrellus*, *Besseri*, *latissimus*, *vindascinus*, *Pycnodonta cochlear*, *Lucina columbella*, *Corbula gibba*, *Turritella subangulata*. Il n'y a aucune raison sérieuse de leur attribuer, avec Blanckenhorn [193], un âge plus récent qu'aux calcaires vindoboniens d'Égypte.

Au Pontien correspond en Égypte, comme sur le bord septentrional de la Méditerranée néogène, une phase d'exondation.

On connaît cependant, près de Moghara, des quartzites qui renferment, d'après Blanckenhorn [192], un mélange d'espèces « miocènes », telles que *Lucina Dujardini*, *Cytherea subundata*, *Tugonia anatina*, et d'espèces « pliocènes », telles que *Cardium subsociale*, *Lucina leucoma*, *Natica Josephinia*, *Cerithium vulgatum*, *conicum*. On pourrait, pour cette raison, en faire du Sahélien, d'autant plus que l'on connaît plus à l'est, sur l'ouadi Natron, des dépôts fluvio-marins, déposés par l'ancien Nil, qui ont fourni, outre *Ostrea cucullata*, des ossements de Reptiles et de Mammifères de l'âge des couches de Pikermi.

La mer envahit de nouveau la Basse-Égypte à l'époque du Plaisancien. On attribue à cet étage les grès à *Gastrana fragilis*, *Lucina leucoma*, *Cerithium conicum* de Bir Hooker, sur l'ouadi Natron; les sables de Kom-ech-Chelloul, au sud de la Grande Pyramide, avec *Clypeaster ægyptiacus*, *Pecten scabrellus*, *bollenensis*, *benedictus*, *erythræensis* [191], *Cytherea chione*, *Strombus Mayeri*; enfin, des marnes et des grès qui, en Syrie, contiennent *Ostrea cochlear*, *Pecten Jacobæus*, *cristatus*, *syriacus*, *Limopsis aurita*, *Lucina columbella*, *Dentalium sexangulare*, *Cancellaria lyrata*, *Turritella subangulata*.

A l'Astien semblent appartenir des sables à *Ostrea cucullata*, bien déve-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

loppés près du Caire, aux Pyramides et près de Moghara. On y a signalé notamment *Pecten benedictus, scabrellus, latissimus, Modiola adriatica, Cardium subsociale, Mactra subtruncata, Cerithium conicum, Ranella marginata.*

Afrique orientale allemande. — W. Wolff signale à Lindi des brèches à ciment calcaire renfermant *Lepidocyclina dilatata*, des Échinides (*Plesianthus, Echinolampas, Clypeaster*) et *Pecten pleuronectes*, incontestablement aquitaniens [XXXIX, 294; 9]. L'âge des calcaires à Échinides et Lamellibranches des îles de Mafia, Zanzibar et Pemba est certainement beaucoup plus récent.

Madagascar. — Le Néogène inférieur a été découvert par Paul Lemoine, dans le Nord de Madagascar, en 1903 [XXXVII, 75]; les études de ce géologue et de R. Douvillé sur les Lépidocyclines [9, 194] ont permis depuis d'établir le parallélisme rigoureux des dépôts de cet âge avec les horizons que l'on peut aujourd'hui distinguer dans l'Aquitanien et le Burdigalien de diverses régions de la Tethys.

Presque entièrement localisé dans la presqu'île du cap d'Ambre, au nord de la baie de Diégo-Suarez, le Néogène inférieur est constitué par des calcaires grossiers, plus ou moins marneux, transgressifs et reposant soit sur le Nummulitique moyen, soit sur le Crétacé. Des coulées ou des tufs basaltiques y forment des intercalations et s'y retrouvent à l'état de petits galets, de sorte qu'il n'y a aucun doute sur le synchronisme des calcaires et des éruptions basaltiques du Bobaomby. Les fossiles sont très abondants dans certains bancs. Ce sont, outre les Foraminifères, sur lesquels nous reviendrons, des *Lithothamnium*, des Échinides (*Cidaris, Phyllacanthus, Eupatagus*), des Lamellibranches (*Spondylus gæderopus*) et surtout des Gastéropodes (*Harpa conoidalis, Terebra subacuminata, Strombus Bonellii, Junghuhni, Lyria Edwardsi, Turricula gembanaca, Cassis Archiaci, Cypræa pranum*). Les affinités de la faune sont surtout avec l'Inde occidentale et Java, mais les espèces européennes ne font pas défaut.

Les Lépidocyclines se répartissent, d'après R. Douvillé [194], en deux niveaux : les couches inférieures, incontestablement aquitaniennes, avec *Lepidocyclina formosa*, et les couches supérieures, probablement burdigaliennes, renfermant, à Andravy, *Lepidocyclina Mariæ, Ferreroi, Martini, Gallienii, Miogypsina irregularis, Cycloclypeus communis.*

Un niveau un peu plus ancien paraît exister dans l'île de Nosy Kalakajaro, sur la côte occidentale de Madagascar, où des tufs basaltiques ont fourni *Lepidocyclina dilatata.*

Australie. — Le Néogène existe, dans l'Australie du Sud, aux environs d'Adelaïde. A Muddy-Creek (Victoria), il a été insuffisamment séparé du Nummulitique. Ainsi on cite pêle-mêle, dans une même liste, des espèces lutétiennes et des espèces incontestablement aquitaniennes ou même plus récentes, telles que *Lepidocyclina Mantelli, stellata, Deltocyathus italicus, Schizaster ventricosus, Aturia Aturi* [XXXVII, 75]. On a signalé, en d'autres points de la côte de Victoria, des formations fluvio-marines néogènes, renfermant, outre de nombreux débris végétaux, des restes d'Échinides, de Bryozoaires, de Mollusques et de Cétacés.

En Tasmanie, le travertin jaune de Hobart-Town, riche en empreintes végétales, est considéré, par Ettingshausen, comme « miocène ».

Régions circumpacifiques. — Dans l'étude des terrains néogènes des régions circumpacifiques nous procéderons, comme nous l'avons fait pour les terrains nummulitiques, en commençant par l'archipel Malais.

Bornéo. — Les dépôts néogènes, en raison de leur transgressivité, ont, à

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Bornéo, une extension géographique beaucoup plus considérable que les dépôts nummulitiques. Toutefois, dans la chaîne septentrionale et dans la chaîne méridionale, l'Aquitanien et le Burdigalien semblent faire suite en concordance au Chattien, caractérisé par l'association des dernières Nummulites et des premières Lépidocyclines.

H. Douvillé [XXXIX, 304] a été conduit, par l'étude des matériaux recueillis par Buxtorf, à distinguer les termes suivants :

Aquitanien. 1° calcaires à *Lepidocyclina formosa, Heterostegina, Alveolina;*
2° marnes à silex, avec *Lepidocyclina insulæ natalis, Cycloclypeus communis, Heterostegina;*
3° marnes et calcaires, avec *Lepidocyclina insulæ natalis, Spiroclypeus orbitoideus, pleurocentralis, Cycloclypeus communis, Heterostegina margaritata.*
Burdigalien. Grès et argiles, avec lignites, à *Lepidocyclina Tournoueri, sumatrensis, Miogypsina, Operculina Niasi.*

Les termes moyens et supérieurs du Néogène semblent manquer à Bornéo.

Sumatra. — La détermination exacte de l'âge des diverses couches tertiaires de Sumatra n'a été possible qu'à la suite de l'étude, par H. Douvillé, des Lépidocyclines recueillies par Aug. Tobler [XXXIX, 307]. Les couches qui renferment ces Foraminifères sont aquitaniennes et fournissent un précieux point de repère pour l'attribution des divers termes de la série au Nummulitique ou au Néogène.

Voici, d'après les travaux de Verbeek [XXXIX, 306] et de Tobler, la succession que l'on observe dans le Sud de Sumatra :

Aquitanien. Schistes de Goumaï, avec intercalations de bancs calcaires à *Lepidocyclina Tournoueri* et *Heterostegina;* calcaires coralligènes de Batou Radja à *Lepidocyclina insulæ natalis* et *Spiroclypeus orbitoideus,* avec *Pecten Fritschi, Helenæ, multiramis, Teredina annulata, Cypræa extenuata;* calcaires fétides de Batou Radja à *Lepidocyclina Tournoueri;* conglomérats, tufs andésitiques et grès de Kamoumou, avec *Arca Geyleri, Cucullæa pachygastris, Cardium arcæforme, Dosinia polyptyx, Tapes Fritschi, Venerupis Martini, Tellina Verbeeki.*
Couches de Palembang. 1° Schistes et grès pétrolifères de Palembang et de Benkoulen, avec riche faune marine : *Arca kroensis, obliquidens, gibba, Leda præradiata, Dosinia hemilia, dubiosa, Cytherea imitatrix, Cardita vasta, Tellina euæsta, Mactra plana, Patella autochroa, Columbella simplex, Eburna canaliculata, Tritonium impressum, Pleurotoma plagioptyx;*
2° argiles et lignites de Mouara et grès pétrolifères de Benkoulen, avec Mollusques mal conservés (*Arca, Venus*) et belles empreintes végétales;
3° ponces et tufs avec Mollusques d'eau douce (*Unio, Ampullaria*) et empreintes végétales.

L'attribution des couches inférieures de Palembang au Burdigalien ou au Vindobonien ne peut guère faire de doute; mais celle des couches moyennes et supérieures au Néogène supérieur n'est basée jusqu'ici sur aucune donnée paléontologique.

Java. — Les couches mésonummulitiques semblent directement recouvertes à Java par une formation importante, qui a reçu le nom de *groupe de Java.* Autrefois considérée comme un représentant de tout le système Néogène, elle est attribuée aujourd'hui exclusivement au Néogène inférieur. Elle comprend des brèches, des marnes et des calcaires très fossilifères, qui constituent une grande partie de l'île. H. Douvillé [XXXIX, 304] a montré, en se basant sur les travaux de Verbeek et Fennema [XXXIX, 308], que les *Lepidocyclina* et les *Miogypsina* y sont distribuées par horizons exactement comme à Bornéo. Les Mollusques sont extrêmement abondants et leur conservation est remarquable. Les Lamellibranches n'ont pas encore été décrits. Les Gastéropodes [195] se répartissent dans les genres *Patella,*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Delphinula, *Trochus*, *Turbo*, *Neritina*, *Nerita*, *Pyramidella*, *Scalaria*, *Sigaretus*, *Natica*, *Calyptræa*, *Solarium*, *Melania*, *Turritella*, *Vermetus*, *Cerithium*, *Potamides*, *Rostellaria*, *Strombus*, *Cypræa*, *Pirula*, *Dolium*, *Cassis*, *Ranella*, *Triton*, *Murex*, *Columbella*, *Nassa*, *Hindsia*, *Tritonidea*, *Siphonalia*, *Melongena*, *Latirus*, *Fusus*, *Turricula*, *Mitra*, *Volula*, *Marginella*, *Ancillaria*, *Oliva*, *Cancellaria*, *Pleurotoma*, *Conus*, *Terebra*, *Ringicula*, *Scaphander*, *Actæon*. La plus grande partie des espèces est spéciale à la région.

Les termes moyens et supérieurs du Néogène ne paraissent pas représentés à Java.

Zone externe de l'Archipel Malais. — Les îles Andaman, Nicobar, Babi, Nias, Batou, Mentawei, Sikobon, Nassau appartiennent à une zone de plissements plus méridionale que Sumatra et Java et elles relient la chaîne Birmane aux îles Soumba, Rotti, Timor, par lesquelles s'opère la jonction de cette zone avec la zone principale des îles de la Sonde. L'île Christmas est située encore en dehors de cette zone externe.

Des couches à Lépidocyclines aquitaniennes ont été signalées dans les îles Andaman.

Dans l'île Nias, les termes inférieurs et moyens du groupe Néogène paraissent représentés par une série ininterrompue de dépôts [196]. A la base se trouvent des marnes à *Lepidocyclina sumatrensis*, *Operculina Niasi*, *Nummulites Niasi*, *Amphistegina Niasi*, qui semblent représenter l'Aquitanien, ou peut-être le Chattien. Les couches moyennes et supérieures sont très riches en Mollusques, parmi lesquels se trouvent surtout des espèces du groupe de Java.

L'île Christmas a fait l'objet d'un intéressant mémoire d'Andrews [197]. On y a observé, entre deux coulées de basalte, des calcaires renfermant *Amphistegina Lessoni*, *Heterostegina Lessoni* et (?) *Orthophragmina dispansa*. Si cette dernière détermination se vérifiait, on aurait affaire à du Nummulitique. Au-dessus d'une série de basaltes et de tufs palagonitiques viennent ensuite des calcaires, contenant des fragments de basalte, couverts de *Lithothamnium* et de *Polytrema*, et des Orbitoïdes, qui appartiennent aux genres *Lepidocyclina* et *Miogypsina*. D'après cette association on serait en présence de couches d'âge burdigalien.

Moluques. — Les belles recherches de Verbeek sur les Moluques [XXXIX, 309] ont fait connaître des calcaires à Lépidocyclines et à Globigérines, très vraisemblablement aquitaniens, dans les îles Kasiwoui, Kour, Grand Kei, Rendjouwa, Taméti, Batanta, dans l'est de Halmahéra; d'autres géologues ont rencontré les mêmes calcaires à Misol, Ceram et à Célèbes. En général, ces couches sont fortement redressées, tandis que des couches plus récentes, détritiques, appartenant peut-être au Néogène supérieur, ont conservé leur horizontalité primitive.

Nouvelle-Guinée. — Dans l'ouest de la Nouvelle-Guinée, des calcaires à *Lithothamnium* et *Lepidocyclina gigantea* indiquent la présence de l'Aquitanien. Dans la partie anglaise de l'île, des calcaires oolithiques et des argiles renferment *Voluta macroptera* et *anticingulata*, espèces du Néogène australien.

Nouvelles-Hébrides. — Le Néogène n'est pas connu encore en Nouvelle-Calédonie. En revanche, Chapman [198] a signalé l'existence, aux Nouvelles-Hébrides, de calcaires néogènes renfermant *Lepidocyclina Martini*, *insulæ natalis*, *sumatrensis*, *Miogypsina burdigalensis*, *irregularis*, *complanata*, *Amphistegina Lessoni*, *Heterostegina margaritata*. Ces couches, qui représentent probablement à la fois l'Aquitanien et le Burdigalien, reposent sur des roches volcaniques anciennes.

Nouvelle-Zélande. — La présence d'une *Miogypsina*, décrite par Karrer sous

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

le nom d'*Orbitoides orakeiensis*, à la baie d'Orakei, rend vraisemblable l'existence du Burdigalien aux environs d'Auckland. L'âge des argiles bleues et des grès, qui constituent le *système de Pareora*, est plus difficile à préciser. Leur faune comprend notamment *Pecten Hochstetteri, Lima crassa, Arca decussata, Cucullæa ponderosa, Pectunculus laticostatus, Crassatella ampla, Cytherea Enysi, Venericardia intermedia, Lutraria solida, Struthiolaria spinosa, Voluta pacifica.*

Le *système d'Awatere* appartient à un niveau plus élevé du Néogène. Sa faune, qui renferme plus de 40 % d'espèces vivantes, est caractérisée par *Pecten gemmulatus, laticostatus, Ostrea ingens, Crassatella ampla, Struthiolaria cingulata, Fusus triton, Voluta pacifica, Murex octogonus.* Ce même système existe dans l'île Chatham, à l'est de l'île du Sud.

Filhol a signalé d'autre part, à l'île Campbell, des couches à *Magellania gravida, Panopæa plicata* [XXXVII, 75].

Philippines. — Passant maintenant à la branche septentrionale du géosynclinal circumpacifique, nous constatons la présence du Néogène inférieur aux Philippines. K. Martin a signalé, en effet, dans les marnes des mines de lignite d'Alpacó, dans l'île de Cebú, des *Lepidocyclina* et divers Mollusques (*Pecten, Cardita, Natica, Ancilla, Vicarya callosa*). H. Douvillé [XXXIX, 312] a pu reconnaître, au-dessus de la série lignitifère des îles Batan, Cebú, Polillo, Mindoro, qu'il attribue au Stampien, grâce aux documents paléontologiques recueillis par W. Smith, les niveaux suivants :

1° calcaires moyens à grandes Lépidocyclines (*Lepidocyclina insulæ natalis, formosa, Richthofeni*);
2° grès et argiles à *Cyclocypeus communis, Orbitolites, Alveolinella, Miogypsina*;
3° calcaires supérieurs à petites Lépidocyclines (*L. Verbeeki*) et *Miogypsina.*

Il semble que les deux niveaux supérieurs représentent le Burdigalien.

Japon. — Des calcaires à *Lithothamnium* et *Lepidocyclina* (*L. Verbeeki, angularis, sumatrensis*) indiquent la présence de l'Aquitanien à Formose et dans les îles Riou-Kiou. On les retrouve au Japon jusque dans la région de Tokio [9].

Alaska et Orégon. — Les dépôts tongriens d'Astoria (Orégon) supportent des argiles quelquefois sableuses, connues sous le nom de *couches d'Astoria* et attribuées assez généralement à la partie inférieure du système Néogène. On retrouve cette formation dans l'état de Washington, dans la Colombie Britannique et jusque dans l'Alaska, où elle repose sur la formation de Kenaï, qui, pour cette raison, est considérée comme nummulitique. La faune de la localité d'Astoria a seule fait l'objet d'un travail paléontologique utilisable. W. H. Dall [199] décrit une soixantaine d'espèces de Mollusques, dont plus de la moitié sont spéciales à Astoria.

Des dépôts néogènes, probablement un peu plus récents, affleurent sur les rives de Coos Bay, dans l'Orégon. Ce sont des schistes et des grès, auxquels on a donné le nom de *formation d'Empire*, emprunté à un village situé sur la baie.

Dall décrit 90 espèces, dont 41 sont spéciales à Coos Bay, tandis que 22 se retrouvent dans les couches d'Astoria, 19 dans le Néogène de Californie et 10 dans la faune actuelle du Pacifique.

Californie. — Le Néogène de Californie, grâce surtout aux beaux travaux de Ralph Arnold [XXXIX, 316-320], peut être envisagé comme une des séries les mieux connues de ce système. Les dépôts sont étroitement localisés, au moins au début de la période, dans le segment des Coast Ranges situé au sud de San Francisco et dans la vallée du Sacramento. A aucun

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

moment la sierra Nevada n'est plus envahie par les eaux. Les mouvements orogéniques qui ont eu lieu à la fin de la période Nummulitique ont transformé la région située entre la vallée du Sacramento et la mer en un archipel, dont les formes se sont modifiées à plusieurs reprises, par suite de mouvements orogéniques qui ont donné lieu à des discordances entre les divers termes de la série néogène que distinguent les géologues californiens. Ces divisions ne peuvent être identifiées qu'en bloc avec les séries européennes, tout parallélisme de détail étant rendu impossible par l'absence complète d'espèces communes aux faunes des deux régions. Voici, résumés d'après Ralph Arnold, les caractères des diverses formations :

Vaqueros. Discordant avec le San Lorenzo et le Sespe, d'âge tongrien, ce terme comprend, dans le nord de la région, des conglomérats et des grès, avec un faible développement des argiles; dans le sud, il est principalement constitué par des argiles sableuses foncées et les grès jouent un rôle secondaire. L'épaisseur des dépôts est très variable et peut atteindre 1 000 m. La faune est particulièrement riche dans les districts de Coalinga et de Santa Maria, où les espèces les plus caractéristiques sont les suivantes : *Scutella Merriami*, *Ostrea Titan*, *Eldridgei*, *Pecten Andersoni*, *Bowersi*, *magnolia*, *Anaussium lumpocensis*, *Mytilus Mathewsoni*, *Arca Osmonti*, *Cardium vaquerosensis*, *Chione temblorensis*, *Lucina pertenuis*, *sanctæcrucis*, *ponderosa*, *Zirphæa dentata*, *Turritella ocoyana*, *ineziana*, *Conus Hayesi*, *Trophon Bartoni*, *Cancellaria vetusta*, *Ocinebra topangensis*.

Monterey. Cet étage, discordant sur celui de Vaqueros, est constitué par des alternances d'argiles à Diatomées, de calcaires, de projections volcaniques et de grès, dépassant 1 600 m d'épaisseur. Si l'on excepte les Diatomées (*Coscinodiscus*, *Actinoptychus*, *Arachnodiscus*, *Lithodesmium*), les restes organiques y sont rares (*Arca*, *Lucina*).

Santa Margarita. Des mouvements orogéniques très intenses ont eu lieu dans les Coast Ranges après le dépôt des couches de Monterey, aussi les couches de Santa Margarita sont-elles localisées dans l'est de cette chaîne et dans la dépression du Sacramento, qui constituait un détroit. Elles débutent généralement par un conglomérat et comprennent surtout des grès et des argiles, quelquefois avec Diatomées. Leur épaisseur maximum est d'environ 300 m. La faune se compose surtout de Lamellibranches de grande taille, tels que *Ostrea Titan*, *Hinnites giganteus*, *Pecten crassicardo*, *estrellanus*, avec *Trophon carisaensis* et un Cirripède, *Tamissoma gregaria*.

Jacalitos. Constitué dans le district de Coalinga par 1 200 m de sables, de graviers et d'argiles, cet étage y est très fossilifère et renferme notamment des Échinides (*Astrodapsis jacalitoensis*, *Echinarachnius Gibbsi*), des Lamellibranches (*Ostrea Atwoodi*, *Monia macroschisma*, *Macoma jacalitosana*, *Dosinia jacalitosana*, *Chione securis*), des Gastéropodes (*Chrysodomus imperialis*, *Crepidula princeps*, *Neverita Recluziana*, *Thais crispatus*, *Trophon ponderosum*). Il correspond vraisemblablement à la formation d'Empire, dans l'Orégon.

Etchegoin. Ce terme est transgressif par rapport au précédent et présente la même composition lithologique. Il est très fossilifère, surtout à la base, et renferme notamment *Astrangia coalingensis*, *Scutella Perrini*, *Terebratella occidentalis*, *Placunanomia californica*, *Ostrea vespertina*, *lurida*, *Pecten Oweni*, *coalingensis*, *deserti*, *Chlamys Nutteri*, *Lucina acutilineata*, *Macoma nasuta*, *Chrysodomus imperialis*, *Nassa californiana*, *Crepidula princeps*, *Cancellaria tritonidea*.

Fernando. Sous ce nom, employé concurremment avec ceux de *Diego* et de *Purisima*, on distingue une formation marine étroitement localisée dans la région littorale de la Californie méridionale. Les éléments les plus caractéristiques de la faune sont les suivants : *Terebratella Smithi*, *occidentalis*, *Alectryonia Veatchi*, *Chlamys Wattsi*, *Pecten Merriami*, *Cardium quadrigenarium*, *Mya truncata*, *Cancellaria fernandoensis*, *Cypræa fernandoensis*. Ce terme supérieur représente certainement le groupe Néogène supérieur, tel qu'il est compris dans le présent ouvrage.

Basse-Californie. — Quelques termes du Néogène californien se retrouvent dans la presqu'île de la Basse-Californie. Ainsi, les couches de Carrizo Creek, qui constituent, dans la région de San Diego, un équivalent de l'Etchegoin, se poursuivent vers le sud jusqu'à Santa Rosalia et Boleo, où ils renferment *Pecten cedrosensis*, *carrizoensis*, *Keepi*, etc.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

De même un équivalent des couches de Purisima se rencontre à Tijuana et à l'île des Cèdres, avec *Pecten Vealchi*, *Lecontei*, *cedrosensis*.

Les Pectinidés sont donc en Amérique d'aussi bons fossiles caractéristiques qu'en Europe.

Le Néogène est inconnu dans les autres états du versant pacifique du Mexique.

Pérou. — Nous avons été conduits précédemment (p. 1347) à chercher sur les côtes pacifiques de l'Amérique du Sud le prolongement du géosynclinal auquel appartiennent les dépôts néocrétacés de la Californie. Nous rencontrons de même au Pérou et au Chili des dépôts néogènes que nous pouvons attribuer au géosynclinal circumpacifique et qui sont cantonnés dans la zone littorale.

Dans le Nord du Pérou, il existe, sur les confins de l'Équateur, un bassin tertiaire, situé entre Tumbez et le golfe de Payta, dont J. Grzybowski [200] a fait connaître les dépôts, qui reposent directement sur le granite et sur des phyllades probablement paléozoïques. Ce géologue décrit la succession suivante :

1° *étage d'Ovibio*, alternances de grès et de schistes gréseux comparables au Flysch des Alpes, avec *Solen microsulcatus* et *Turritella tricarinata;*

2° *étage de Heath*, schistes bitumineux avec *Ostrea latiareata*, *sculpta*, *Leda acutisinuata*, *Venus Münsteri*, *Nelsoni*, *Cytherea planivieta*, *Dosinia lenticula*, *Lutraria vetula*, *Hortensia*, *Lucina prosoptera*, *Cardium subaucanum*, *tenuimargo*, *Terebratula filicincta;*

3° *étage de Zorritos*, grès, avec *Arca valdiviana*, *Larkini*, *septifera*, *Psammobia Darwini*, *Venericardia clapidens*, *Turritella* (8 esp.), *Solarium sexlineatum*, *Pyrula roseta*, *Struthiolaria guttifera*, *Punctarella phrygia;*

4° *étage de Talara*, schistes bruns avec *Nucula minuscula*, *araucana*, *Cardium procurvatum*, *Lucina pulchella* (voisine de *L. columbella*), *Corbula lanceolata*, *Natica elata*, *Fusus inflatus*, *Mitra labiata*, *Columbella buccata*, *longistoma*, *turrita*, *Strombus furcatus;*

5° *étage de Payta*, conglomérats, avec *Ostrea oculata* (voisine d'*O. cucullata*), *lunaris*, *Pecten paytensis*, *intercostatus*, *densicinctus*, *Arca reversa*, *Pectunculus paytensis*, *Venus saginata*, *Chione columbensis.*

Ces faunes présentent des affinités à la fois avec les faunes actuelles de la côte pacifique, avec celles du Néogène du Chili et avec celles du Néogène de l'Europe occidentale. Ces dernières sont plus grandes qu'avec l'Amérique du Nord. L'ensemble des 5 étages paraît correspondre à la totalité du Néogène.

Chili. — Sur toute la côte du Chili, depuis Caldera, au nord, jusqu'à l'île de Chiloë, au sud, il existe des dépôts néogènes qui reposent directement sur les terrains métamorphiques du littoral. On peut y distinguer deux subdivisions, une partie inférieure, les *couches de Navidad*, riche en lignites, dont la faune présente des affinités atlantiques, et une partie supérieure, les *couches de Coquimbo*, dont la faune est essentiellement pacifique. Les restes organiques du Néogène du Chili ont fait l'objet de travaux importants de Ch. Darwin, A. d'Orbigny, R. A. Philippi, mais c'est à G. Steinmann et W. Möricke [201] que revient le mérite d'avoir séparé nettement les deux niveaux.

La faune des couches de Navidad ne renferme pas moins de 20 genres (*Crassatella*, *Anomia*, *Solenomya*, *Dentalium*, *Crenatula*, *Amathusia*, *Actæon*, *Bulla*, *Turbonilla*, *Solarium*, *Cassis*, *Terebra*, *Ficula*, *Conus*, etc.) qui font aujourd'hui entièrement défaut sur les côtes du Chili et se rencontrent pour la plupart dans la Méditerranée. De plus, 13 espèces sont représentées par des formes très voisines, voire identiques, dans le Néogène d'Europe. Quelques espèces se retrouvent dans le Néogène de la Nouvelle-Zélande et le genre

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Struthiolaria ne vit plus actuellement que sur les côtes de ce pays. Par contre, aucune espèce ne relie la faune des couches de Navidad aux faunes néogènes de Californie.

On peut assimiler les couches de Navidad soit au Néogène inférieur d'Europe soit, peut-être, au Tongrien.

La faune des couches de Coquimbo comprend presque exclusivement des espèces qui vivent actuellement sur les côtes pacifiques de l'Amérique du Sud ou qui sont très voisines d'espèces actuelles de cette région. On peut citer notamment *Mytilus chorus*, *Nucula pisum*, *Solen Dombeyi*, *gladiolus*, *Turritella cingulaliformis*, *Monoceros crassilabris*, *costatus*, *giganteus*, *Concholepas Kieneri*, *Chiton deperditus*, *antiquus*. Les couches de Coquimbo appartiennent vraisemblablement au Néogène supérieur.

Il est évident que d'importantes modifications géographiques se sont produites entre la formation des couches de Navidad et celle des couches de Coquimbo. Nous aurons l'occasion d'y revenir.

Détroit de Magellan. — Diverses expéditions et en particulier celle d'Otto Nordenskjöld ont fait connaître récemment des dépôts néogènes qui affleurent sur les deux rives du détroit de Magellan et à la Terre de Feu. O. Wilckens [XXXVIII, 34] les réunit sous la dénomination de *Mollasse Patagonienne*, tandis qu'Ortmann [203] cherche à les grouper en deux étages, le *Magellanien* et le *Patagonien*. En réalité, c'est une série très homogène, constituée par des couches ligniteuses avec empreintes végétales (*Fagus*, *Araucaria*), alternant avec des couches marines, dont certains bancs sont très riches en Mollusques. La faune comprend, d'après Steinmann et Wilckens [204], entre autres les espèces suivantes : *Caryophyllia Sebastiana*, *Magellania Ameghinoi*, *Nucula reticularis*, *Malletia ornata*, *Cardita elegantoides*, *Dosinia meridionalis*, *Venus navidadis*, *Gibbula Lehmann-Nitschei*, *Turbonilla fuegina*, *Natica chiloensis*, *Turritella ambulacrum*, *Breantiana*, *Hemichenopus araucanus*, *Struthiolarella Ameghinoi*, *Cominella obesa*, *Nassa fuegina*, *Nordenskjöldi*, *Columbella pulla*, *Siphonalia Iheringi*, *Voluta triplicata*, *Actæon chilensis*. La plupart d'entre elles se rencontrent également soit dans les couches de Navidad du Chili, soit dans les couches patagoniennes de la côte atlantique de la Patagonie, dont il sera question plus loin, soit dans les deux formations à la fois. On peut donc attribuer à la Mollasse Patagonienne le même âge qu'aux couches de Navidad.

Terres antarctiques. — De même que les dépôts crétacés des îles Seymour et Snow Hill constituent l'homologue de ceux du Chili et fournissent un jalon qui permet de relier par les terres antarctiques la branche occidentale à la branche orientale du géosynclinal circumpacifique, de même les dépôts néogènes découverts par O. Nordenskjöld dans l'île de Seymour et décrits par J. G. Andersson [XXXVIII, 377] constituent le prolongement de ceux de la Terre de Feu. Ce sont des grès à ciment calcaire, associés à des tufs porphyritiques, qui renferment des empreintes végétales (Fougères, Conifères, *Fagus*), des Brachiopodes (*Bouchardia*, *Lingula*), des Mollusques (*Lahillia angulata*, *Cucullæa alta*, *Modiola Ameghinoi*, *Cominella obesa*, *Turritella*, *Natica*, *Struthiolaria*) et de nombreux ossements de *Zeuglodon* et de Pingouins, appartenant à plusieurs genres distincts. L'âge de ces couches est certainement le même que celui de la Mollasse Patagonienne.

Rivages atlantiques. — L'analogie des terrains néogènes des régions orientales de la Patagonie et de la République Argentine avec ceux des rives du détroit de Magellan est telle que c'est par eux que nous commen-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

cerons l'étude des rivages atlantiques, au lieu de procéder du nord au sud, comme nous avons fait dans le chapitre précédent.

République Argentine. — Il existe, depuis le détroit de Magellan au sud jusqu'au golfe de San Jorge au nord, sur la côte est de Patagonie, toute une série d'affleurements d'une formation marine qui s'intercale entre les couches à *Pyrotherium* nummulitiques et une formation continentale très importante, le *Santacruzien*. C'est une mollasse en tous points semblable à la Mollasse Patagonienne, que nous avons appris à connaître sur les rives du détroit de Magellan. Sa faune est toutefois beaucoup plus riche et ses éléments nous permettront d'arriver à des conclusions précises sur l'âge de la Mollasse Patagonienne et de ses équivalents sudaméricains et antarctiques. Elle comprend de nombreux Échinides (*Cidaris antarctica*, *Psammechinus Iheringi*, *Tournoueri*, *Hypechinus patagonensis*, *Platypygus posthumus*, *Iheringina patagonensis*, *Schizaster Ameghinoi*, *Linthia Gaudryi*), des Bryozoaires, des Brachiopodes (*Rhynchonella plicigera*, *squamosa*, *Magellania lenticularis*, *Terebratella patagonica*, *Bouchardia Zitelli*), des restes de Crustacés et de Poissons. Tous les auteurs qui ont étudié ces fossiles ont été conduits à ranger la Mollasse Patagonienne à la base du système Néogène ou tout au plus dans le Tongrien. Pour les Mollusques, dont on a décrit plus de 280 espèces [XXXIX, 29], l'accord entre les auteurs n'est pas aussi complet. Cossmann, Wilckens concluent à l'âge néogène de la Mollasse Patagonienne, H. von Ihering l'attribue, avec Fl. Ameghino, à l' « Éocène ». La proportion d'espèces vivantes serait de 7 % seulement. Les affinités génériques avec le Nummulitique d'Europe sont assez étroites, celles avec le Nummulitique de l'Amérique du Nord sont très faibles. Un grand nombre d'espèces se retrouvent, comme il a été dit plus haut, dans les couches de Navidad du Chili. Ihering cite enfin un petit nombre d'espèces qui se rencontrent également dans la formation d'Oamarou en Nouvelle-Zélande, dont l'âge est nummulitique.

Si on classait la formation patagonienne dans le Tongrien, on serait amené à voir dans sa faune l'origine de la faune néogène d'Europe et ainsi s'expliquerait l'arrivée subite de celle-ci au début de l'Aquitanien. La migration de la faune néogène méditerranéenne vers l'est (v. p. 1687) aurait donc été précédée d'une migration dans le même sens de la faune tongrienne sudaméricaine.

Une formation marine beaucoup plus récente, appartenant probablement au Néogène supérieur et faisant suite au Santacruzien, dont il sera question plus tard, a été rencontrée, en un grand nombre de points, sur la côte patagonienne : au cap de Fairweather, d'où le nom de *Cap Fairweather beds* que lui a donné Halcher, à Darwin Station au nord de Santa-Cruz, sur le Chubut, dans la presqu'île de San José et sur le rio Negro. On y trouve notamment *Ostrea patagonica*, *Chlamys paranensis*, *Amussium Darwinianum*, *Chione argentina*, *Martesia patagonica*, *Turritella ambulacrum*, *Trophon laciniatum*.

Les mêmes couches ont été rencontrées par des sondages à Buenos-Ayres, à une profondeur de 70 à 90 m au-dessous du niveau de la mer.

Enfin, dans l'état de Parana, on connaît depuis longtemps une formation de même âge, étudiée par Ch. Darwin, A. d'Orbigny, Bravard et, plus récemment, par Borchert [202] et par H. von Ihering [XXXIX, 29]. On en a fait l'étage *Paranéen* ou *Entrerien*. La faune est beaucoup plus riche qu'en Patagonie et l'on peut citer, outre les espèces mentionnées plus haut, *Modiola platensis*, *Venericardia paranensis*, *Cardium Bravardi*, *Chione Bravardi*, *Münsteri*, *Mactra bonariensis*, *Turritella americana*, *Littorina paranensis*, *Bittium*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

textum, *Crepidula paranensis*, *Crucibulum argentinum*, *Calliostoma Bravardi*. Le nombre des espèces encore vivantes est de 19 %; d'autre part, les 3/4 de la faune ont leurs racines dans la faune de la Mollasse Patagonienne et quelques espèces sont même communes aux deux formations. Par contre, le nombre des espèces communes aux couches de Coquimbo du Chili est presque nul.

Est des États-Unis. — Entre la zone des affleurements nummulitiques et le littoral actuel s'étend, dans l'Est des États-Unis, une zone d'affleurements néogènes que l'on suit, avec quelques interruptions, depuis le New Jersey jusqu'en Floride. Dall y distingue une série de formations qu'il place au niveau de l'Aquitanien. Ce sont les couches de *Caroni*, de *Monkey Hill* et de *Bawden*. Les *marnes de Shiloh* et d'*Ashley River*, très fossilifères, représenteraient le Burdigalien. Les *couches de Chesapeake*, qui semblent correspondre à l'Helvétien, sont légèrement discordantes par rapport aux précédentes. Ce sont des sables, des argiles, des terres à Diatomées, dont l'épaisseur totale varie entre 100 et 250 m. Leur faune comprend presque exclusivement des Lamellibranches et des Gastéropodes. Le nombre des espèces communes au Néogène d'Europe est très faible. Les genres méditerranéens sont, d'après Dall et Harris [206], moins nombreux que ceux qui vivaient sur les bords de la mer du Nord, ce qui s'explique par des courants venant du nord, qui auraient amené un refroidissement assez brusque du littoral atlantique de l'Amérique septentrionale. Les *couches de Duplin*, dans la Caroline du Nord, appartiennent à un niveau plus élevé que le Chesapeake. Elles supportent des marnes que Dall identifie au « Pliocène » d'Europe.

Rives du golfe du Mexique. — En Floride, le calcaire d'Ocala, qui représente le Chattien, supporte les *calcaires de Chattahoochee* vraisemblablement aquitaniens, de même que les couches de *Tampa* et de *Jacksonsboro*, qui renferment les dernières Lépidocyclines. Le Néogène moyen est constitué par une formation calcaire peu épaisse, correspondant aux couches de Chesapeake, dont elle renferme la faune, avec cependant une plus grande persistance d'espèces tongriennes, due à la température plus élevée des eaux. La fin de l'époque Néogène moyenne est marquée par un soulèvement de la partie septentrionale de la Floride. L'île formée par la partie méridionale s'est trouvée ainsi adjointe au continent. Les calcaires du Néogène inférieur formaient un plateau, qui servait de lieu de réunion à d'innombrables oiseaux de mer. Dall suppose [206] que ce sont les déjections de ces animaux qui ont donné lieu à la transformation superficielle des calcaires en phosphate de calcium. Grâce à cette circonstance, la Floride est devenue un des pays producteurs de phosphate les plus riches du Globe. Un mouvement d'affaissement de la partie méridionale de la presqu'île a donné lieu à une nouvelle incursion de la mer, localisée dans l'Est et dans le Sud, où des marnes, extrêmement fossilifères, connues sous le nom de *Caloosahatchie*, couvrent de vastes surfaces.

Dans l'Alabama, le Néogène inférieur est constitué par des couches fluvio-marines, la série de *Grand Gulf*. Le Néogène moyen est en général caché par les couches de Lafayette, d'origine continentale. Dans le Mississipi, la Louisiane et le Texas, il est représenté par les *argiles de Pascagoula* et par les *couches d'Oakville*.

Sur la côte orientale du Mexique, le Néogène moyen est représenté, dans l'état de Chiapas, par des calcaires blancs, surmontés de grès, de schistes et d'argiles, qui renferment *Clypeaster meridanensis*, des *Ostrea*, des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Pecten, des *Turritella*, *Conus planiceps*, etc. Dans le même état et dans le Tabasco, le Néogène supérieur est constitué par des grès, des schistes, des tufs andésitiques, avec *Ostrea virginica*, *Pecten gibbus*, *Natica canrena*, *Pyrula papyracea*. On a en outre signalé [199 *bis*], dans l'isthme de Tehuantepec, une formation bathyale argileuse, renfermant une faune dont les affinités antilliennes sont très marquées et dont l'âge paraît correspondre à peu près au Néogène supérieur.

La presqu'île du Yucatan est presque entièrement formée de calcaires appartenant au Néogène supérieur. On y rencontre des Zoanthaires et de nombreux Mollusques, tels que *Ostrea meridionalis*, *Anomia simplex*, *Pecten meridanensis*, *nucleus*, *Amussium Mortoni*, *Arca Deshayesi*, *Chama arcinella*, *Lucina jamaicensis*, *Cardium magnum*, *Venus mercenaria*, *Listeri*, *Turritella apicalis*, *Dolium perdix*, *Pyrula reticularis*, *Murex salloeanus*, *Oliva literata*, *Bulla striata*. La plupart de ces espèces vivent encore actuellement dans le golfe du Mexique.

Antilles. — Dans l'île de Cuba, le Néogène inférieur se distingue mal du Nummulitique, avec lequel il est concordant. A Pan de Matanzas, sur la côte septentrionale, des calcaires très puissants renferment des Zoanthaires, des Lamellibranches (*Pecten nodosus*, *Arca*, *Lucina*, *Psammobia*, *Thracia*), des Gastéropodes (*Turritella altilira*, *Cerithium Burnsi*, *Conus*). Le Néogène supérieur est représenté à Matanzas par des calcaires et des marnes discordants sur les précédents. On y trouve de nombreux Zoanthaires et des Mollusques marins, associés quelquefois à des formes terrestres.

A Baraçoa, à l'extrémité est de l'île, Hill a reconnu l'existence de marnes à Radiolaires, atteignant environ 160 m d'épaisseur et fortement redressées et plissées. J. W. Gregory [207] y a observé une trentaine d'espèces de Radiolaires. Bien que l'âge de ces couches ne puisse être précisé, on est vraisemblablement en présence d'un dépôt néogène ancien.

A la Jamaïque, le Néogène inférieur est représenté par les conglomérats et les calcaires de *Bowden*, discordants sur le Nummulitique et très riches en Foraminifères (*Orbiculina floridiana*, ? *Lepidocyclina*), en Zoanthaires à polypiers simples, en Échinides, en Bryozoaires et surtout en Mollusques, dont Dall [XXXIX, 329] donne une liste très considérable, comprenant, entre autres, des représentants des genres *Ostrea*, *Pecten*, *Arca*, *Barbatia*, *Yoldia*, *Leda*, *Lucina*, *Cardium*, *Tellina*, *Dentalium*, *Neritina*, *Calliostoma*, *Rissoina*, *Strombus*, *Turbonilla*, *Nassa*, *Fasciolaria*, *Oliva*, *Cancellaria*, *Pleurotoma*, *Conus*, *Terebra*, *Tornatina*, *Cavolinia*.

On attribue au Néogène supérieur des marnes à Ptéropodes, avec Foraminifères, Brachiopodes, *Cavolinia*, *Cleodora*, *Creseis*, *Cuvieria*, qui affleurent sur le littoral de la Jamaïque, principalement aux environs de Kingston et de Manchioneal.

A Saint-Domingue [208], des schistes sableux et des calcaires très riches en Zoanthaires et en Mollusques ont été signalés dans le Nord. Ils ont été attribués au « Miocène supérieur ».

Dans les Petites Antilles, on distingue deux traînées d'îles parallèles, la plus occidentale est constituée principalement par des îles volcaniques, mais l'une et l'autre renferment des dépôts néogènes.

A la Martinique, le Néogène inférieur affleure sur la côte sud-est de l'île, où il a été étudié par J. Giraud [212]. Des calcaires et des tufs volcaniques ont fourni à ce géologue, au Marin et à la Caravelle, des *Lithothamnium*, des Lépidocyclines (*L. Canellei*) [9], des Amphistégines; tandis que des tufs labradoritiques renferment, à la Trinité, des Orbitolites, des Échi-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

nides (*Scutella*, *Clypeaster*), des Lamellibranches (*Pecten scabrellus*, *oxygonum*, *Chama arcinella*, *Cytherea planivieta*, *Venus Woodwardi*, *Cardita haitense*), des Gastéropodes (*Turritella tornata*, *galunensis*, *Natica sulcata*, *Milleri*, *Oliva hispidula*, *Columbella ambigua*, *Conus marginatus*, *Terebra duplicata*. On a là l'équivalent des deux termes du Néogène de l'isthme de Panama.

Dans l'île d'Anguilla, des couches appartenant probablement au Néogène moyen et très riches en Échinides ont été signalées par plusieurs auteurs. Cotteau [XXXIX, 336] décrit entre autres les espèces suivantes : *Cidaris melitensis*, *Anguillæ*, *Echinometra prisca*, *Clypeaster Antillarum*, *concavus*, *Echinolampas lycopersicus*, *Schizaster Antillarum*, *Loveni*, *Agassizia Clevei*, *Brissopsis Antillarum*.

A Antigua [213], le synchronisme de certains calcaires à *Lepidocyclina Mantelli* avec les calcaires inférieurs de Malte, d'âge aquitanien, a été reconnu depuis 1864. D'autre part, plusieurs Zoanthaires provenant d'un calcaire siliceux, qui se trouve un peu au-dessus de la base de la série tertiaire de l'île, ont été identifiés à des espèces du Néogène des environs de Turin (*Prionastræa diversiformis*, *Solenastræa taurinensis*, *Stylocœnia lobato-rotundata*, *Porites Collegniana*).

Dans l'île de Barbade [210, 211], le *groupe de Scotland*, qui est d'âge nummulitique, supporte en discordance un complexe de calcaires marneux à Globigérines, de terres à Radiolaires, d'argiles rouges et jaunes et de tufs volcaniques, qui a été décrit sous le nom de *série océanique* et assimilé aux formations abyssales des océans actuels. Les Foraminifères y sont représentés, toutefois, non seulement par des Globigérines, mais encore par de nombreux genres benthoniques. On a décrit en outre deux Échinides, *Archæopneustes abruptus* et *Cystechinus crassus*, dont le dernier appartient à un genre généralement considéré comme abyssal.

La « série océanique », d'âge néogène, est recouverte par des calcaires coralliens, datant probablement du début de l'époque Quaternaire.

Les indications confuses et contradictoires de Lechmere Guppy [209] sur les terrains tertiaires de l'île de la Trinité permettent difficilement de faire la répartition des dépôts entre le Nummulitique et le Néogène. Cependant il semble que les calcaires où se trouvent associées des Nummulites, des Lépidocyclines et des Amphistégines doivent être attribués au Chattien. Dès lors on peut ranger dans l'Aquitanien des calcaires marneux à Globigérines, qui leur font suite et qui renferment *Nucula Schomburgki*, *Leda Packeri* et *Stomatia eidolon*. Au-dessus viennent des marnes à Radiolaires, qui représentent sans doute les niveaux moyens et supérieurs du « Miocène ». Toutes ces couches sont riches en Foraminifères, pour la plupart benthoniques, et sont fortement redressées. Le Nord de l'île et la presqu'île de Paria, qui en est le prolongement, sont constitués par des terrains anciens.

Plus à l'ouest, dans les îles hollandaises d'Arouba et de Curaçao, on a observé deux formations coralligènes d'âge différent. La plus ancienne semble appartenir au Néogène supérieur. Elle renferme, d'après Lorié [214], *Echinometra subangularis*, *Lima glacialis*, *Modiola Antillarum*, *Chama gryphoides*, *Lucina pennsylvanica*, *Cardium medium*, *Tellina interrupta*, *Turbo pica*, *Strombus gigas*, *Murex brevifrons*, *Oliva venulata*, etc. La plus ancienne ne renferme que des Mollusques vivant actuellement dans la mer des Caraïbes et doit certainement être attribuée au Quaternaire.

Amérique centrale. — Quoique situés en dehors de l'arc des Antilles, les dépôts néogènes de l'Amérique centrale peuvent être traités ici, car leurs analogies sont en partie très grandes avec ceux dont il vient d'être question.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Gabb [215] a décrit un certain nombre d'Invertébrés « miocènes » de Sapote, dans la république de Costa-Rica. On peut citer *Schizaster Scherzeri*, *Ostrea Tryoni*, *Lima papyracea*, *Pleuronectia Lyoni*, *Nuculana Milleri*, *Pinna seminuda*, *Clementia dariena*, *Cytherea sapotensis*, *Tellina Darieni*, *Turritella altilirata*, *Strombus pugilis*, *Terebra Evansi*, *Sigaretus multilineatus*, *Natica Milleri*, *Pleurotoma militaris*, *Styliola bicostata*.

Le même auteur attribue au « Pliocène » de nombreux Mollusques qui ont été recueillis dans la presqu'île de Limon et qui, pour la plupart, vivent encore actuellement sur les côtes de Cuba.

Dans l'isthme de Panama, les couches à petites Nummulites et Lépidocyclines, qui représentent le Chattien, sont recouvertes, d'après H. Douvillé [XXXIX, 322], en légère discordance, par des mollasses marines coquillières, à grain plus ou moins grossier, avec couches à empreintes végétales et lits de lignite. Elles affleurent à la fois sur le versant de l'Atlantique, dans la vallée du Haut-Chagres, et sur le versant du Pacifique. On y trouve de grands *Clypeaster*, *Pecten subpleuronectes* et *Turritella tornata*, espèce caractéristique du Burdigalien des Antilles. C'est à ce niveau, ou à un niveau supérieur, qu'appartiennent les fossiles cités par Gabb de Gatun et qui sont en grande partie les mêmes que ceux de Sapote (Costa-Rica). Une étude paléontologique récente [215 *bis*] permet d'assigner au gisement de Gatun un âge relativement récent, peut-être néogène supérieur.

La succession des dépôts néogènes de l'isthme de Panama semble très incomplète et elle ne permet pas d'admettre qu'une communication permanente ait existé, en cet endroit, entre le Pacifique et l'Atlantique. D'ailleurs, beaucoup d'auteurs pensent qu'un grand massif émergé a subsisté, sur l'emplacement de la mer des Antilles, jusqu'à une époque très récente. Le géosynclinal dans lequel se sont déposés les terrains secondaires et tertiaires des Grandes et des Petites Antilles s'est moulé autour de ce massif.

Portugal. — Passons maintenant aux terrains néogènes des rivages orientaux de l'Atlantique. Nous connaissons déjà ceux qui environnent le golfe de Gascogne, la Manche et la mer du Nord; il ne nous reste plus à parler, en Europe, que de ceux du Portugal, qui ont fait l'objet, de la part de Pereira Da Costa, Berkeley Cotter, G. F. Dollfus, F. Roman, P. de Loriol, etc. [216-220], d'importants travaux paléontologiques et stratigraphiques. Néanmoins le parallélisme avec les dépôts des régions classiques ne peut pas être considéré comme établi d'une manière définitive.

Les dépôts marins sont localisés dans la partie inférieure du bassin du Tage, dans la région de l'Arrabida et du Sado et dans l'Algarve. Ces trois bassins ne présentent pas entre eux de différences suffisantes pour qu'il y ait lieu de les étudier séparément. Aux environs de Lisbonne, la série tertiaire débute par un conglomérat sans fossiles, avec éléments empruntés aux terrains primaires et secondaires, qui s'appuie sur une nappe basaltique et correspond peut-être à la base de l'Aquitanien. Dans la région de l'Arrabida et du Sado, les dépôts néogènes reposent sur un conglomérat probablement tongrien. Dans l'Algarve, ils s'appuient directement sur les terrains secondaires.

Voici les divisions distinguées par Berkeley Cotter [217] dans le Néogène marin du Portugal :

I. Argile et mollasse à *Venus Ribeiroi* de Prazeres.

II. Sables fins à *Pecten pseudo-Pandoræ* de l'Avenida Estephania.

III. Mollasse calcaire d'Entre Campos, dite Banco Real, à moules innombrables de Gastéropodes et de Lamellibranches.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

IV. *a*) Argiles bleues à *Pereiraia Gervaisi* d'Areeiro;
b) sables, argiles et mollasse sableuse à *Ostrea crassissima* et empreintes végétales, de Quintado Bacalhau.
V. *a*) Mollasse calcaire et grès à *Pecten scabrellus* de Casal Vistoso et de Musguiera;
b) sables et grès à *Ostrea crassissima* de Val-de-Chellas;
c) mollasse à fossiles spathiques et couches à *Anomia Choffati* de Quinta das Conchas.
VI. *a*) Argiles bleues à *Venus Brocchii* de Xabregas;
b) grès calcaréo-siliceux et grès argilo-calcaire à *Schizaster Scillæ* de Grillos;
c) calcaire compact à *Ostrea crassicostata* var. *gigantea* de Marvilla.
VII. *a*) Sables fins à *Pecten tenuisulcatus* de Braço de Prata;
b) sables fins, grès argileux et mollasse à *Pecten scabrellus* var. *macrotis* de Cabo Ruivo et sables de Cacella (Algarve).

Berkeley Cotter attribue les divisions I-IV au Burdigalien, V et VI à l'Helvétien, VII au Tortonien. Cette classification prête le flanc à certaines critiques.

La division I renferme un certain nombre de Mollusques que l'on rencontre d'habitude dans l'Aquitanien, tels que *Ostrea aginensis*, *Arca cardiiformis*, *Lucina incrassata*, *Cerithium margaritaceum*, *Melongena Lainei*. On peut dès lors se demander si, malgré que ces couches inférieures contiennent déjà de nombreuses espèces burdigaliennes, elles ne doivent pas être plutôt rangées dans l'Aquitanien. F. Roman [220] y a signalé, il est vrai, à 8 m au-dessous de leur sommet, quelques restes de Vertébrés terrestres qu'il considère comme burdigaliens. Ce sont des représentants des genres *Rhinoceros*, *Brachyodus*, *Palæochœrus*, *Pseudælurus*, dont la détermination spécifique est douteuse.

De même l'attribution de la division IV au Burdigalien supérieur est très douteuse. On y rencontre en abondance *Ostrea gingensis* et *crassissima*, ainsi que *Cerithium papaveraceum*, *lignitarum*, *pictum*, qui se trouvent surtoût dans les lignites de Pitten, par quoi commence le 2e étage méditerranéen dans le bassin intraalpin de Vienne. De plus c'est dans cette division IV qu'apparaît *Pereiraia Gervaisi*, espèce qui, dans l'Europe centrale et en Catalogne, caractérise exclusivement le Vindobonien. Il conviendrait donc de placer la division IV au niveau du Schlier, c'est-à-dire dans l'Helvétien inférieur. La division V devrait alors être rangée, avec la division VI, dans l'Helvétien supérieur. Toutes deux ont fourni d'ailleurs des dents de *Mastodon angustidens*. L'étude minutieuse de la répartition verticale des Pectinidés et des Mammifères marins dans les assises du Néogène du Portugal apportera certainement de nouveaux éclaircissements à ces questions de parallélisme. Les Échinides, assez nombreux, décrits par P. de Loriol [219], n'ont pas donné de renseignements stratigraphiques précis.

Les dernières assises du Néogène moyen sont recouvertes en discordance, aux environs de Lisbonne, par les sables d'Alfeite à Végétaux terrestres, qui renferment quelques rares Mollusques marins et appartiennent vraisemblablement au Plaisancien [220].

Des sables et des conglomérats, appartenant au même étage, constituent, au nord de l'embouchure du Tage, entre les caps Roca et Carvoeiro, des lambeaux peu étendus, qui reposent sur des marnes et des calcaires dolomitiques hettangiens. On y a recueilli notamment *Terebratula ampulla*, *Ostrea edulis*, *Pecten flexuosus*, *benedictus*, *Chlamys varius*, *Leda fragilis*, *Arca mytiloides*, *Pectunculus glycimeris*, *Cardita antiquata*, *Malheroni*, *Tapes vetula*, *Lutraria lutraria*, *Panopæa glycimeris* et de nombreux Gastéropodes [218].

Maroc occidental. — Si l'on fait abstraction de grès à *Ostrea crassissima* d'âge tortonien, que Gentil a observés récemment entre Mogador et Agadir, on ne

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

rencontre, sur la côte occidentale du Maroc, aucune trace des termes inférieurs et moyens du Néogène. Le groupe Néogène supérieur existe, par contre, en divers points, notamment entre Safi et Mogador, où il forme sur le littoral une bande étroite de dépôts horizontaux. Il comprend [221] des calcaires rougeâtres, compacts, riches en débris de coquilles, avec *Ostrea Welschi*, *Velaini*, *edulis*, *lamellosa*, *Pecten planomedius*, *benedictus*, *Venus libellus*, *Balanus concavus*, dans les couches inférieures, et un curieux Échinide, *Rotuloidea fimbriata*, dans les couches supérieures.

Un Échinide ressemblant beaucoup à cette espèce a été décrit par Lambert, sous le nom de *Hemiheliopsis Fonti*, d'une mollasse très récente du Rio de Oro.

Açores et Madère. — Mayer-Eymar [222] a publié en 1864 une copieuse liste d'Invertébrés marins recueillis par W. Reiss à Santa Maria, dans les Açores, à Madère et à Porto Santo et attribués par lui à l'Helvétien. Berkeley-Cotter [223, 224] a augmenté depuis ces listes d'un certain nombre d'espèces, mais aucun travail stratigraphique n'est venu compléter ces données purement paléontologiques, qui auraient besoin d'une sérieuse revision. Les faunes se composent de Zoanthaires, d'Échinides (*Cidaris*, *Echinocyamus*, *Clypeaster*, *Pericosmus*), de Bryozoaires, de Lamellibranches (*Spondylus*, *Pecten*, *Lithodomus*, *Arca*, *Pectunculus*, *Cardita*, *Lucina*, *Chama*, *Cardium*, *Cytherea*, *Venus*, *Tellina*, *Gastrochæna*), de Gastéropodes (*Turbo*, *Trochus*, *Patella*, *Neritopsis*, *Natica*, *Cerithium*, *Fasciolaria*, *Conus*, *Cypræa*, *Buccinum*, *Mitra*, *Ranella*, *Pleurotoma*, *Hyalæa*, *Cleodora*). Elles possèdent un caractère franchement méditerranéen et relient, au moins géographiquement, celles de l'Europe occidentale avec celles des Antilles.

Le gisement de Prainha, dans l'île Santa Maria, est considéré par Mayer-Eymar comme plus récent que les autres. On y trouve notamment *Cardita calyculata*, *Ervilia pusilla*, des *Rissoia* et des Cérithes.

Canaries. — Ch. Lyell [0,5, 6th edit.] a fait connaître depuis longtemps des fossiles néogènes provenant de Las Palmas, dans la Grande Canarie. Rothpletz et Simonelli [225] ont étudié sur place leurs conditions de gisement et ont rencontré les mêmes espèces dans une terrasse s'élevant en pente douce vers l'intérieur et limitée vers la mer par un abrupt de 80 m. Les sédiments sont des calcaires à *Lithothamnium*, des sables, des conglomérats à éléments volcaniques et des marnes. La faune se compose de Zoanthaires, d'Échinides (*Dorocidaris tribuloides*, *Clypeaster altus*), de Bryozoaires, de Lamellibranches, de Gastéropodes, de Crustacés, de Poissons. Les Mollusques appartiennent pour la plupart à des espèces d'une grande longévité, aussi les auteurs concluent-ils à l'âge « miocène » de la faune, sans préciser davantage. La plupart des espèces se retrouvent d'ailleurs dans la faune néogène de Madère et des Açores.

Angola. — Les seuls dépôts néogènes que l'on connaisse, au sud du Maroc, sur la côte occidentale de l'Afrique, se trouvent dans la colonie portugaise d'Angola. Ce sont des calcaires à *Lithothamnium*, Foraminifères et Bryozoaires, qui affleurent à Dombe-Grande. P. Lemoine et R. Douvillé [9] y ont signalé la présence de *Lepidocyclina Canelli* et de *Miogypsina irregularis*, dont l'association ne laisse aucun doute sur l'attribution au Burdigalien inférieur.

Formations continentales de l'hémisphère nord. — Comme nous l'avons fait dans le chapitre précédent, nous allons maintenant passer en revue les formations continentales qui ont pris naissance sur les terres résultant du morcellement de l'ancien continent Nordatlantique, mais il y aura lieu

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

cette fois-ci de joindre à cette étude celle des dépôts continentaux de l'Asie et de l'Afrique, dont la faune accuse des affinités étroites avec les autres faunes de l'hémisphère Nord, l'ensemble constituant un tout assez homogène au point de vue zoogéographique, auquel on a donné le nom d'*Arctogée* (v. p. 56).

Spitzberg. — On ne connaît, dans les régions arctiques, aucune trace de faunes terrestres de l'époque Néogène; par contre, on a rencontré, au Spitzberg et dans l'Amérique arctique, de nombreux débris végétaux, qui permettent de se faire une idée assez complète de la flore. L'absence de dépôts marins dont on puisse préciser l'âge rend toutefois très difficile, sinon impossible, la répartition des gisements entre les grandes divisions basées sur les faunes marines.

Au Spitzberg, les couches tertiaires à Végétaux prennent un grand développement dans la presqu'île méridionale. Entre Green Harbour et Advent Bay, A. G. Nathorst [226] a pu observer la succession suivante (fig. 453) :

1° Grès inférieurs jaunes (150 m), avec schistes verdâtres et couches de lignite, reposant en discordance sur le Jurassique. On y trouve, entre autres, *Taxodium distichum miocænum*, *Glyptostrobus Ungeri*, *Populus arctica*, *Platanus aceroides*. Les couches supérieures renferment des Mollusques marins, mal conservés, parmi lesquels Th. Fuchs a reconnu les genres *Psammosolen*, *Pharella*, *Siliquaria*.

2° Schistes gris foncé (60-90 m).

3° Grès verts, ruiniformes (200-250 m).

4° Schistes noirs fissiles (230 m), avec nodules de sphérosidérite et galets siliceux empruntés à l'Artinskien.

5° Grès schisteux (200 m), avec Mollusques marins (*Psammosolen*, *Cytherea*).

6° Grès gris et verdâtres à grain fin, alternant avec des grès schisteux, des marnes et des couches de lignite (300 m). On y trouve en abondance *Osmunda spitsbergensis*, *Equisetum Nordenskiöldi*, *Sequoia Langsdorffi*, *Taxodium distichum miocænum*, *Tinajorum*, *Glyptostrobus Ungeri*, *Ulmus asperrima*, *Populus*, *Alnus*, *Corylus*, *Tilia*, *Viburnum*, *Juglans*, *Cercidiphyllum*, *Hamamelis*, *Magnolia*, *Catalpa*.

Oswald, Heer, qui a décrit, dès 1869, une partie des Végétaux du Spitzberg, leur assignait un âge « miocène ». Telle était aussi la conclusion à laquelle Fuchs était amené par la détermination des Mollusques marins. G. de Saporta, guidé par des

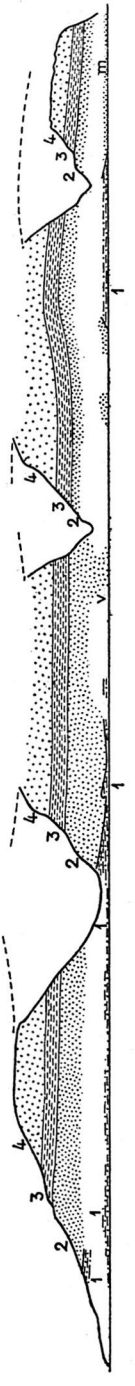


Fig. 453. — Coupe prise sur la côte méridionale de l'Eisfjord (Spitzberg), entre Adventbay et Kolbay (d'après A. G. Nathorst).

1, Jurassique; 2, grès tertiaires inférieurs, avec gisement de Végétaux fossiles (v) à la base et de Mollusques marins (m) à un niveau plus élevé; 3, schistes foncés; 4, grès verts.

Les trois sommets, ainsi que les monts Nordenskjöld et Lindström, qui se trouvent à l'arrière-plan, étaient cachés par les nuages lors du voyage de Nathorst, en 1882.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

considérations théoriques, envisageait, par contre, comme « éocènes » les flores tertiaires des régions arctiques, et l'on est conduit également à vieillir ces flores, si l'on tient compte du fait que la formation de Kenai, dans l'Alaska, qui est recouverte par des couches marines appartenant à la base du Néogène, renferme de nombreux éléments qui se retrouvent au Spitzberg, au Grœnland, etc. (v. p. 1519). Nathorst fait remarquer qu'il existe deux flores tertiaires au Spitzberg et qu'elles sont séparées par 800 m de couches sans Végétaux. Les couches inférieures ne renferment jamais *Sequoia Langsdorffi*, tandis que cette espèce abonde partout dans les couches supérieures. On pourrait dès lors envisager le niveau supérieur seul comme néogène. Le niveau inférieur renferme, en outre, des graines, des cônes et d'autres débris végétaux, associés à de nombreux Insectes. Les gisements sont considérés par Nathorst comme autochtones.

Amérique arctique. — Plusieurs expéditions danoises ont fait connaître, sur la côte occidentale du Grœnland et dans l'île de Disko, un grand développement de couches lignitifères, généralement considérées comme « miocènes ». Heer, il est vrai, les attribuait au « Miocène inférieur », c'est-à-dire, suivant la nomenclature qu'il employait, à l'Oligocène, au Tongrien, et Saporta les vieillissait jusqu'à en faire de l' « Éocène inférieur » [0, 1]. Il est incontestable, toutefois, qu'elles sont du même âge que le niveau supérieur du Spitzberg, avec lequel elles ont en commun un grand nombre d'espèces. On n'a pas pu y établir de subdivisions, car les espèces végétales sont les mêmes dans toute leur épaisseur, qui est considérable. Les fossiles marins y font totalement défaut, mais on y a recueilli des coquilles appartenant aux genres d'eau douce *Unio* et *Cyclas* et des Insectes aquatiques (*Phryganea*, *Hydrophilites*).

Les Végétaux fossiles [227] ont été rencontrés dans 20 localités, ils se répartissent jusqu'ici dans 282 espèces. A côté de quelques Fougères (*Pteris*, *Aspidium*, *Phegopteris*, *Asplenium*, *Osmunda*) et d'autres Cryptogames vasculaires (*Lycopodites*, *Psilotopsis*, *Equisetum*), il convient de citer de nombreuses Conifères (*Torreya*, *Ginkgo*, *Juniperus*, *Libocedrus*, *Thuya*, *Widdringtonia*, *Taxodium*, *Glyptostrobus*, *Sequoia*, *Pinus*) et quelques Monocotylédones, parmi lesquelles deux espèces de Palmiers du genre *Flabellaria*. Les Dicotylédones se répartissent dans plus de 50 familles; les genres les plus caractéristiques sont les suivants : *Liquidambar*, *Populus*, *Salix*, *Myrica*, *Alnus*, *Betula*, *Corylus*, *Fagus*, *Castanea*, *Quercus* (15 esp.), *Ulmus*, *Platanus*, *Juglans*, *Daphne*, *Sassafras*, *Laurus*, *Andromeda*, *Fraxinus*, *Viburnum*, *Aralia*, *Hedera*, *Cornus*, *Vitis*, *Magnolia*, *Plerospermites*, *Acer*, *Ilex*, *Celastrus*, *Rhamnus*, *Rhus*, *Cratægus*, *Prunus*, *Dalbergia*, *Colutea*, etc. Les fleurs et les fruits se trouvent en grande abondance, les feuilles sont remarquablement bien conservées et n'ont certainement pas subi un transport lointain.

La même flore a été rencontrée à la terre de Grinnell, par 82° lat. N., ce qui montre que le Grœnland n'était pas séparé de l'Amérique arctique.

L'examen de la flore a conduit Heer à attribuer au Grœnland, à l'époque Miocène, une température moyenne annuelle de 12°.

États-Unis. — Les formations continentales du Néogène, riches en Mammifères fossiles, ne sont plus localisées dans la région des Montagnes Rocheuses, comme c'était le cas pour celles du Nummulitique. Elles sont développées en outre sur le bord pacifique, dans les grandes plaines du Centre et sur le bord atlantique. Dans aucune de ces régions, la série néogène n'est entièrement représentée, mais les diverses successions se complètent l'une l'autre. Il y a donc intérêt à les étudier séparément [XXXIX, 342, 342 *bis*].

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Sur le *bord pacifique*, on rencontre dans l'Orégon, à l'est des Cascade Ranges, un immense plateau constitué principalement par une coulée basaltique (*Columbia lava*), qui atteint, avec les tufs interstratifiés, une épaisseur de près de 700 m et qui sépare deux séries fossilifères.

La série inférieure, qui repose en discordance soit sur le Crétacé, soit sur le Nummulitique et qui correspond à peu près à l'Aquitanien, est connue sous le nom de *couches de John Day* [228]. Elle comprend exclusivement des tufs, où l'on peut distinguer 3 divisions, séparées par 2 coulées rhyolithiques. L'ensemble, parfaitement horizontal, atteint en moyenne 500 m d'épaisseur.

Les Mollusques sont représentés par des formes terrestres, les Chéloniens par des Tortues terrestres. Les Mammifères se répartissent de la manière suivante dans les trois subdivisions :

1° Zone à *Leptauchenia* (peu fossilifère, ? Tongrien sup^{r}). Artiodactyles : *Oreodon*, *Elotherium*.

2° Zone à *Diceratherium* (très fossilifère, avec restes de Végétaux). Rongeurs : *Lepus*, *Stenofiber*, *Meniscomys;* Carnivores (Canidés) : *Nothocyon*, *Temnocyon;* Périssodactyles : *Protapirus*, *Miohippus*, *Diceratherium;* Ancylopodes : *Moropus;* Artiodactyles : *Agriochœrus*, *Eporeodon*.

3° Zone à *Promerycochœrus* (niveau inf^{r}, avec restes de forêt immédiatement au-dessous de la coulée basaltique). Périssodactyles : *Anchitherium;* Ancylopodes : *Moropus;* Artiodactyles : *Entelodon*, *Eporeodon*, *Promerycochœrus*, *Paratylopus*, *Hypertragulus*.

Au-dessus de la grande coulée basaltique viennent les *couches de Mascall* (300 m), constituées par des conglomérats et des tufs, avec empreintes végétales, que l'on attribue au « Miocène supérieur ».

Elles sont recouvertes en discordance par les *couches de Rattlesnake* (100 m), qui ont la même composition lithologique et renferment *Pliohippus supremus*, un Rhinocéros et des Camélidés, en raison de quoi on les range dans le Néogène supérieur.

C'est également à ce niveau que l'on place les *couches de Thousand Creek* dans le Nevada, qui ont fourni tout récemment à Merriam [229] une faune extrêmement intéressante, comprenant des Antilopes d'affinités asiatiques (*Iliagoceros*, *Sphenophalos*), des Chevaux (*Merychippus*, *Parahippus*), des Camélidés (*Procamelus*, *Alticamelus*), etc.

Dans les *Montagnes Rocheuses*, on n'a encore signalé de formations continentales néogènes que dans le Montana et le Nouveau-Mexique.

Dans le Montana, les *couches de Deep River* [230] reposent en discordance sur des couches fortement redressées d'âge tongrien inférieur (zone à *Titanotherium*). Ce sont des dépôts lacustres ou fluviatiles, dans lesquels on a distingué une division inférieure, probablement aquitanienne, et une division supérieure, vindobonienne, renfermant des Équidés, des Oréodontes (*Merychyus*, *Ticholeptus*) et des Proboscidiens (*Trilophodon*). Les *couches de Madison Valley*, composées de graviers, de sables, d'argiles et de cendres volcaniques (400 m), ont fourni des Équidés (*Protohippus*, *Neohipparion*), un Camélidé (*Procamelus*), des Ruminants primitifs (*Blastomeryx*, *Dromomeryx*) et des Proboscidiens (*Trilophodon*). Elles semblent correspondre au Pontien. Les marnes de Santa Fe, dans le Nouveau-Mexique, renferment la même faune.

Dans les *Grandes Plaines*, le Néogène continental est surtout très fossilifère au Nebraska et dans les régions voisines du South Dakota, du Wyoming, du Colorado [231] et du Kansas.

Les couches tongriennes de Brulé sont recouvertes en concordance par les *couches d'Arikaree* ou *Rosebud*, formation fluviatile, constituée par des sables et des grès (250-300 m), qui représentent l'ensemble du groupe.

Néogène inférieur. On y a distingué les divisions suivantes :

1° Zone à *Diceratherium*. Rongeurs : *Stenofiber;* Carnivores : *Nimravus;* Périssodactyles : *Parahippus*, *Diceratherium;* Ancylopodes : *Moropus;* Artiodactyles : *Dinohyus*, *Mesoreodon*, *Elotherium*, *Hypertragulus*.

2° Zone à *Promerycochœrus* (bancs à *Dæmonhelix*), avec, en outre, *Parahippus*, *Diceratherium*, *Moropus*, *Dinohyus*.

3° Zone à *Merycochœrus*. Carnivores : *Amphicyon;* Périssodactyles : *Parahippus;* Ancylopodes : *Moropus;* Artiodactyles : *Merycochœrus*, *Blastomeryx*, *Oxydactylus*.

Le Néogène moyen comprend les horizons suivants :

1° Zone à *Ticholeptus* ou *couches de Pawnee Creek*. Rongeurs : *Mesogaulus;* Carnassiers : *Cynarctus*, *Amphicyon;* Périssodactyles : *Cænopus*, *Aphelops*, *Teleoceras*, *Merychippus*, *Hypohippus*, *Parahippus;* Ancylopodes : *Moropus;* Artiodactyles : *Merycochœrus*, *Merychyus*,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Protolabis, Procamelus, Alticamelus, Palæomeryx, Blastomeryx, Merycodus; Proboscidiens : *Trilophodon.*

2° Zone à *Procamelus* ou *couches de Niobrara.* Rongeurs : *Eucastor, Myogaulus, Hesperomys, Panolax;* Carnivores : *Ælurodon, Ischyrocyon, Potamotherium, Pseudælurus;* Périssodactyles : *Teleoceras, Hypohippus, Merychippus, Protohippus, Neohipparion;* Artiodactyles : *Prosthennops, Merychyus, Procamelus, Pliauchenia, Palæomeryx, Blastomeryx, Merycodus.*

3° Zone à *Peraceras* ou *couches de Republican River.* Rongeurs : *Cynomys, Eucastor, Mylagaulus, Lepus;* Carnivores : *Ælurodon, Dinocyon, Machærodus;* Périssodactyles : *Teleoceras, Peraceras, Parahippus, Protohippus, Neohipparion;* Artiodactyles : *Merychyus, Procamelus, Pliauchenia;* Proboscidiens : *Trilophodon.*

Le Néogène supérieur est représenté, dans le Nebraska [232], par les *couches de Snake Creek,* constituant la zone à *Neotragocerus.* Leur faune comprend les éléments suivants :

Rongeurs : *Mylagaulus, Eucastor;* Périssodactyles : *Teleoceras, Aphelops, Tapiravus, Hypohippus, Parahippus, Neohipparion; Merycochœrus, Merychyus, Alticamelus, Procamelus, Pliauchenia, Neotragocerus, Merycodus, Blastomeryx, Prosthennops;* Proboscidiens : *Tetralophodon.*

Un niveau un peu plus récent est fourni par les *couches de Blanco,* dans le Llano Estacado, au *Texas* [233], qui remplissent des dépressions creusées dans les *couches de Panhandle* à *Procamelus.*

Leur faune est remarquable par l'association des Édentés (*Glyptotherium, Megalonyx, Mylodon*) avec des Carnivores (*Borophagus, Canimartes, Felis*), des Équidés (*Pliohippus, Protohippus, Neohipparion*), des Artiodactyles (*Platygonus, Pliauchenia*), des Proboscidiens (*Trilophodon, Tribelodon*). C'est, abstraction faite du Montien, la première apparition indiscutable, dans l'Amérique du Nord, de cet ordre qui constitue un élément si caractéristique des faunes sudaméricaines.

En *Floride* [234], les couches marines du Néogène sont recouvertes, en un petit nombre de points, par une formation lacustre, les *argiles d'Allachua,* qui renferment des restes de Rhinocérotidés (*Teleoceras, Aphelops*), d'Équidés (*Neohipparion*), de Camélidés (*Procamelus*), de Proboscidiens (*Trilophodon*).

De même que pour le Nummulitique (v. p. 1527), on peut distinguer avec Osborn [XXXIX, 342, 342 *bis*], dans les faunes continentales des États-Unis, un certain nombre de phases successives, dont chacune est caractérisée par des immigrations d'éléments d'origine étrangère.

Le Néogène inférieur appartient encore à la 4me phase, car son début n'est marqué par aucune apparition de types nouveaux.

La 5e phase débute avec le Néogène moyen. A ce moment apparaissent en Amérique de nouveaux immigrés originaires d'Europe ou d'Asie, en même temps que les Proboscidiens, envisagés par Osborn comme étant d'origine africaine, et que les *Teleocerinæ,* Rhinocérotidés à membres courts.

La 6e phase correspond au début du Néogène supérieur. Elle est marquée par l'apparition brusque des Édentés d'origine sudaméricaine, qui permet de conclure à l'établissement de communications directes entre les deux Amériques. Ces communications paraissent même avoir été plus aisées qu'à l'époque actuelle, car une partie des Antilles devait faire corps avec le continent. C'est ce qui résulte de la découverte récente à Cuba, de Mammifères néogènes appartenant à des types sudaméricains, due à della Torre.

Versant atlantique de la France. — L'Europe ne nous fournit plus, comme au Nummulitique, des séries de formations continentales dont l'analyse est nécessaire pour l'établissement de la succession des faunes de Mammifères. Il est rare qu'une même région permette d'observer la superposition de plusieurs horizons, et ce n'est qu'en combinant entre elles des coupes souvent assez éloignées que l'on arrive à reconstituer cette succession. Il n'y a donc aucun intérêt à décrire séparément les formations continentales de régions restreintes, et l'exposé ne pourra que gagner en clarté si nous étudions en bloc des régions plus étendues, telles que le versant atlanti-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

que de la France, en suivant, pour chacune d'elles, l'ordre chronologique.

L'AQUITANIEN est représenté, dans le Sud du bassin de Paris, par les termes suivants, qui font suite en concordance au calcaire d'Étampes, attribué au Chattien [XXXIX, 112; 235] :

1° *mollasse du Gâtinais*, constituée par des sables siliceux et des grès calcaires, avec *Helix aurelianensis ;*

2° *calcaire de l'Orléanais*, avec *Planorbis cornu, solidus, Limnæa Noueli, Brongniarti, parvula, Helix Brongniarti, Noueli, Papa Defrancei, Glandina Noueli, Bulimus aurelianensis.*

Ces couches n'ont pas fourni jusqu'ici, dans l'Orléanais, de restes de Mammifères déterminables, mais, à Selles-sur-Cher, on a recueilli, dans des calcaires qui paraissent occuper le même niveau, des restes d'*Amphicyon*, de Rhinocérotidés, spécifiquement indéterminables, associés à *Paratapirus intermedius, Palæochœrus typus, Amphitragulus Pomeli.*

La localité de Saint-Gérand-le-Puy, dans l'Allier, est infiniment plus riche en restes de Vertébrés. Des calcaires d'eau douce y sont exploités pour la fabrication de la chaux. Ils renferment en abondance des ossements d'Oiseaux, qui ont été étudiés par A. Milne-Edwards, et des Mammifères qui ont fait l'objet d'un important mémoire de H. Filhol [238]. C'est une des faunes aquitaniennes les plus riches que l'on connaisse. Elle comprend des Marsupiaux (*Amphiperathium*), des Rongeurs (*Mioxus, Titanomys, Sciurus, Steneofiber*), des Insectivores (*Palæoerinaceus*), des Chiroptères (*Palæonycteris*), des Carnivores (*Lutra, Amphicyon, Cephalogale, Plesictis, Viverra, Herpestes, Amphictis, Mustela, Proælurus*), des Périssodactyles (*Aceratherium Croizeti, Rhinoceros lemanensis*), des Ancylopodes (*Chalicotherium*), des Artiodactyles (*Cænotherium, Plesiomeryx, Hyotherium, Dremotherium Feignouxi, Amphitragulus elegans, lemanensis*).

Le BURDIGALIEN débute, dans le sud du bassin de Paris, par le *calcaire de Montabuzard*, qui fait suite en concordance au calcaire de l'Orléanais, mais renferme une faune de Mammifères d'un caractère plus récent que les faunes aquitaniennes. On signale déjà *Anchitherium aurelianense, Listriodon Lockarti, Procervulus aurelianensis* et *Mastodon tapiroides* [236, 237].

Les *sables de l'Orléanais* sont des dépôts fluviatiles, qui ravinent profondément les calcaires antérieurs, si bien qu'ils peuvent reposer directement sur les calcaires de l'Orléanais et occuper un niveau hypsométrique inférieur à celui du calcaire de Montabuzard [235 *bis*]. Leur faune est très riche et peut être envisagée comme le type d'une faune burdigalienne. Elle comprend les éléments suivants [237] :

Rongeurs : *Steneofiber Depereti;* Carnassiers : *Amphicyon giganteus, aurelianensis, Pseudocyon Depereti, Stenogale aurelianensis, Mustela Sainjoni, Trochictis zibethoides, Palæogale Gervaisi, Pseudælurus transitorius;* Périssodactyles : *Anchitherium aurelianense, Diceratherium Douvillei, Aceratherium tetradactylum, Teleoceras aurelianense, Ceratorhinus tagicus;* Artiodactyles : *Brachyodus intermedius, onoideus, Chœrotherium pygmæum, Palæochœrus aurelianensis, Listriodon Lockarti, Amphitragulus aurelianensis, Micromeryx Flourensianus, Palæomeryx Kaupi, Procervulus aurelianensis;* Proboscidiens : *Mastodon angustidens, turicensis, pyrenaicus, Dinotherium Cuvieri, bavaricum;* Singes anthropoïdes : *Pliopithecus antiquus.*

Des sables du même âge que les sables de l'Orléanais renferment en Auvergne, sous la coulée basaltique de Gergovie, *Melanoides Escheri, Melanopsis Hericarti*, des Planorbes, des Unios, associés à une flore assez riche, d'un caractère encore subtropical.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

La série néogène se termine, dans le bassin de Paris, par une formation fluviatile, les *sables de la Sologne*, déposée par des cours d'eau qui descendaient du Plateau Central et qui étalaient largement leurs alluvions sur les plateaux calcaires des bords de la Loire et de la Beauce. Son âge exact ne peut être précisé, en l'absence de restes organiques, mais il est probable qu'elle appartient au Vindobonien, c'est-à-dire au même étage que les *faluns de Touraine*. Ceux-ci, bien que d'origine marine, ont fourni d'assez nombreux ossements de Mammifères, dont l'étude a été faite récemment dans un excellent travail de Lucien Mayet [237]. Les espèces les plus caractéristiques sont les suivantes : *Steneofiber subpyrenaicus*, *Amphicyon major*, *Mustela dissimilis*, *Anchitherium aurelianense*, *Teleoceras brachypus*, *Macrotherium grande*, *Listriodon latidens*, *splendens*, *Amphimoschus pontileviensis*, *Procervulus aurelianensis*, *Dicrocerus elegans*, *Antilope clavata*, *Mastodon angustidens*, *turicensis*, *Dinotherium Cuvieri*, *bavaricum*. On voit qu'à côté d'espèces qui se rencontrent déjà dans les sables de l'Orléanais, il en est d'autres que l'on ne trouve jamais dans le Burdigalien.

Le VINDOBONIEN est représenté, en divers

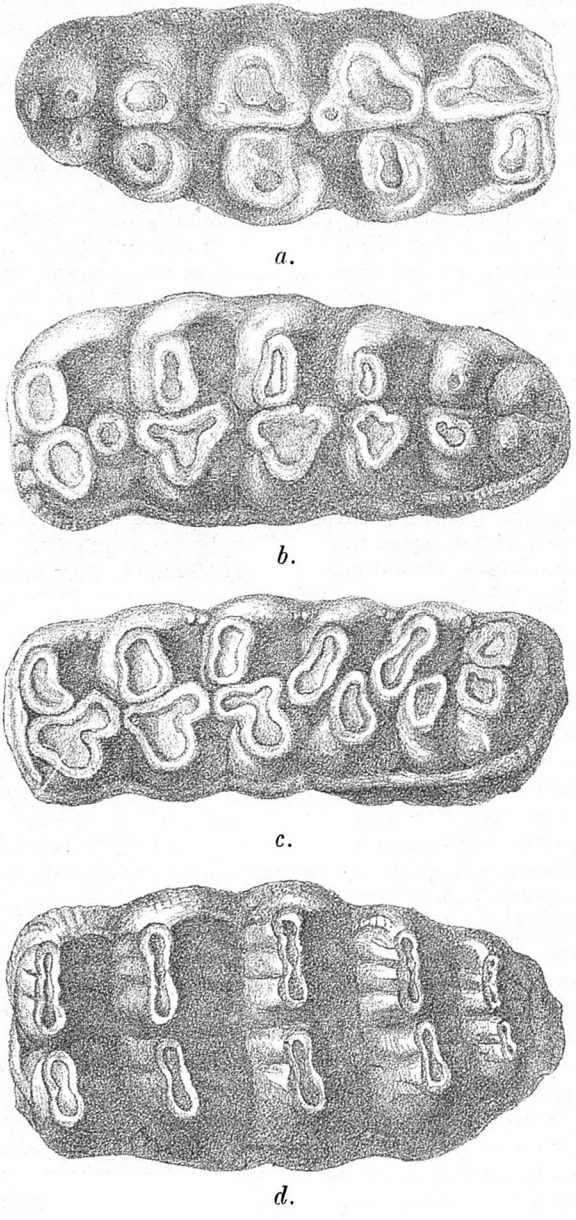


Fig. 454. — Dernières arrière-molaires inférieures de Mastodontes (d'après ALBERT GAUDRY).

a, *Mastodon angustidens*. Vindobonien. Simorre, Gers. 1/2 gr. nat.
b, — *longirostris*. Pontien. Eppelsheim, Hesse. 2/5 gr. nat.
c, — *arvernensis*. Néogène supᵉ. Montpellier. 1/3 gr. nat.
d, — *Borsoni*. Villafranchien. Vialette, près le Puy (Haute-Loire). 2/5 gr. nat.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

points de la France, par des formations continentales, que l'on peut répartir, d'après leurs faunes de Mammifères, ainsi que l'a montré Depéret [XXXIX, 399], en 3 horizons, qui correspondent aux 3 sous-étages classiques et qui sont reliés entre eux par des transitions insensibles.

A l'HELVÉTIEN correspond l'*horizon de Sansan*, partie inférieure de la *formation d'eau douce de l'Armagnac*, constituée principalement par des mollasses et des marnes de diverses couleurs, avec intercalations de bancs calcaires. La colline de Sansan, dans le Gers, est un célèbre gisement de Vertébrés fossiles, découvert en 1834 par Édouard Lartet.

Les Mammifères ont fait l'objet d'un mémoire de H. Filhol [239]; ils se répartissent de la manière suivante :

Rongeurs : *Sciurus, Myoxus, Cricetodon, Steneofiber;* Insectivores : *Erinaceus, Galerix, Lanthanotherium, Mygale, Sorex, Talpa;* Chiroptères : *Vespertilio, Rhinolophus;* Carnivores : *Amphicyon major, Pseudocyon sansaniensis, Hemycion, Viverra, Proputorius, Mustela, Trochictis, Pseudælurus, Machærodus palmidens;* Périssodactyles : *Anchitherium aurelianense, Rhinoceros sansaniensis, Acerotherium incisivum;* Artiodactyles : *Listriodon splendens, Chœrotherium mamillatum, Hyæmoschus crassus, Micromeryx Flourensianus, Palæomeryx magnus, sansaniensis, Cervus dicroceros, sansaniensis, Nouleti, Palæocervus sansaniensis, Chalicotherium magnum, Antilope Martiniana;* Proboscidiens : *Mastodon angustidens* (fig. 454), *turicensis;* Singes anthropoïdes : *Pliopithecus antiquus.*

Les Oiseaux sont représentés par une vingtaine d'espèces; les Reptiles comprennent des Chéloniens (*Emys, Testudo*), des Lacertiens (*Lacerta*), des Ophidiens (*Anguis, Coluber, Vipera*); les Batraciens se répartissent dans les genres *Triton, Salamandra, Rana;* parmi les Poissons, on doit citer un Ganoïde, le genre *Cyclurus.*

Les Mollusques terrestres et d'eau douce sont très nombreux [240] et se répartissent dans les genres *Unio, Melania, Melanopsis, Valvata, Cyclostoma, Segmentina, Planorbis, Limnæa, Carychium, Vertigo, Milne-Edwardsia, Helix, Zonites, Testacella, Sansania.*

La même faune caractérise, d'après Ph. Glangeaud [293], de très anciennes alluvions de l'Allier, qui sont donc d'âge helvétien. Elles renferment à Givreuil, au sud de Moulins, *Aceratherium lemanense, Protapirus priscus, Cænotherium commune, Amphitragulus elegans, Plesiomeryx gracilis, Plesictis robustus, Dinotherium Cuvieri, Mastodon turicensis, angustidens.*

L'*horizon de Simorre*, qui est à peu près l'équivalent du TORTONIEN, s'est montré jusqu'ici beaucoup moins riche en ossements de Vertébrés que celui de Sansan. On ne cite guère que les espèces suivantes de Mammifères : *Chalicomys subpyrenaicus, Amphicyon major, Pseudocyon sansaniensis, Viverra simorrensis, Rhinoceros brachypus, simorrensis, Sus simorrensis, Dicroceras elegans, Hyæmoschus crassus, Dremotherium Bojani, Micromeryx Flourensianus, Mastodon angustidens, turicensis.*

Dans la Haute-Garonne et dans l'Ariège, il existe une mollasse d'eau douce, dont la partie inférieure correspond aux horizons de Sansan et de Simorre, tandis que la partie supérieure représente un niveau plus élevé, le *niveau de Saint-Gaudens*, équivalent du SARMATIEN. On y trouve notamment *Macrotherium sansaniense, Dicroceras elegans, Dryopithecus Fontani.*

Aucune formation continentale avec Mammifères à laquelle on puisse attribuer un âge plus récent que le Vindobonien n'est connue dans le bassin de Paris et dans le bassin de l'Aquitaine. Par contre, le PONTIEN est représenté, dans certaines parties du Plateau Central et principalement dans le Cantal, par des gisements fossilifères. Aux environs d'Aurillac (fig. 455) [241, 242], on observe, dans des dépressions des calcaires tongriens, des sables et des cailloutis, généralement recouverts par une nappe basaltique, mais quelquefois aussi superposés à cette nappe. On y a trouvé, notamment au Puy-Courny, *Hipparion gracile, Rhinoceros Schleiermacheri, Tragoceras amalthea, Dinotherium giganteum*, espèces qui, comme on le verra

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

plus loin, sont essentiellement caractéristiques de la faune pontienne. La localité du Puy-Courny est surtout connue par la fréquence de silex à cassures conchoïdales, sur lesquels on a voulu voir des traces d'un travail intentionnel et que l'on a qualifiés d'*éolithes*.

Au-dessus des sables et cailloutis pontiens et du basalte viennent des brèches andésitiques (*trass*) et des cinérites, qui, dans leur partie inférieure, renferment les mêmes espèces de Mammifères que les alluvions sous-jacentes. On y trouve aussi, notamment à Andelot, Chambeuil, Joursac, de nombreuses empreintes végétales appartenant, d'après Marty, à des espèces d'altitude relativement élevée, telles que *Pinus Laurenti*, *Abies Ramesi*, *Carpinus betulus*, *Betula alba*, *Fagus sylvatica*, *Alnus glutinosa*, *Acer lætum*, etc. La même flore se rencontre à la Bourboule, au pied du Mézenc et à Charay, près Privas. Dans tous ces gisements les Diatomées sont extrêmement abondantes [XXXIX, 364].

Le groupe NÉOGÈNE SUPÉRIEUR est constitué, dans le Plateau Central, exclusivement par des formations volcaniques et lacustres, très riches en Végétaux, mais qui, jusqu'ici, n'ont pas fourni de restes de Vertébrés. Des

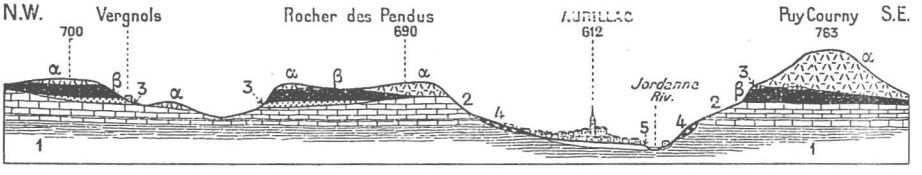


Fig. 455. — Coupe géologique des environs d'Aurillac (d'après MARCELLIN BOULE).

1, Tongrien moyen; 2, calcaires du Tongrien supr; 3, alluvions pontiennes; 4, moraines quaternaires; 5, alluvions quaternaires; α, brèche andésitique; β, basalte pontien.

gisements classiques (lac Chambon, Niac, St-Vincent, Pas de la Mougudo), étudiés par G. de Saporta, l'abbé Boulay, Laurent, Marty, Lauby [XXXIX, 364], ont permis de reconstituer la flore des lacs, composée d'espèces aquatiques (*Nymphæa*, *Ranunculus*) et surtout de Diatomées, et celle des forêts avoisinantes. Celle-ci semble présenter un caractère moins montagneux que celle du Pontien. Elle comprend de nombreux Chênes d'affinités méditerranéennes, beaucoup d'espèces qui vivent actuellement dans l'Europe occidentale et quelques éléments subtropicaux, tels que *Cinnamomum Scheuchzeri* et quelques espèces canariennes. L'âge plaisancien de la flore peut être établi d'une manière certaine, grâce au fait qu'un très grand nombre de ses espèces se retrouve dans les marnes à *Nassa semistriata* de la vallée du Rhône.

L'étude des Diatomées, particulièrement abondantes dans les argiles, souvent ligniteuses, intercalées dans la vallée du Mont-Dore entre de grandes coulées volcaniques, a permis à Lauby d'affirmer la diminution sensible des espèces chaudes, la prédominance des formes tempérées et l'accroissement considérable du nombre des espèces froides.

Nous reviendrions plus loin sur les formations volcaniques si importantes du Néogène supérieur du Plateau Central.

Bassin du Rhône et Languedoc. — Le versant méditerranéen de la France va nous permettre d'étudier une série de dépôts néogènes continentaux peut-être encore plus complète et plus riche en Mammifères que le versant atlantique; mais, ici aussi, nous devrons suivre l'ordre chronologique des dépôts

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

et prendre le type des horizons successifs tantôt dans une région, tantôt dans l'autre.

L'AQUITANIEN ne présente nulle part une faune aussi variée que celle de Saint-Gérand-le-Puy, mais les localités de Pyrimont (Ain) et de Challonges (Savoie) ont fourni un certain nombre de Mammifères bien caractéristiques de cette faune, auxquels Ch. Depéret et H. Douxami [243] ont consacré un intéressant mémoire. Ils proviennent d'une couche de sable argileux, séparée de l'Urgonien sous-jacent par un poudingue et surmontée par des marnes bariolées, avec *Planorbis cornu*, *Helix cordensis*, *cadurcensis* et oogones de *Chara*, et des grès mollassiques, qui passent insensiblement, à leur partie supérieure, au Burdigalien marin. Les Mammifères, accompagnés de débris de Chéloniens (*Trionyx*, *Emys*), de Crocodiliens (*Diplocynodus Rateli*) et d'Oiseaux (*Palælodus*), se répartissent de la manière suivante :

Marsupiaux : *Amphiperatherium rhodanicum;* Insectivores : *Echinogale gracilis;* Chiroptères : *Palæonycteris robustus;* Rongeurs : *Steneofiber Eseri*, *Rhodanomys Schlosseri*, *Titanomys visenoviensis;* Carnivores : *Amphicyon lemanensis*, *Plesictis robustus;* Périssodactyles : *Diceratherium asphaltense*, *Aceratherium minutum*, *Paratapirus helveticus*, *intermedius;* Artiodactyles : *Brachyodus porcinus*, *Palæochœrus Meissneri*, *Cœnotherium commune*, *Amphitragulus elegans*.

On remarquera, comme à Saint-Gérand-le-Puy, l'absence totale du genre *Anthracotherium*, si caractéristique de tous les niveaux tongriens.

Quelques Mammifères aquitaniens ont été rencontrés dans diverses localités du Gard. Les marnes aquitaniennes de Varages (Var), qui sont immédiatement postérieures aux charriages de la Provence (voir p. 1572), ont fourni *Dremotherium Feignouxi*, associé à *Planorbis cornu* et *Carpolithes Websteri*. Ce sont là les seuls documents que nous possédions sur l'Aquitanien du Sud-Est. Par contre, la *mollasse grise de Lausanne*, et celle de Greit et d'Othmarsingen, qui renferment *Palæochœrus Meissneri*, associé aux genres *Amphicyon*, *Tapirus*, *Aceratherium*, *Cœnotherium*, *Chalicotherium*, *Dremotherium*, constituent l'équivalent exact des couches de Pyrimont, tandis que la mollasse de Rochette à *Anthracotherium valdense* est certainement chattienne.

On ne peut attribuer au BURDIGALIEN, dans le bassin du Rhône, qu'un petit nombre de gisements de Mammifères. Aucun n'est comparable comme importance aux sables de l'Orléanais et ils semblent tous être d'origine marine. On ne peut guère citer que quelques localités de la Drôme et du Gard, qui ont fourni notamment des restes d'*Anchitherium aurelianense*.

En Suisse, le *Muschelsandstein*, quoique essentiellement marin, a fourni [244] *Amphicyon major*, *Aceratherium incisivum*, *minutum*, *Tapirus helveticus*, *Palæochœrus aurelianensis*, *Hyæmoschus crassus*, *Dicrocerus furcatus*, *Protragocerus clavatus*.

Le Vindobonien étant, dans le bassin du Rhône, une période de grande transgression marine, on ne peut guère s'attendre à rencontrer des gisements continentaux très étendus appartenant à cet étage. Quelques restes de Mammifères terrestres ont été trouvés dans l'HELVÉTIEN marin des environs de Romans et dans le TORTONIEN marin de Mirabeau (Basses-Alpes), de Sorgues (Vaucluse) et de Romans (Drôme). C'est aussi à ce sous-étage, c'est-à-dire à l'horizon de Simorre, que Depéret attribue maintenant [XXXIX, 399] plusieurs gisements sidérolithiques du nord du bassin, notamment celui de la Grive-Saint-Alban (Isère), constitué par le remplissage de fentes dans les calcaires jurassiques. Sa faune, qui a fait l'objet, de la part de Ch. Depéret,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

de deux beaux mémoires [246, 247], comprend notamment les éléments suivants :

Reptiles : *Testudo antiqua, Emys, Lacerta;* Oiseaux : *Phasianus altus, Palæortyx Edwardsi, Picus Gaudryi;* Insectivores : *Erinaceus sansaniensis, Talpa telluris, Sorex pusillus;* Chiroptères : *Vespertilio grivensis, Vesperugo noctuloides;* Carnivores : *Amphicyon, Dinocyon, Progenetta, Viverra, Herpestes, Haplogale, Martes, Lutra, Pseudælurus, Ælurictis, Machærodus;* Rongeurs : *Sciurus, Myoxus, Cricetodon, Prolagus, Lagopsis;* Périssodactyles : *Anchitherium aurelianense, Rhinoceros sansaniensis, brachypus;* Artiodactyles : *Macrotherium grande, Listriodon splendens, Hyotherium Sœmmeringi, Chœromorus pygmæus, Protragoceros Chantrei, Hyæmoschus Jourdani, Palæomeryx magnus, Micromeryx Flourensianus, Dicroceros elegans;* Proboscidiens : *Dinotherium giganteum, Mastodon angustidens;* Singes anthropoïdes : *Pliopithecus antiquus.*

Une faune tout à fait semblable se rencontre, dans des conditions de gisement identiques, au Mont Ceindre, un peu au nord de Lyon. Presque toutes ses espèces sont communes avec la Grive. Les Chiroptères sont particulièrement abondants.

Au SARMATIEN ou niveau de Saint-Gaudens correspond en Suisse la *Mollasse d'eau douce supérieure*, aussi appelée *OEningien*.

Elle a fourni à OEningen, sur le lac de Constance, une flore extrêmement riche, dont Oswald Heer a fait connaître plus de 500 espèces. Les Insectes, les Poissons, les Reptiles y sont également très abondants. Les Amphibiens y sont représentés par une Salamandre géante, *Andrias Scheuchzeri*, dont un exemplaire avait été envisagé au XVIIIe siècle comme un squelette humain (*homo diluvii testis*).

Des Mollusques dulçaquicoles et terrestres ont été rencontrés en diverses localités. Les espèces les plus caractéristiques sont les suivantes : *Unio flabellatus, Anodonta Lavateri, Melanoides Escheri, Planorbis Mantelli, depressus, Limnæa dilatata, minor, Helix inflexa, sylvana, moguntina, Christoli, Glandina inflata.* Ce sont des espèces qui, en général, ne montent pas dans le Pontien.

Les Mammifères sont représentés, à la Chaux-de-Fond, Vermes, Delémont, OEningen, Kæpfnach et OErlikon, près Zurich, Elgg, près Winterthur, Buthenthal, près Urwil, par les éléments suivants [4] :

Insectivores : *Erinaceus sansaniensis, œningensis;* Rongeurs : *Ghalicomys minutus, Jægeri, Lagomys verus, Sciurus Bredai, Cricetodon medium;* Carnivores : *Trochictis carbonarius, Stephanodon mombachensis;* Périssodactyles : *Anchitherium aurelianense, Rhinoceros sansaniense, Aceratherium Goldfussi, incisivum;* Artiodactyles : *Hyotherium Meissneri, medium, Sœmmeringi, Listriodon splendens, Palæomeryx medius, eminens, Dicrocerus furcatus, Cervus lunatus;* Proboscidiens : *Dinotherium giganteum, Mastodon angustidens, turicensis;* Singes anthropoïdes : *Pliopithecus antiquus.*

Cette faune montre avec évidence que la Mollasse d'eau douce supérieure doit être placée au sommet du Vindobonien et non dans le Pontien, comme on faisait autrefois. Le PONTIEN étant par excellence, dans toute l'Europe centrale, une période continentale, les gisements de Mammifères y sont particulièrement abondants. Le bassin du Rhône ne fait pas exception à la règle. Ch. Depéret [399] y distingue 3 horizons pontiens, caractérisés par des faunes légèrement différentes.

Le *niveau inférieur* est constitué, aux environs de Cucuron (Vaucluse), par les marnes et les calcaires de Ratavoux, qui renferment des Mollusques terrestres et d'eau douce nombreux [248] : *Cyclostoma Draparnaudi, Bithinia luberonensis, Belgrandia Deydieri, Melanopsis Narzoliana, Planorbis Matheroni, præcorneus, Limnæa heriaciensis, cucuronensis, druentica, Ancylus Neumayri, Auricula viennensis, Succinea primæva, Helix valentinensis, Dufrenoyi, Christoli.* On y a trouvé également *Hipparion gracile* et *Castor Jægeri.* Ces deux

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

espèces, ainsi que *Sus major*, se rencontrent également à Chabeuil (Drôme) dans des marnes qui occupent la base du Pontien et qui renferment une grande partie des Mollusques de Ratavoux. *Hipparion gracile* est aussi assez commun dans les sables saumâtres à *Nassa Michaudi* de Tersanne et de Toussieu, dans le Bas-Dauphiné.

Le *niveau moyen* est représenté par les marnes et sables à *Helix* de Visan (Vaucluse), de Montmirail, Montvendre (Drôme), dans lesquels on trouve *Hipparion gracile* et *Dinotherium giganteum*, et par les marnes de Saint-Jean-de-Bournay (Isère), avec *Chalicomys Jægeri*, *Hipparion gracile*, *Rhinoceros* sp., *Sus major*, *Protragocerus Chantrei*, *Dicrocerus elegans*, *Dinotherium giganteum*, *Mastodon longirostris*. Quelques-unes de ces espèces ont été également rencontrées à Soblay et à Saint-Jean-le-Vieux (Ain).

Au *niveau supérieur* appartiennent les limons rouges de Cucuron, dont la faune est célèbre, sous le nom impropre et incorrect de faune du mont Léberon, grâce au beau mémoire qu'Albert Gaudry [249] lui a consacré. Elle comprend les éléments suivants : Chéloniens : *Testudo leberonensis;* Carnivores : *Ictitherium hipparionense*, *Orbignyi*, *Hyæna crimia*, *Machærodus cultridens;* Périssodactyles : *Aceratherium incisivum*, *Hipparion gracile;* Artiodactyles : *Sus major*, *Helladotherium Duvernoyi*, *Tragocerus amaltheus*, *Gazella deperdita*, *Palæoreas Lindermayeri*, *Cervus Matheroni;* Proboscidiens : *Dinotherium giganteum.*

Une faune semblable a été découverte par Torcapel à Aubignas (Ardèche), dans des conglomérats et dans des argiles fluviatiles recouverts par les plus anciennes coulées de la grande nappe balsatique des Coirons (pl. XXVIII, 2). Gaudry et Boule [XXXIX, 362] y ont reconnu notamment *Machærodus cultridens*, *megantereon*, *Hipparion gracile*, *Rhinoceros Schleiermacheri*, *Tragocerus amaltheus*, *Hyæmoschus Jourdani*, *Dinotherium Cuvieri*, *Mastodon longirostris.*

Enfin, la même faune a été signalée, par Depéret [246, 247], dans les marnes blanches de la Croix-Rousse, à Lyon, qui surmontent la masse des sables à *Helix*. Les espèces les plus caractéristiques sont *Hipparion gracile*, *Rhinoceros Schleiermacheri*, *Tragocerus amaltheus*, *Gazella deperdita*, *Hyæmoschus Jourdani*, *Dinotherium Cuvieri*, *Mastodon longirostris.*

Le NÉOGÈNE SUPÉRIEUR du Sud-Est de la France est représenté, non seulement par une série marine fort intéressante, mais encore par des formations continentales, fluviatiles et lacustres, qui offrent un intérêt capital, en raison des restes de Mollusques et de Mammifères que l'on y rencontre. Nous étudierons séparément le Néogène du Languedoc et celui de la région lyonnaise et bressane.

Le Plaisancien du Roussillon est exclusivement marin, mais l'Astien renferme à Perpignan, au-dessus du niveau saumâtre à *Potamides Basteroti* (voir p. 1622), dans des argiles sableuses et des sables fluviatiles à *Unio Nicolasi* et dans des limons de ruissellement, une faune de Vertébrés d'une grande richesse. Ch. Depéret lui a consacré un important mémoire [250]; voici les principaux éléments dont elle se compose :

Amphibiens : *Diplopelturus ruscinensis*, *Rana esculenta;* Chéloniens : *Testudo perpiniana* (« Tortue géante de Perpignan »), *ruscinensis*, *Clemmys Gaudryi*, *Trionyx pliopedemontana;* Lépidosauriens : *Lacerta*, *Cœlopeltis;* Oiseaux : *Anser*, *Palæocryptonyx*, *Gallus*, *Corvus*, *Turdus;* Insectivores : *Talpa*, *Sorex;* Rongeurs : *Hystrix*, *Castor*, *Sciuropterus*, *Mus*, *Trilophomys*, *Circetus*, *Lagomys*, *Lepus*, *Ruscinomys;* Carnivores : *Viverra Pepratxi*, *Ursus arvernensis* mut. *ruscinensis*, *Hyæna arvernensis* mut. *ruscinensis*, *Vulpes Donnezani*, *Felis brevirostris*, *Machærodus cultridens;* Périssodactyles : *Hipparion crassum*, *Rhinoceros leptorhinus*, *Tapirus arvernensis;* Artiodactyles : *Sus provincialis*, *Gazella borbonica*, *Palæoryx boodon*, *Cervus pyrenaicus*, *Capreolus australis*, *ruscinensis;* Proboscidiens : *Mastodon arvernensis*, *Borsoni;* Simiens : *Dolichopithecus ruscinensis.*

L'Astien des environs de Montpellier a fourni une faune tout à fait semblable, classique, grâce aux travaux de Marcel de Serres, de Christol, P. Gervais, sous le nom de *faune de Montpellier*. Elle provient indistinctement des sables jaunes marins à *Ostrea cucullata*, qui renferment aussi de nombreux restes de Poissons et de Mammifères marins, et des marnes d'eau douce, qui couronnent la colline de Montpellier. Les Mammifères terrestres se répartissent de la manière suivante [40] :

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Rongeurs : *Lagomys laxodus*, *Chalicomys sigmodus;* Carnivores : *Hyænarctos insignis*, *Lutra affinis*, *Felis Christoli;* Périssodactyles : *Hipparion* sp., *Rhinoceros leptorhynchus*, *Tapirus minor;* Artiodactyles : *Sus provincialis*, *Palæoryx Cordieri*, *Cervus Cauvieri*, *australis;* Proboscidiens : *Mastodon arvernensis;* Simiens : *Semnopithecus monspessulanum.*

La Bresse est, pour l'étude des formations continentales du Néogène, une région unique dans l'Europe occidentale. Les travaux de F. Delafond et Ch. Depéret [251] y ont fait connaître une succession continue de dépôts riches en Mollusques d'eau douce, qui va de la base du Pontien au sommet du Néogène supérieur. Un lac occupait la région et se déversait au sud de Lyon dans le golfe de la mer plaisancienne qui s'étendait au nord jusqu'à Givors (p. 1626, fig. 439).

Au-dessus de la mollasse d'eau douce pontienne de la Croix-Rousse, Oussiat, Soblet, etc., qui renferme une série d'espèces que l'on peut envisager comme les ancêtres directs des espèces du Néogène supérieur (*Unio atavus* var. *Sayni*, *Neritina crenulata*, *Melanopsis Klvini*, *Valvata sibinensis* var. *Sayni*, *Bithynia leberonensis*, *Limnæa heriacensis*, *Planorbis heriacensis*, *Helix Chaixi*, *Nayliesi*, *Zonites Colongeoni* var. *planciana*), on observe plusieurs zones successives, caractérisées par la présence de Paludines et de *Melanopsis*, qui offrent exactement les mêmes stades d'évolution que les couches à Paludines de Slavonie. Ces zones sont les suivantes :

1° zone à *Vivipara ventricosa* : marnes de Mollon inférieures;
2° zone à *Vivipara Neumayri* (*Tardyi*) et *liostraca* : marnes de Mollon supérieures;
3° zone à *Vivipara Fuchsi* (*Dresseli*) : marnes des Boulées;
4° zone à *Vivipara Sadleri* (*Bressana*) : sables de Saint-Amour;
5° zone à *Vivipara burgundina* : marnes d'Auvillars;
6° zone à *Vivipara Falsani* : sables de Trévoux.

Les zones 1-2 correspondent aux couches à Paludines inférieures de Slavonie et de Roumanie. Elles sont caractérisées par *Valvata vanciana*, par les grands *Planorbis* des types *heriacensis*, *Philippei*, *Falsani* et par les *Vivipara* à tours lisses et convexes.

Les zones 4-6 sont l'équivalent des couches à Paludines moyennes de Slavonie et de Roumanie. Elles sont caractérisées par *Pyrgidium Nodoti*, *Valvata inflata*, *Bithynia labiata* et surtout par les Vivipares à flancs plats (*V. Sadleri*), ou même un peu carénées (*V. Falsani*), enfin, par des *Melanopsis* à renflement sutural saillant (*M. Ogerieni*, *Brongniarti*) ou même costulées (sables de Trévoux).

Le faciès à Paludines ne s'élève en Bresse que jusqu'au milieu environ de l'ensemble de la formation levantine de Slavonie, et c'est pourquoi les formes très ornées de Vivipares font défaut dans la vallée de la Saône. D'ailleurs le faciès lacustre s'arrête avec la fin du Plaisancien. Les sables de Trévoux, qui correspondent à l'Astien, doivent être envisagés comme une formation fluviatile. Des mouvements orogéniques ont vidé le lac bressan, en même temps qu'ils ont chassé la mer du bassin du Rhône, et ils ont relevé les assises des couches lacustres à Paludines.

Les tufs et cailloutis de Meximieux [252], qui ravinent les couches à Paludines, sont synchroniques des sables de Trévoux. Ils renferment *Helix Chaixi*, *Zonites Colongeoni*, *Triptychia Terveri*, etc., et de nombreuses empreintes végétales, appartenant pour la plupart à des espèces éteintes des genres *Adiantum*, *Torreya*, *Glyptostrobus*, *Bambusa*, *Quercus*, *Platanus*, *Liquidambar*, *Persea*, *Oreodaphne*, *Laurus*, *Daphne*, *Viburnum*, *Magnolia*, *Buxus*, *Tilia*, *Acer*, *Ilex*, *Juglans*, etc.

Les ossements de Mammifères sont rares dans les couches à Paludines de la Bresse. On ne cite guère que *Rhinoceros leptorhinus*, *Tapirus arvernensis*,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Mastodon arvernensis. Dans les sables de Trévoux on rencontre, outre ces 3 espèces, *Ursus arvernensis*, *Capreolus australis*, *Palæoryx Cordieri*. C'est donc la faune de Montpellier et de Perpignan.

Allemagne du Sud et Bohême. — La plupart des faunes de Mammifères du Néogène français se retrouvent dans l'Allemagne du Sud, en particulier en Souabe et en Franconie, où l'on rencontre, sur les plateaux jurassiques, des calcaires lacustres et des remplissages de fentes sidérolithiques.

A l'Aquitanien appartient, comme en Suisse, la mollasse d'eau douce inférieure, qui supporte la mollasse marine. Schlosser [253] a fait connaitre des environs d'Ulm une faune identique à celle de Saint-Gérand-le-Puy, riche en Insectivores (*Talpa*, *Sorex*, *Dimylus*, *Cordilodon*), en Rongeurs (*Titanomys*, *Plesiospermophilus*, *Theridomys*, *Myoxus*, *Steneofiber*), en Carnivores (*Amphicyon*, *Potamotherium*, *Plesictis*, *Palæogale*, *Stenogale*, *Herpestes*), en Périssodactyles (*Chalicotherium Wetzleri*, *Aceratherium lemanense*, *Diceratherium Croizeti*, *Paratapirus helveticus*) et en Artiodactyles (*Palæochœrus*, *Cænotherium*, *Dremotherium Feignouxi*, *Amphitragulus*). La fente sidérolithique de l'Eselsberg [XXXIX, 390] renferme, d'autre part, *Hyænodus Aymardi*, *Cynodon velaunus*, *Entelodon magnum* et les genres *Pachycynodon*, *Bachitherium*, *Ronzotherium*, *Gelocus*.

Le Burdigalien n'est représenté que par les fentes sidérolithiques de Solnhofen, qui ont fourni à Schlosser [253] des Rongeurs (*Prolagus*, *Sciurus*), des Carnivores (*Amphicyon*, *Cephalogale*, *Stenoplesictis*, *Palæogale*), des Périssodactyles (*Teleoceras aurelianense*), des Artiodactyles (*Listriodon*, *Palæochœrus*, *Cænotherium*, *Palæomeryx*) et *Mastodon turicensis*.

C'est sans doute aussi à cet étage qu'il convient de rapporter les calcaires d'eau douce de Tuchořitz, Lipen et Kolosoruk en Bohême [254], qui renferment une faune de Mollusques terrestres et dulçaquicoles d'une grande richesse et d'une admirable conservation. Les genres les plus répandus sont les suivants : *Cyclas*, *Planorbis*, *Limmæa*, *Clausilia*, *Pupa*, *Glandina*, *Bulimus*, *Succinea*, *Vitrina*, *Acicula*.

A l'Helvétien, c'est-à-dire à l'horizon de Sansan, appartiennent les restes de Mammifères marins de la mollasse marine de Baltringen, Bammingen, Erningen, Stotzingen, Hausen, dans le Würtemberg, qui comprennent, d'après Schlosser [253], notamment *Prolagus œningensis*, *Steneofiber Eseri*, *Paratapirus helveticus*, *Teleoceras aurelianense*, *Aceratherium platyodon*, *tetradactylum*, *Diceratherium Douvillei*, *Listriodon Lockarti*, *Palæochœrus aurelianensis*, *Hyotherium Sœmmeringi*, *Chœrotherium sansaniense*, *Palæomeryx Kaupi*, *Antilope lunata*, *Dinotherium bavaricum*, *Mastodon angustidens*.

On peut attribuer, avec Depéret, au Tortonien, c'est-à-dire à l'horizon de Simorre, les calcaires lacustres de Steinheim [255, 256] et du Ries, qui ont pris naissance dans des cuvettes circulaires formées sur l'emplacement de dômes jurassiques effondrés. La faune y est d'une grande richesse [255]. La répartition des Mollusques dans les couches successives des calcaires de Steinheim a fait, de la part de Hilgendorf, Hyatt et d'autres, l'objet d'études fort intéressantes sur l'évolution de *Carinifex multiformis* et de *Planorbis steinheimensis*. Ces espèces sont accompagnées de représentants des genres *Limnæa*, *Paludina*, *Helix*, *Clausilia*, *Pupa*. Les Poissons appartiennent aux genres *Tinca*, *Leuciscus*, *Barbus*. Les Batraciens, les Chéloniens, les Ophidiens comptent plusieurs espèces. Les ossements d'Oiseaux aquatiques sont particulièrement abondants (*Anas*, *Pelecanus*, *Ibis*, *Ardea*, *Palælodus*). Les Mammifères se répartissent de la manière suivante :

Insectivores . *Parasorex socialis;* Rongeurs : *Myolagus*, *Myoxus*, *Cricetodon*, *Chalicomys;* Carnivores : *Viverra*, *Lutra*, *Amphicyon major*, *giganteus*, *Trochotherium cyamoides;* Périssodactyles : *Anchitherium aurelianense*, *Rhinoceros minutus*, *sansaniensis*, *brachypus*, *Aceratherium incisivum*, *Tapirus suevicus*; Artiodactyles : *Chalicotherium antiquum*, *Chœropotamus steinheimensis*, *Listriodon splendens*, *Hyæmoschus crassus*, *Palæomeryx furcatus*, *eminens*, *Flourensianus;* Proboscidiens : *Mastodon* sp.; Simiens : *Colobus grandævus*.

Il convient de ranger dans le Sarmatien la mollasse d'eau douce supérieure de Biberach et de Heggbach, qui renferme, d'après Schlosser [253], des Insectivores (*Talpa*, *Sorex*, *Erinaceus*), des Rongeurs (*Cricetodon*, *Sciurus*, *Chalicomys*, *Prolagus*), des Carnivores (*Amphicyon major*), des Périssodactyles (*Anchitherium aurelianense*, *Ceratorhinus steinheimensis*, *simorrensis*), des Artiodactyles (*Hyotherium Sœmmeringi*, *Dicrocerus elegans*, *Palæomeryx*, *Dorcatherium crassum*), des Proboscidiens (*Dinotherium bavaricum*, *Mastodon angustidens*). De nombreuses fentes sidérolithiques contiennent des ossements qui se rapportent aux divers niveaux du Vindobonien. Quelques-unes, comme celles de Salmendingen, Melchingen, Trochtelfingen, Neuberg, Neuhausen, ont livré des espèces

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

qui indiquent la présence d'une faune du Pontien. Schlosser [XXXIX, 390] cite notamment *Hipparion gracile, Rhinoceros Schleiermacheri, Mastodon longirostris, Dryopithecus rhenanus.*

Aucune faune du Néogène supérieur n'a encore été signalée dans l'Allemagne du Sud.

Dans le bassin de Mayence, la série saumâtre qui termine le Tongrien est couronnée par des argiles à Littorinelles, très riches en Mollusques terrestres et lacustres, où l'on a trouvé un assez grand nombre d'ossements d'espèces aquitaniennes. Mais les listes qui ont été publiées de cette faune auraient besoin d'une sérieuse revision [XXXIX, 105].

Les *sables à Dinotherium*, d'origine fluviatile, qui s'étendent bien au delà des limites du bassin, appartiennent au Pontien. La localité d'Eppelsheim, près Alzey, est célèbre depuis un siècle, grâce aux nombreux ossements de Mammifères qu'elle a fournis et qui se répartissent de la manière suivante : Rongeurs : *Chalicomys Jægeri;* Carnivores : *Felis* (?) pl. sp., *Machærodus cultridens;* Périssodactyles : *Hipparion gracile, Aceratherium incisivum, Goldfussi, Rhinoceros Schleiermacheri, minutus, Tapirus priscus;* Artiodactyles : *Chalicotherium Goldfussi, Macrotherium giganteum, Hyotherium palæochœrus, antiquum, Palæomeryx minor, Dorcatherium Naui, Cervus Bertholdi, elegans;* Proboscidiens : *Dinotherium giganteum, Mastodon longirostris.* La plupart de ces espèces se rencontrent également dans le Pontien du bassin du Rhône.

Allemagne du Nord. — La partie inférieure du Néogène est représentée, dans la basse vallée du Rhin, aux environs de Bonn et de Cologne [35 *bis*], non par des formations marines, comme dans les régions avoisinant la mer du Nord, mais par des couches d'eau douce. Ce sont des argiles et des sables, surmontés de tufs trachytiques et de couches de lignite assez importantes. La partie inférieure de la formation semble appartenir au Chattien, car on y a signalé *Anthracotherium breviceps*, qui n'est pas connu dans l'Aquitanien. Les lignites de Rott renferment en abondance des Végétaux, des Insectes, des Poissons, des ossements de Batraciens, d'Oiseaux, de Mammifères. Une revision complète de cette faune permettrait seule de déterminer son âge précis. Ses analogies avec celle de Steinheim permettent de l'attribuer provisoirement au Vindobonien. D'ailleurs la formation ligniteuse supporte directement des sables fluviatiles, avec galets d'oolithe silicifiée à fossiles jurassiques, certainement originaires de l'est du bassin de Paris. Leur âge pontien résulte de leur continuité avec les sables à *Dinotherium* du bassin de Mayence et aussi de leur flore, qui comprend de nombreux éléments méditerranéens et notamment des représentants des genres *Ficus, Juglans, Celtis, Cinnamomum*, associés à diverses espèces des genres *Populus, Fagus, Quercus, Carpinus, Ulmus, Betula, Alnus*, etc.

Les lignites de la Wetterau, du Habichtswald, de la Rhön, du Vogelsberg et du Westerwald appartiennent, comme ceux du Rhin, à la partie inférieure du Néogène. Il en est de même de ceux du Brandebourg et de la Lusace, qui ont fourni, à Senftenberg [257], une flore forestière, composée des genres *Populus, Juglans, Betula, Alnus, Fagus, Quercus, Ulmus, Acer*, etc. L'autochtonie des couches de lignites est attestée par la présence de troncs de *Taxodium distichum*, en place avec leurs racines, ce qui a amené Potonié [X, 16] à comparer le gisement de Senftenberg au Dismal Swamp de Virginie (p. 137).

Autriche-Hongrie. — Quoique le Néogène soit constitué, dans les bassins intraalpin et extraalpin de Vienne, principalement par des formations marines, on rencontre, à divers niveaux, des Mammifères suffisamment

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

caractéristiques pour permettre leur attribution à l'une ou l'autre des faunes qui se sont succédé dans l'Europe occidentale [4, 258].

Le BURDIGALIEN marin d'Eggenburg a fourni un certain nombre de Vertébrés, parmi lesquels Depéret [259] a reconnu *Testudo noviciensis*, *Crocodilus eggenburgensis*, *Metaxytherium Krahuletzi* et *Brachyodus onoideus*, Anthracothéridé caractéristique des sables de l'Orléanais.

Les lignites, par lesquels débute, dans le bassin intraalpin de Vienne et en Styrie, le 2e étage méditerranéen, renferment une faune qui appartient incontestablement à l'HELVÉTIEN, à l'horizon de Sansan. C'est la *faune d'Eibiswald*, dont les localités les plus connues sont Leiding, près Pitten, dans la Basse-Autriche, Eibiswald, Feisterniz, Göriach, Wies, Voitsberg, en Styrie. Ses éléments se répartissent de la manière suivante :

Rongeurs : *Chalicomys Jægeri*, *minutus*; Insectivores : *Sorex styriacus*; Carnivores : *Amphicyon intermedius*, *Trochictis taxodon*, *Viverra miocenica*, *Lutrictis Valetoni*, *Dinocyon göriachensis*, *Hyænarctos brevirhinus*, *Felis turnauensis*; Périssodactyles : *Anchitherium aurelianense*, *Aceratherium austriacum*, *Rhinoceros minutus*, *sansaniensis*; Artiodactyles : *Hyotherium Sœmmeringi*, *Meissneri*, *Hyæmoschus crassus*, *Palæomeryx eminens*, *Dicrocerus elegans*; Proboscidiens : *Mastodon angustidens*; Simiens : *Pliopithecus antiquus*.

Le TORTONIEN renferme, dans les gisements marins, à Dornbach, Breitenbrunn, Mannersdorf, Bruck a. Leitha, Neudorf, etc., quelques rares ossements de Mammifères terrestres : *Anchitherium aurelianense*, *Rhinoceros* sp., *Listriodon splendens*, *Dicrocerus furcatus*, *Dorcatherium vindobonense*, *Antilope cristata*, *Dinotherium giganteum*, *Mastodon angustidens*.

Les dépôts saumâtres du SARMATIEN ont fourni, à Nussdorf, Hernals, Türkenschanze, Heiligenstadt, etc., exactement les mêmes espèces que le Tortonien.

Les dépôts fluviatiles du PONTIEN des environs de Vienne (*conglomérats du Belvédère*) contiennent les mêmes espèces que dans le bassin du Rhône (*Hipparion gracile*, *Rhinoceros Schleiermacheri*, *Aceratherium incisivum*, *Sus palæochœrus*, *Tragocerus amaltheus*, *Dinotherium giganteum*, *Mastodon longirostris*) et, notamment à l'Eichkogel, près Mödling [259 *bis*], quelques espèces que nous retrouvons à Pikermi, dans l'Attique (*Hystrix primigenia*, *Aceratherium Goldfussi*, *Mastodon Pentelici*). La même faune se retrouve à Baltavár en Hongrie.

Enfin, on a signalé dans les couches à Paludines de Slavonie, une faune du NÉOGÈNE SUPÉRIEUR, comparable à la faune de Montpellier, avec *Castor* sp., *Rhinoceros* sp., *Tapirus priscus*, *hungaricus*, *Cervus arvernensis*, *Mastodon arvernensis*, *Borsoni* [63].

Roumanie et Russie méridionale. — Les étages inférieurs du Néogène de l'Europe orientale sont presque entièrement dépourvus de restes de Vertébrés. Ce n'est qu'à partir du SARMATIEN que l'on commence à rencontrer, quelquefois en abondance, des ossements de Mammifères, au milieu de dépôts d'eau saumâtre ou lacustres. On a cité, à Kriwoi-Rog, à Nicolaïeff, à Sébastopol, quelques espèces provenant de cet étage.

Le PONTIEN renferme, en Roumanie et dans la Russie méridionale, des restes de Mammifères qui permettent d'affirmer son parallélisme avec les couches fluviatiles de l'Europe occidentale auxquelles on a appliqué ce terme.

Le sous-étage Méotien, qui, par sa faune de Mollusques, accuse encore des affinités étroites avec le Sarmatien, a fourni, à Grossoulovo, dans le gouvernement de Kherson, des Mammifères incontestablement pontiens : *Hipparion gracile*, *Rhinoceros pachygnathus*, *Gazella brevicornis*, *Mastodon longirostris*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Au sous-étage Pontien s. str. appartiennent les couches à Congéries de Moldavie, dans lesquelles a été trouvé à Mânzați, dans le district de Tutova, associé à *Hipparion gracile* et *Gazella brevicornis*, un squelette presque complet du plus grand *Dinotherium* connu, décrit par Gr. Stefanescu sous le nom de *D. gigantissimum*, mais considéré par S. Athanasiu comme une simple variété de *D. giganteum* [260].

La même espèce se rencontre à Vernești, près Curtea de Argeș, dans le sous-étage Dacien, associée à *Machærodus cultridens* et *Hipparion gracile*, ainsi qu'à *Mastodon arvernensis*, *Borsoni*, *Rhinoceros megarhinus*, espèces que l'on ne rencontre habituellement que dans le Néogène supérieur.

La faune des *sables de Balta*, en Podolie et en Bessarabie, est caractérisée de même par l'association d'espèces incontestablement pontiennes, telles que *Aceratherium incisivum*, *Rhinoceros Schleiermacheri*, *Dinotherium gigantеum*, *Mastodon longirostris*, et d'espèces du Néogène supérieur, telles que *Rhinoceros megarhinus*, *Capreolus cusanus*, *Mastodon arvernensis*, *Borsoni*.

La partie inférieure des couches à Paludines de Roumanie renferme plusieurs espèces de Mammifères qui ont leur maximum d'extension dans la faune de Montpellier. Ce sont notamment *Mastodon arvernensis*, *Borsoni*, *Rhinoceros etruscus*, *megarhinus*, *Capreolus cusanus* et encore *Hipparion gracile*. Dans la partie supérieure, on rencontre par contre déjà *Elephas meridionalis* et *Equus Stenonis*, espèces dont l'apparition marque pour nous le début de l'époque Quaternaire.

Espagne et Portugal. — Il nous reste à étudier les gisements de Mammifères des trois péninsules de l'Europe méridionale. Nous commencerons par l'ouest.

Au Portugal, le Burdigalien marin a fourni à Lisbonne, d'après Roman [220], *Ceratorhinus tagicus*, *Teleoceras* sp., *Brachyodus onoideus* (essentiellement caractéristique de l'étage), *Palæochœrus aurelianensis*, *Pseudælurus transitorius*.

Le gisement continental le plus ancien est celui d'Aveiras de Baixo, qui renferme *Machærodus Jourdani*, *Ceratorhinus* sp., *Listriodon* sp., *Sus palæochœrus*. C'est probablement du Sarmatien.

Le Pontien est représenté, aux environs d'Azambuja et à Archino, près Ota, par *Hipparion gracile*, *Palæoryx* sp., *Tragocerus amaltheus*, *Mastodon longirostris*.

Dans la Meseta, on a signalé [XXXIX, 396] à San Isidro, près Madrid, des couches lacustres appartenant à la partie supérieure du Vindobonien, avec *Anchitherium aurelianense*, *Sus palæochœrus*, *major*, *Dicrocerus furcatus*, *Mastodon angustidens*.

Le Pontien continental à *Hipparion gracile* existe à Valladolid, mais il est surtout bien développé à Concud [XXXII, 33] et à Cueva Rubbia [261], près Perales, dans la province de Teruel, où se trouve un bassin tertiaire, dont la partie supérieure, constituée par des alternances de marnes gypseuses et de calcaires, renferme *Planorbis Mantelli*, *Thiollierei*, *Matheroni*, *Mariæ*, *Limnæa heriacensis*, *cucuronensis*, *Glandina aquensis*, *Succinea primæva*, *Hydrobia ventrosa*, *Bithynia dubia*, *Helix moguntina* et des restes de Mammifères, tels que *Hyænictis græca*, *Hipparion gracile*, *Tragocerus amaltheus*, *Cervus Matheroni*, *Mastodon longirostris*.

Des couches un peu plus anciennes, appartenant probablement au niveau de Saint-Gaudens (Sarmatien), se rencontrent au pied des Pyrénées, en Cerdagne [262] et à la Seo d'Urgel [263], sur le versant sud, et à Aurignac (Hautes-Pyrénées), sur le versant nord. On a rencontré dans ces divers gisements : *Castor Jægeri*, *Amphicyon major*, *Hipparion gracile*, *Aceratherium*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

tetradactylum, *Tapirus priscus*, *Sus major*, *Hyotherium Sœmmeringi*, *Cervulus dicranocerus*, *Dinotherium bavaricum*, *Mastodon angustidens*, *longirostris*.

Italie. — Les seuls gisements de Mammifères terrestres d'âge « miocène » que l'on rencontre en Italie font partie de la série lignitifère de Toscane. La localité la plus connue est Montebamboli, près Sienne, qui renferme, avec les gisements voisins de Casteani et du Monte Massi, une faunule, envisagée par Ch. Depéret comme sarmatienne. Elle est composée, d'après Weithofer [264], des espèces suivantes, associées à des restes de Reptiles et d'Oiseaux : *Enhydriodon Campanii*, *Hyænarctos anthracites*, *Mustela Majori*, *Sus chœroides*, *Antilope Haupti*, *gracillima*, *Oreopithecus Bambolii*.

Les lignites de Casino, près Sienne, appartiennent à la partie tout à fait supérieure du Pontien. On y a trouvé *Myolagus elsanus*, *Hipparion gracile*, *Hippopotamus* sp., *Palæoryx Cordieri*, *Cervus elsanus*, *Semnopithecus senensis*. En Sicile, on a signalé aux environs de Messine, dans le Pontien, *Machærodus ogygia*, *Gazella deperdita*, *Mastodon Borsoni*, *turicensis*.

Les dépôts marins du Néogène supérieur d'Italie renferment quelquefois des ossements de Mammifères. Quelques petits bassins lignitifères, tels que ceux de Spolète, du Serchio, de la Magra, ont fourni *Tapirus minor*, *Sus provincialis*, *Mastodon arvernensis* [3]. Les mêmes espèces caractérisent la partie inférieure des couches du val d'Arno, dont les couches supérieures, beaucoup plus riches en restes organiques, constituent un des principaux gisements du Villafranchien, étage que nous plaçons à la base du Quaternaire.

Péninsule Balkanique et Archipel Grec. — Un seul niveau de Mammifères mérite d'attirer notre attention dans la péninsule Balkanique et dans l'archipel Grec, mais il est d'autant plus important, c'est celui de Pikermi, ainsi nommé d'après sa localité la plus célèbre, l'ossuaire de Pikermi, près Athènes, qui est une formation continentale d'âge pontien, constituée par des alternances répétées de limons rouges et de conglomérats. C'est d'une de ces couches de limon que proviennent les innombrables ossements de Mammifères exhumés par divers géologues et surtout par Albert Gaudry [265], qui a consacré à la faune de Pikermi une monographie célèbre à juste titre. Depuis, Weithofer [266] a fourni quelques compléments à cette étude et Smith Woodward [267] a dirigé en Attique de nouvelles fouilles.

La faune comprend, outre quelques représentants des Reptiles (*Testudo*, *Varanus*) et des Oiseaux (*Gallus*, *Grus*), exclusivement des Mammifères, pour la plupart de grande taille, qui se répartissent de la manière suivante :

Rongeurs : *Hystrix primigenius;* Carnivores : *Metarctos diaphorus*, *Mustela Pentelici*, *Promephitis Larteti*, *Ictitherium robustum*, *hipparionum*, *Orbignyi*, *Hyæna eximia*, *Chæretis*, *Hyænictis græca*, *Machærodus cultridens*, *Schlosseri;* Hyracoïdes : *Pliohyrax græcus;* Périssodactyles : *Hipparion gracile*, *Aceratherium* sp., *Rhinoceros pachygnathus*, *Schleiermacheri*, Ancylopodes : *Chalicotherium Pentelici;* Artiodactyles : *Sus erymanthius*, *Camelopardalis attica*, *parva*, *Helladotherium Duvernoyi*, *Palæotragus Roueni*, *Protragelaphus Skouzèsi*, *Palæoryx Pallasi*, *parvidens*, *Tragocerus amaltheus*, *Valenciennesi*, *Palæoreas Lindermayeri*, *Gazella brevicornis;* Proboscidiens : *Dinotherium* sp., *Mastodon Pentelici*, *turicensis;* Simiens : *Mesopithecus Pentelici*.

On remarquera les étroites affinités de cette faune avec celle du Pontien de l'Europe occidentale et en particulier de Cucuron et d'Eppelsheim. Cependant on y constate la présence d'éléments africains ou asiatiques, comme *Pliohyrax*, *Camelopardalis*, *Helladotherium*, qui manquent dans l'Europe occidentale. La faune de Pikermi existe également dans l'île d'Eubée. J. Deprat [XXXVIII, 62] a recueilli, dans une mollasse à conglomérats ser-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

pentineux, *Hipparion gracile*, *Sus erymanthius*, *Tragocerus amaltheus*, *Palæoreas Pallasi*. La mention du genre *Hippopotamus* demande vérification.

L'île de Samos renferme des gisements de Vertébrés fossiles qui étaient déjà connus des Anciens; ce n'est toutefois que dans les 20 dernières années qu'ils ont attiré l'attention des géologues et ont fait, de la part de Forsyth Major [268] et d'autres, l'objet de fouilles systématiques. Les ossements proviennent de calcaires marneux, de tufs volcaniques et d'argiles. Leur âge pontien ne fait pas de doute, car un assez grand nombre d'espèces de Pikermi se retrouvent parmi les collections de Samos. Les Antilopidés et les Ovidés ont seuls fait l'objet, de la part de Max Schlosser [269], d'une étude approfondie. Les Mammifères se répartissent de la manière suivante :

Rongeurs : *Acanthomys Gaudryi;* Pholidotes : *Orycteropus Gaudryi;* Carnivores : *Meles maraghanus*, *Promephitis Larteti*, *Mustela palæattica*, *Ictitherium Orbignyi*, *hipparionum*, *robustum*, *Hyæna eximia*, *Lycyæna Chæretis*, *Felis Neas*, *Machærodus* sp.; Hyracoïdés : *Pliohyrax græcus;* Périssodactyles : *Hipparion mediterraneum*, *minus*, *Rhinoceros pachygnathus*, *Schleiermacheri;* Ancylopodes : *Chalicotherium Pentelici;* Artiodactyles : *Sus erymanthius*, *Samotherium Boissieri*, *Palæotragus Roueni*, *Helladotherium Duvernoyi*, *Dremotherium Pentelici*, *Criotherium argolicides*, *Prodamaliscus gracilidens*, *Protrageluphus Zitteli*, *Tragoreas oryxoides*, *Palæoryx Majori*, *Stützeli*, *ingens*, *Protoryx Carolinæ*, *Hentscheli*, *Pseudotragus capricornis*, *Pachytragus crassicornis*, *Tragocerus amaltheus*, *rugosifrons*, *Gazella Gaudryi*, *Oioceros proaries;* Proboscidiens : *Dinotherium* sp., *Mastodon Pentelici*, *turicensis*.

Les éléments essentiellement africains sont représentés ici, non seulement par *Pliohyrax græcus*, mais encore par un Pholidote, *Orycteropus Gaudryi*, et par une Autruche, *Struthio Karatheodoris*. Parmi les Giraffidés, qui sont probablement d'origine asiatique, se trouve un genre spécial, *Samotherium*, qui manque à Pikermi.

Un autre genre de Giraffidés, *Sivatherium*, également asiatique, a été rencontré récemment dans le Pontien des environs immédiats d'Andrinople [270].

Sur les deux rives du détroit des Dardanelles, on rencontre également des formations continentales, qui, d'après les restes organiques qu'elles ont fournis, se répartissent dans les étages Vindobonien et Pontien [164].

Du Vindobonien, ou sans doute plus exactement du Sarmatien, proviennent des restes de *Listriodon splendens*, *Dinotherium bavaricum*, *Mastodon angustidens*, et de Mammifères marins (*Cetotherium priscum*, *Phoca pontica*); du Pontien, des ossements appartenant à des espèces caractéristiques de la faune de Pikermi : *Hipparion mediterraneum*, *Sus erymanthius*, *Camelopardalis attica*, *Tragocerus amaltheus*, *Palæoreas*, etc.

Récapitulation. — Il est nécessaire de donner maintenant un aperçu d'ensemble des faunes de Mammifères qui se sont succédé en Europe pendant l'époque Néogène et d'indiquer, pour chacun d'elles, l'origine de ses éléments. Nous suivrons, comme nous l'avons fait pour le Nummulitique, un récent essai de synthèse dû à Ch. Depéret [XXXIX, 399].

Groupe Néogène inférieur.

Aquitanien. Faune de Saint-Gérand-le-Puy, de Pyrimont-Challonges et d'Ulm.

Éléments autochtones (évolution sur place) : mêmes Insectivores, Rongeurs, Carnivores que dans le Chattien, Tapiridés (*Paratapirus*), Rhinocérotidés (*Aceratherium*, *Diceratherium*), Anthracothéridés (*Brachyodus*), Suidés (*Palæochœrus*), Cænothéridés (*Cænotherium*, *Plesiomeryx*), Cervulidés (*Dremotherium*, *Amphitragulus*).

Éléments immigrés : douteux.

Burdigalien. Faune des sables de l'Orléanais, du « Muschelsandstein », d'Eggenburg.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Éléments autochtones : Castoridés (*Steneofiber*), Lagomorphes (*Prolagus*), Talpidés (*Talpa*), Amphicyonidés (*Amphicyon*), Canidés (*Cephalogale*), Mustélidés, Lutridés, Félidés (*Pseudælurus, Machærodus*), Tapiridés (*Paratapirus*), Rhinocérotidés (*Aceratherium, Diceratherium*), Anthracothéridés (*Brachyodus*), Chalicothéridés (*Macrotherium*), Suidés (*Palæochœrus, Hyotherium*), Tragulidés (*Hyæmoschus*), Cervulidés (*Palæomeryx, Dicrocerus*). Éléments africains ou asiatiques : Proboscidiens (*Dinotherium, Mastodon*), Rhinocérotidés (*Teleoceras, Ceratorhinus*), Suidés (*Chœrotherium, Listriodon*), Antilopidés (*Protragocerus*), Cervulidés (*Micromeryx*), Singes anthropoïdes (*Pliopithecus*).

Éléments nordaméricains : Équidés (*Anchitherium*).

Groupe Néogène moyen.

Vindobonien : 3 faunes successives, légèrement différentes, correspondant aux horizons de Sansan et d'Eibiswald, de Simorre et de la Grive-Saint-Alban, de Saint-Gaudens et de Montebamboli.

Éléments autochtones : Rongeurs, Insectivores, Chiroptères, Amphicyonidés, Canidés, Mustélidés, Lutridés, Viverridés, Félidés (premiers *Felis*), Équidés (*Anchitherium*), Tapiridés (*Paratapirus*), Rhinocérotidés (*Aceratherium, Teleoceras, Ceratorhinus*), Chalicothéridés (*Macrotherium*), Suidés (*Hyotherium, Chœrotherium, Listriodon, Sus*), Tragulidés (*Hyæmoschus*), Cervulidés (*Dicrocerus, Micromeryx, Palæomeryx*), Antilopidés (*Protragocerus*), Proboscidiens (*Dinotherium, Mastodon*). Éléments d'origine sudaméricaine (par l'intermédiaire de l'Afrique) : Hystricidés (*Hystrix*).

Éléments d'origine africaine ou asiatique : Ursidés (*Pseudarctos, Hyænarctos, Ursavus*), Singes Catarrhiniens (*Oreopithecus*), Anthropoïdes (*Dryopithecus*).

Pontien. Faune de Pikermi, de Cucuron, Puy-Courny, Eppelsheim, Concud, etc.

Éléments autochtones : Castoridés (*Chalicomys, Castor*), Hystricidés (*Hystrix*), Amphicyonidés, Canidés, Ursidés, Mustélidés, Viverridés, Félidés, Tapiridés (*Tapirus*), Rhinocérotidés, Chalicothéridés (*Chalicotherium*), Suidés, Tragulidés, Cervulidés. Proboscidiens (*Dinotherium, Mastodon*), Singes anthropoïdes (*Dryopithecus, Anthropodus*). Éléments nordaméricains (arrivés probablement par l'Asie) : Léporidés (*Lepus*), Équidés (*Hipparion*). Éléments africains ou asiatiques : Muridés (*Acomys*), Oryctéropidés, Hyænidés (*Lychyæna, Hyænictis, Hyæna*), Hyracoïdés (*Pliohyrax*), Rhinocérotidés (*Atelodus*), Cervidés (*Capreolus*), Giraffidés (*Helladotherium, Palæotragus, Camelopardalis, Samotherium*), Antilopidés (*Palæoryx, Gazella, Palæoreas, Protragelaphus*), Ovidés (*Criotherium*), Singes Catarrhiniens (*Mesopithecus*).

Groupe Néogène supérieur.

Faune de Montpellier et de Perpignan.

Éléments autochtones : Nombreuses familles de Rongeurs, d'Insectivores, de Carnivores, Équidés (*Hipparion*), Tapiridés (*Tapirus*), Rhinocérotinés (*Atelodus*), Suidés (*Sus*), Cervidés (*Capreolus*), Antilopidés (*Palæoryx, Gazella*), Proboscidiens (*Mastodon*). Éléments d'origine africaine : Cténodactylidés (*Ruscinomys*), Suidés (*Potamochœrus*), Singes Catarrhiniens (*Macacus*). Éléments d'origine asiatique : Hippopotamidés (*Tetrapodoton*), Cervidés (*Axis, Polycladus, Dama*). Singes Catarrhiniens (*Semnopithecus*). Éléments d'origine nordaméricaine (par l'Asie) : Procyonidés (*Paradilurus*). Éléments cryptogènes : Arvicolidés (*Arvicola, Trilophyomys*).

On voit par cet aperçu que le début de la période n'est marqué en Europe par aucune apparition d'éléments cryptogènes, ni par aucune immigration importante. Si l'on n'envisageait que la répartition verticale des Mammifères, l'Aquitanien devrait être rattaché au groupe Néonummulitique, dont il ne se distingue guère que par l'extinction du genre *Anthracotherium*, remplacé par *Brachyodus*.

Le Burdigalien correspond, par contre, à l'apparition, en Europe, d'un certain nombre d'éléments, autrefois considérés comme cryptogènes, mais dont les ancêtres directs ont été trouvés récemment dans le Tongrien du Fayoum. Ce sont notamment les Proboscidiens, qui apparaissent donc plus tôt en Europe que dans l'Amérique du Nord, et les Singes anthropoïdes. Il est peu d'exemples, dans toute l'histoire des périodes géologiques, d'un cas aussi net d'apparition brusque par immigration d'éléments nouveaux, qui, ensuite, feront partie intégrante de la faune et évolueront sur place.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le Nord-Est de l'Afrique et l'Asie continueront, pendant toute l'époque Néogène, à alimenter la faune européenne d'éléments immigrés.

D'autres éléments, comme les Équidés, les Léporidés, les Procyonidés sont d'origine nordaméricaine, mais il est infiniment probable que les communications entre l'Europe et l'Amérique du Nord ne se faisaient plus par l'Atlantique Nord, comme au début de l'époque Nummulitique, et qu'elles avaient lieu par un isthme situé sur l'emplacement du détroit de Bering et par l'Asie. On a vu plus haut que c'est par cette voie également que les éléments asiatiques ont envahi l'Ouest du continent Nordaméricain.

Perse. — On conçoit, dans ces conditions, l'intérêt que peut présenter l'étude des formations continentales de l'Asie. Fort heureusement les documents relatifs au Néogène sont incomparablement plus abondants que ceux que nous possédons sur les faunes nummulitiques de ce continent.

En progressant de l'Ouest vers l'Est, nous rencontrons d'abord, dans le Nord-Ouest de la Perse, un important gisement continental d'âge pontien, qui s'étend sur une trentaine de kilomètres entre Maragha et Kirdjawa. Les ossements proviennent de deux couches intercalées au milieu de sables fluviatiles, riches en éléments d'origine volcanique.

Connue depuis 1840, la localité a été fouillée par divers géologues, en dernier lieu par Rodler [271] et par R. de Mecquenem [272], auxquels on doit également une étude paléontologique partielle de la faune. Celle-ci comprend, outre des Chéloniens et des Oiseaux (*Struthio, Urmiornis*), les Mammifères suivants :

Carnivores : *Meles maraghanus*, *Polaki, Ictitherium robustum, hipparionum, Hyæna eximia, Hyænarctos punjabiensis, Felis brevirostris, Machærodus orientalis;* Périssodactyles : *Hipparion gracile, Richthofeni, Rhinoceros Morgani, Aceratherium Persiæ, Pentelici;* Ancylopodes : *Ancylotherium Pentelici;* Artiodactyles : *Sus erymanthius, Maraghatherium* sp., *Camelopardalis attica, Helladotherium Duvernoyi, Urmiatherium Polaki, Alcicephalus Neumayri, cœlophrys, Palæoreas Lindermeyeri, Palæoryx Pallasi, Tragocerus amaltheus, Gazella deperdita, capricornis, Helicophora rotundicornis, Antidorcas Gaudryi, Rothi, Atropatenes, Boulei, Tragelaphus Houtum Schindleri, Protragelaphus Skouzesi, Antilope* sp. ; Proboscidiens : *Mastodon Pentelici;* Simiens : *Mesopithecus Pentelici.*

Sur 36 espèces décrites jusqu'ici de Maragha, 15 au moins sont communes au gisement de Pikermi. Les affinités avec l'Inde sont bien moindres; par contre, nous retrouverons en Chine plusieurs de ces espèces.

Inde occidentale. — L'Aquitanien est constitué, dans une grande partie de l'Inde occidentale, comme il a été dit plus haut (v. p. 1686), par des dépôts marins, les couches de Nari supérieures. Dans les monts de Bougti, il est partiellement représenté par des formations fluviatiles, qui renferment des Mollusques d'eau douce (*Unio Vicaryi, cardiiformis, pugiunculus, Melania pseudepiscopalis, gradata, Paludina bugtica*), des ossements de Chéloniens et de Crocodiliens (*Crocodilus bugtiensis, naricus, Gavialis curvirostris*) et de nombreux restes de Mammifères, appartenant, d'après Pilgrim [273], aux espèces suivantes :

Carnivores : *Cephalogale Shahbazi, Amphicyon major, Pterodon bugtiense;* Périssodactyles : *Aceratherium Blanfordi, Rhinoceros sivalensis* var. ; Ancylopodes : *Macrotherium naricum;* Artiodactyles : *Anthracotherium bugtiense, mus, Brachyodus hyopotamoides, giganteus, bugtiensis, longidentatus, Ancodus Ramsayi, Hemimeryx speciosus, Telmatodon bugtiensis, Gonotelma Shahbazi, Chœromeryx grandis, Bugtitherium grandincisivum, Palæochœrus affinis, Progiraffa exigua ;* Proboscidiens : *Dinotherium naricum, Mastodon (Tetrabelodon) crepusculi.*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

L'âge aquitanien de cette faune résulte non seulement de ses relations stratigraphiques, mais encore de la présence de *Brachyodus*, genre essentiellement aquitanien, et de son association, d'une part à des types tongriens, comme *Anthracotherium*, *Ancodus* et *Pterodon*, d'autre part à des types burdigaliens, comme *Amphicyon major* et *Macrotherium*. Le genre *Anthracotherium*, qui, en Europe, caractérise le Tongrien, a donc survécu en Inde à cette période. Par contre, les genres *Dinotherium* et *Mastodon* ont apparu plus tôt en Inde qu'en Europe.

Une seconde faune continentale semble occuper, dans les chaînes de la rive droite de l'Indus, le niveau des couches de Manchhar. Elle provient d'une série détritique très développée dans le Sind. Elle a été assimilée à la partie inférieure des couches de Siwalik des collines subhimalayennes, dont il va être question tout à l'heure. Elle renferme, outre quelques Crocodiliens (*Crocodilus palæindicus*, *Gavialis pachyrhynchus*, *curvirostris*), de rares Carnivores (*Amphicyon*), des Périssodactyles (*Rhinoceros sivalensis*, *Aceratherium perimense*), un Ancylopode (*Chalicotherium sindiense*), des Artiodactyles (*Anthracotherium silistriense*, *Hemimeryx*, *Agriochœrus*, *Chœromeryx*, *Hyoboops*, *Palæochœrus*, *Listriodon*, *Sus*, *Dorcatherium*, *Progiraffa*) et surtout des Proboscidiens (*Dinotherium indicum*, *sindiense*, *Mastodon angustidens*, *Pandionis*, *Falconeri*, *perimensis*, *latidens*). C'est là incontestablement une faune vindobonienne.

Une association analogue, peut-être un peu plus récente, a été constatée dans des couches continentales de l'île de Perim, sur la côte ouest de la péninsule. On signale notamment *Amphicyon palæindicus*, *Hipparion antilopinum*, *Theobaldi*, *Teleoceras perimense*, *Hyotherium perimense*, *Sus hysudricus*, *Camelopardalis sivalensis*, *Bramatherium perimense*, *Strepsiceros Falconeri*, *Capra perimensis*, *Dinotherium indicum*, *Mastodon Pandionis*, *perimensis*, *Cautleyi*, *latidens*.

Collines subhimalayennes. — Au pied sud de l'Himalaya, il existe toute une rangée de collines que l'on peut qualifier de subhimalayennes, par analogie avec les chaînes subalpines des Alpes occidentales. Elles sont en partie connues sous la dénomination de Siwalik Hills et elles ont donné leur nom à la puissante formation détritique dont elles sont constituées et qui doit son origine à des cours d'eau descendus de la chaîne principale. On peut assimiler ses cailloutis à de vastes cônes de déjection, comparables, sur une bien plus vaste échelle, aux conglomérats pontiens des Basses-Alpes. Leur faune a attiré depuis longtemps l'attention des paléontologistes et elle a fait l'objet de belles monographies de la part de Falconer et Cautley [274, 275] et de R. Lydekker [276]. La répartition verticale des espèces, dans les couches de Siwalik, n'est pas encore connue d'une manière suffisamment précise, cependant les géologues de l'Inde sont d'accord pour admettre l'existence de deux subdivisions, caractérisées chacune par une faune spéciale. Les couches de Siwalik inférieures semblent appartenir au groupe Néogène moyen, peut-être même au Vindobonien, comme dans l'Inde occidentale. Les couches de Siwalik supérieures doivent être rangées dans le Néogène supérieur, peut-être même dans le Quaternaire. Les couches de Siwalik du Penjab ont fourni principalement des espèces de la division supérieure, mais il y a également des espèces qui existent dans les deux régions et qui sont peut-être communes aux deux divisions.

Les espèces suivantes n'ont été citées jusqu'ici qu'au Penjab et proviennent vraisemblablement du niveau inférieur :

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Carnivores : *Hyænarctos punjabiensis, palæindicus, Mellivorodon palæindicus, Mellivora punjabiensis, Lutra bathygnathus, Hyæna macrostoma, Æluropsis annectens, Æliurogale sivalensis; Machærodus palæindicus, sivalensis;* Périssodactyles : *Hipparion Theobaldi, Aceratherium Blanfordi;* Artiodactyles : *Sus punjabiensis, Titan, Listriodon Pentapotamiæ, Theobaldi, Tetraconodon magnum, Bramatherium perimense, Vishnutherium iravaticum, Tragulus sivalensis, Cervus simplicidens, Strepsiceros Falconeri, Gazella porrecticornis;* Proboscidiens : *Dinotherium pentapotamiæ, indicium, Mastodon Falconeri, Pandionis, sivalensis, punjabiensis;* Simiens : *Troglodytes sivalensis, Macacus sivalensis.*

Par contre, les espèces suivantes ont été citées exclusivement des monts Siwaliks et paraissent cantonnées dans le niveau supérieur :

Rongeurs : *Caprolagus sivalensis;* Carnivores : *Canis Cautleyi, curvipalatus, Ursus Theobaldi, Hyænarctos sivalensis, Mellivora sivalens, Enhydriodon sivalensis, Lutra palæindica, Viverra Bakeri, Durandi, Felis cristatus, brachygnathus, subhimalayanus;* Périssodactyles : *Equus sivalensis, Rhinoceros platyrhinus, sivalensis;* Artiodactyles : *Sus Falconeri, Merycopotamus pusillus, Camelus sivalensis, Sivatherium giganteum, Propalæomeryx sivalensis, Alcelaphus palæindicus, Cobus palæindicus, Tetraceros Daviesi, Capra sivalensis, Bucapra Daviesi, Bison sivalensis, Hemibos occipitalis, aculicornis, antilopinus, Leptobos Falconeri, Bos acutifrons, planifrons, platyrhinus;* Simiens : *Cynocephalus subhimalayanus, Falconeri, Semnopithecus palæindicus.*

Enfin, un certain nombre d'espèces ont été signalées aussi bien au Penjab que dans les monts Siwalik. Ce sont entre autres *Hystrix sivalensis, Rhizomys sivalensis, Amphicyon palæindicus, Hyæna* pl. sp., *Hipparion antilopinum, Teleoceras perimense, Rhinoceros palæindicus, Hippohyus sivalensis, Sus giganteus, hysudricus, Hexaprotodon sivalensis, Merycopotamus dissimilis, nanus, Hydaspitherium grande, Bramatherium megacephalum, Cervus sivalensis, triplidens, Oreas latidens, Hippotragus sivalensis, Mastodon latidens, Loxodon planifrons, Stegodon bombifrons, insignis, Clifti, ganesa, Euelephas hysudricus.*

Il est probable, dès lors, que les deux niveaux sont représentés dans les deux régions, mais avec prédominance du niveau inférieur au Penjab, du niveau supérieur dans les monts Siwalik.

On remarquera, dans le niveau supérieur, la présence des genres *Equus, Camelus, Bison, Hemibos, Leptobos, Bos,* qui manquent totalement dans la faune du Néogène supérieur d'Europe. Et c'est également de ce niveau que paraissent provenir les représentants du genre *Stegodon*, intermédiaire entre *Mastodon* et *Elephas*, et le genre ou sous-genre *Euelephas*, dont l'apparition en Europe caractérise pour nous le début du Quaternaire. On est sans doute en droit de conclure, de l'association de ces genres « quaternaires » à des genres incontestablement néogènes, que les Chevaux, les Bœufs et les Éléphants ont apparu plus tôt en Inde qu'en Europe.

La présence de représentants gigantesques des Giraffidés, tels que *Hydaspitherium, Bramatherium, Sivatherium, Vishnutherium*, est un des traits caractéristiques du Néogène de l'Inde. Sauf le premier, qui est peut-être identique avec *Helladotherium*, ces genres ne se rencontrent pas en Europe dans les couches de Pikermi, et *Sivatherium* seul est connu aux environs d'Andrinople.

Birmanie. — Dans la vallée de l'Irawadi, en Birmanie, une formation détritique extrêmement puissante, qui repose en discordance sur les couches de Pégou, constitue l'équivalent des couches de Siwalik. Elle renferme des espèces caractéristiques des deux niveaux. On a cité notamment *Hipparion antilopinum, Teleoceras perimense, Hippopotamus iravaticus, Merycopotamus dissimilis, Mastodon latidens, Stegodon insignis, Clifti.*

Asie centrale. — Nos connaissances relatives aux faunes continentales néogènes de l'Asie centrale sont encore très rudimentaires. Elles se bornent

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

à quelques restes de Vertébrés qui ont été recueillis par divers explorateurs en Mongolie et qui ont été identifiés, d'une part au genre *Aceratherium* [0, 22], d'autre part, à des espèces des couches supérieures des Siwalik, comme *Equus sivalensis*, *Gazella subgutturosa*, *Hyæna macrostoma*.

Chine. — Des ossements de Mammifères néogènes et quaternaires ont été rapportés de Chine par de nombreux voyageurs [277, 278], mais ils n'ont été que rarement recueillis en place et ils ont été acquis pour la plupart dans des pharmacies, où ils sont vendus comme remèdes, généralement avec l'indication assez précise de leur provenance. En se basant sur ces données et sur l'état de conservation des dents, Max Schlosser [278] a pu faire le départ des matériaux originaires du Quaternaire et du Néogène et il a pu reconnaître, parmi ces derniers, deux catégories de gisements : des argiles rouges, au Chansi, au Chensi et au Setchouan, et des grès rougeâtres, au Honan, au Hupé et au Hunan. Comme il n'y a que des différences secondaires dans la composition des faunes de chacune d'elles, Schlosser envisage la faune des argiles comme une faune de steppes et celle des grès comme une faune de forêts. Les éléments de cette faune néogène, considérée dans son ensemble, se répartissent de la manière suivante :

Rongeurs : *Dipoides Majori;* Carnivores : *Ursus* sp., *Vulpes sinensis*, *Lutra brachynathus*, *Meles taxipater*, *Palhyæna* sp., *Hyaena gigantea*, *Machærodus horribilis*, *Felis* sp.; Périssodactyles : *Anchitherium Zitteli*, *Hipparion Richthofeni*, *Equus* cf. *sivalensis*, *Aceratherium Blanfordi*, *Rhinoceros Habereri*, *Brancoi;* Artiodactyles : *Sus Stehlini*, *microdon*, *hyotherioides*, *Hippopotamus* sp., *Camelopardalis* sp., *Alcicephalus sinensis*, *Cervavus Oweni*, *Rütimeyeri*, *speciosus*, *Cervus* sp., *Gazella dorcadoides*, *altidens*, *palæosinensis*, *Tragocerus gregarius*, *spectabilis*, *sylvaticus*, *Kokeni*, *Plesiaddax Depéreti*, *Strepsiceros præcursor*, *annectens*, *Paraboselaphus Ameghinoi*, *Pseudobos gracilidens*, *intermedius;* Proboscidiens : *Mastodon Lydekkeri*, *perimensis*.

Quoique la plupart de ces espèces soient jusqu'ici spéciales à la Chine, il ne peut y avoir de doute que l'on se trouve en présence d'une faune pontienne. Schlosser insiste particulièrement sur les genres *Dipoides*, *Lutra*, *Ursus*, *Cervus*, *Paraboselaphus*, qui sont représentés par des espèces très voisines des espèces chinoises dans les gisements pontiens de l'Allemagne du Sud. *Hipparion Richthofeni*, *Aceratherium Blanfordi* et les genres *Meles*, *Alcicephalus*, *Pseudobos* se retrouvent à Maragha. Les genres *Palhyæna*, *Hyæna*, *Machærodus*, *Hipparion*, *Camelopardalis*, *Palæoreas*, *Tragocerus*, *Gazella*, *Mastodon* (*Tetralophodon*) se rencontrent dans toutes les faunes pontiennes, sans y être cependant cantonnés. Les affinités avec les faunes des couches de Siwalik sont moins grandes qu'il ne pourrait sembler au premier abord, ce qui tient sans doute à ce que, contrairement à l'opinion de Schlosser, le Pontien est mal représenté dans la série continentale de l'Inde.

Algérie et Tunisie. — Avant de passer à l'étude des formations continentales de l'hémisphère Sud, nous devons dire quelques mots de quelques gisements néogènes de l'Afrique septentrionale et orientale qui ont fourni des restes de Vertébrés terrestres. Nous commençons par les dépôts continentaux de l'Algérie et de la Tunisie, dont on peut établir, généralement sans trop grandes difficultés, le synchronisme avec les formations marines des régions méditerranéennes.

L'existence, en Algérie, de formations continentales d'âge aquitanien est très contestable. On a vu d'ailleurs que la mer avait, au Burdigalien, une grande extension vers le sud, aussi les rares débris de Vertébrés terrestres de cette époque proviennent-ils de gisements marins. C'est le cas, entre autres, pour une molaire de *Mastodon angustidens* de très petite taille, que Depéret [279] a recueillie, dans des grès burdigaliens à Clypéastres, entre Chabet-el-Ameur et Isserville, en Kabylie.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le VINDOBONIEN renferme, à divers niveaux, des *Helix* dentées, telles que *H. Desoudini*, qui ont été entraînées dans les couches marines. C'est aussi dans des grès helvétiens marins qu'ont été trouvés, au Cherichira, près de Kairouan, des restes de *Mastodon angustidens* et notamment une belle mandibule décrite par A. Gaudry [280].

Le PONTIEN n'est représenté que sur le littoral par son faciès marin, le Sahélien; dans l'intérieur, il est continental ou lacustre et c'est à cet étage qu'il convient d'attribuer une série de dépôts qui comprend, aux environs de Constantine, les termes suivants [281, 282] :

1° argiles et lignites fluvio-lacustres de Smendou, avec *Unio Dubocqui*, *Anodonta smendovensis*, *Melanopsis Thomasi*, *Planorbis Jobæ* et *Mastodon turicensis;*

2° argiles à Hélices dentées du Polygone de Constantine, avec *Planorbis Jobæ*, *Bulimus Jobæ*, *Helix subsenilis*, *Semperiana*, *Desoudiniana*, *Jobæ*, *Vanvinequiæ;*

3° marnes calcaires et travertins d'Aïn el Bey, avec *Bithynia Gaudryi*, *Melanopsis Thomasi*, *Limnæa Jobæ*, *Planorbis Doumerguei*, *Jobæ*, *Helix subsemperiana*, *Jobæ*, *Hipparion gracile*, *Sus phacochœroides*, *Hippopotamus* sp.

Ces couches supérieures du Pontien sont recouvertes, aux environs de Constantine, par des couches fluvio-lacustres, dont Ph. Thomas [281] fait du « Pliocène supérieur ». Elles renferment déjà *Equus Stenonis* et *Elephas meridionalis* et doivent, conformément à la classification employée dans ce Traité, être rangées dans le Quaternaire inférieur.

Dans le Sud de la Tunisie, des sables blancs surmontés de grès ferrugineux, riches en bois silicifiés, qui forment l'isthme séparant le chott el Djerid du chott Rharsa, ont fourni des ossements nombreux, parmi lesquels Boule [283] a signalé *Crocodilus sivalensis* ou *palæindicus*, un Suidé voisin de *Merycopotamus dissimilis*, une cheville osseuse de corne de Ruminant et des Antilopes indéterminables.

L'âge de ces dépôts ne peut être fixé d'une manière précise, car *Merycopotamus dissimilis* se trouve aussi bien dans les couches des Siwaliks inférieures que dans les couches supérieures, et *Crocodilus palæindicus* se rencontre, dans l'Inde occidentale, à un niveau, caractérisé par la présence de *Mastodon angustidens*, qui est certainement plus ancien que le Pontien.

Le NÉOGÈNE SUPÉRIEUR marin des environs d'Oran a fourni à Pomel quelques restes de Mammifères, provenant de grès qui occupent la base du Plaisancien. Ils ont été décrits sous les noms d'*Hipparion* (?) *libycum* et de *Libytherium maurusium*. Cette dernière espèce, représentée par une mandibule, appartient à un genre de Giraffidés, voisin de *Bramatherium*, *Sivatherium*, *Helladotherium*.

Des couches fluviatiles un peu plus récentes renferment, également à Oran, des restes d'*Hipparion massæsylium*. Une 3e espèce d'*Hipparion*, décrite par Pomel sous le nom de *H. sitifense*, provient du « Pliocène » de Saint-Arnaud.

Égypte. — Dans l'AQUITANIEN marin de Moghara se trouvent intercalés des sables, des grès, des graviers et des argiles gypseuses, renfermant *Nicolia*, *Palmoxylon*, *Podocnemis*, *Trionyx*, *Crocodilus*, associés à des restes de Mammifères, parmi lesquels Ch. W. Andrews [284] a pu reconnaître une espèce du genre *Brachyodus*, essentiellement aquitanien, *B. africanus* et des restes de *Rhinoceros*. La même espèce de *Brachyodus* a été également reconnue par Stromer [286] sur les bords de l'ouadi Fâregh.

Au NÉOGÈNE SUPÉRIEUR semblent appartenir des calcaires à Ostracodes, des sables et des argiles gypseuses, attribuées primitivement au Pontien [192], qui affleurent dans la vallée de l'oued Natroun. Ch. W. Andrews [285] et E. Stromer [286] y ont rencontré des restes de Silures, de Crocodiliens, de Chéloniens, de Mammifères. Ces derniers sont représentés par les genres *Hipparion*, *Hippopotamus* (*H. hipponensis*), *Sus*, *Libytherium* (ou *Samotherium*?), *Hippotragus*, *Mastodon*, *Lepus*, *Lutra*, *Canis*, *Machærodus*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Afrique centrale. — Jusque dans ces dernières années, on ne connaissait aucun gisement de Mammifères fossiles dans l'intérieur de l'Afrique. Actuellement cette lacune est comblée grâce à deux découvertes faites à plusieurs années d'intervalle, en deux points très distants l'un de l'autre. Toutes deux se rapportent à des faunes que l'on peut attribuer au Néogène supérieur.

La première remonte déjà à 1903. Elle est due à E. Brumpt, membre de l'expédition du vicomte du Bourg de Bozas, si malheureusement terminée par la mort de son chef. D'après une note préliminaire [286 *bis*], on rencontre, au nord du lac Rodolphe, le long du cours inférieur de l'Omo et dans la vallée de la Podi, de *haut en bas,* la succession suivante :

1° couche mince de gypse saccharoïde;

2° couche de terre sablonneuse;

3° assise de sable blanc aggloméré en grès friable, formant corniche;

4° terre argilo sableuse avec Huîtres (*Ætheria!*), Bivalves de petite taille et Potamides;

5° épaisse assise d'argile grise renfermant une quantité énorme de Vertébrés.

E. Brumpt donne une liste de ces Vertébrés et assimile, en raison de la présence de restes d'Éléphants, l'ensemble des couches au Quaternaire. Les précieuses récoltes faites dans ce gisement ont été remises au Laboratoire de Géologie de la Sorbonne, où l'auteur de ce Traité en a commencé l'étude. Voici, d'après un examen sommaire, comment se répartissent ces ossements de Vertébrés.

Vertèbres, épines dorsales et plaques dermiques de grands Silures (pl. CXXX, 2) d'une fort belle conservation; plaques dorsales et mâchoires de *Crocodilus* et rostres d'un Gavialidé probablement nouveau (pl. CXXX, 3); vertèbres de grands Chéloniens; incisive et molaires d'un Équidé très voisin d'*Hipparion libycum*, décrit par Pomel, du Néogène supérieur d'Oran; fragment de maxillaire inférieur de *Rhinoceros*, avec molaires en mauvais état de conservation; incisives, canines, molaires, astragales et autres ossements d'*Hippopotamus;* molaires de *Phacochœrus*, de *Buffelus*, de *Camelopardalis;* dents et astragales très nombreux d'Antilopidés; molaire de *Dinotherium* (pl. CXXX, 1); fragments de défenses et de molaires d'*Elephas*, dont une molaire de lait rappelant celles d'*Elephas meridionalis.*

Le caractère récent de cette faune, qui pourrait justifier son attribution au Quaternaire, est cependant contrebalancé par la présence du genre *Dinotherium*, qui jusqu'ici n'est pas connu dans des couches plus récentes que le Pontien. Il est légitime dès lors d'attribuer aux couches à Vertébrés de l'Omo un âge intermédiaire entre le Pontien et le Quaternaire et d'en faire du Néogène moyen. Cette détermination est confirmée par la présence d'une forme très voisine d'*Hipparion libycum*, décrite par Pomel, du « Pliocène » d'Oran.

La seconde découverte est beaucoup plus récente. Elle a fait l'objet d'une communication sommaire de la part de C. W. Andrews.

Les restes de Vertébrés proviennent de la rive orientale du Victoria Nyanza. Ce sont principalement des ossements assez fragmentaires de Crocodiles, de Chéloniens (*Trionyx*), de Rhinocéros. La pièce la plus intéressante est une mandibule, portant plusieurs dents bien conservées, d'un petit *Dinotherium* voisin de *D. Cuvieri.* Andrews pense également que l'on se trouve peut-être en présence d'un gisement du « Pliocène » et que *Dinotherium* a vécu plus longtemps en Afrique qu'en Europe.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Il semble, d'après ces données, qu'une faune qui n'est pas sans analogie avec celle des monts Siwalik, a vécu en Afrique à l'époque du Néogène supérieur. Elle présentait d'étroites affinités avec la faune actuelle de l'Afrique équatoriale.

Formations continentales de l'Amérique du Sud. — Les seules formations continentales néogènes de l'hémisphère Sud qui aient fourni des restes organiques permettant de préciser leur âge sont celles de la République Argentine.

Nous avons déjà appris à connaître les formations marines de ce pays. Les formations continentales constituent soit des faciès latéraux de ces dépôts, soit des intercalations au milieu de la série, qui attestent un retrait général de la mer.

Si l'on suit la Molasse Patagonienne du littoral, où elle est exclusivement marine, vers l'intérieur, on la voit passer latéralement à des couches terrestres, riches en Mammifères, que Fl. Ameghino [XXXIX, 28] divise en couches à *Colpodon*, couches à *Astrapothericulus* et couches à *Notohippus*. Leurs faunes, encore mal connues, constituent un passage insensible entre celle des couches à *Pyrotherium*, incontestablement nummulitiques, et celle de l'étage Santacruzien, qui surmonte la Mollasse Patagonienne et qui est certainement néogène. Ce Santacruzien est une formation exclusivement continentale. Il s'étend sans interruption, dans la Patagonie méridionale, depuis le plateau qui se trouve au nord du Rio Chico de Santa-Cruz jusqu'au détroit de Magellan, au sud, avec une épaisseur visible de plus de 150 m. Il apparaît aussi dans l'extrême Nord de la Patagonie, mais dans l'intérieur, dans le territoire de Neuquen.

Sa faune, étudiée par Fl. Ameghino, Lydekker, Scott, W. J. Sinclair [286], comprend les éléments suivants :

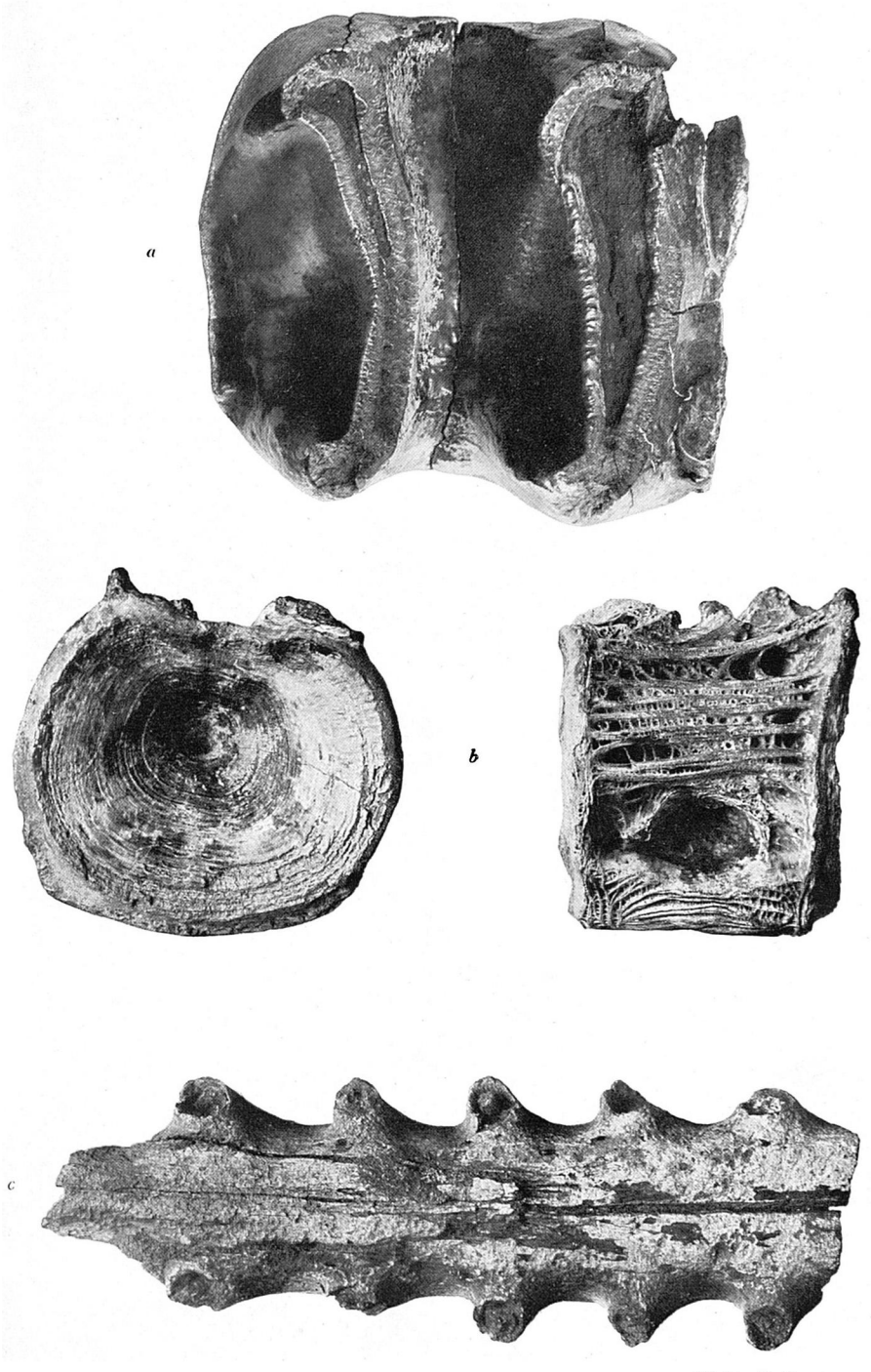
Paucituberculés : *Abderitidæ*, *Epanorthidæ*, *Garzoniidæ;* Marsupiaux: *Microbiotheridæ*, *Didelphyidæ;* Sparassodontes : *Borhyænidæ*, *Prothylacinidæ*, *Hathylacinidæ*, *Amphiproviverridæ;* Rongeurs : *Octodontidæ*, *Erethizontidæ*, *Chinchillidæ*, *Caviidæ;* Édentés : *Myrmecophagidæ*, *Entelopsidæ*, *Megalonychidæ*, *Megatheridæ*, *Mylodontidæ*, *Propalæohoplophoridæ*, *Tatusidæ*, *Dasypidæ*, *Stegotheridæ;* Pholidotes (*Argyromanis*, *Orthoarthrus*)*;* Insectivores : *Necrolestidæ;* Créodontes : *Hyænodontidæ;* Typothériens : *Hegetotheridæ*, *Protypotheridæ;* Toxodontes : *Nesodontidæ* (*Nesodon*, *Acrotherium*), *Xotodontidæ;* Périssodactyles : *Proterotheridæ* (*Proterotherium*, *Licaphrops*, *Diadiaphorus*), *Macrauchenidæ* (*Theosodon*), *Adiantidæ;* Amblypodes : *Astrapotheridæ* (*Astrapotherium*)*;* Ancylopodes : *Homalotheridæ;* Simiens : *Homunculidæ* (*Homunculus*, *Anthropops*, *Pitheculus*), *Eudiastatidæ*.

Les couches santacruziennes renferment en outre des Oiseaux géants du groupe des Stéréornithes, tels que *Phororhacos*. Les Mammifères, par contre, n'atteignent guère qu'une taille moyenne. Ce n'est que parmi les Homalothéridés et les Astrapothéridés qu'il se trouve des espèces de taille gigantesque.

D'après Fl. Ameghino, le Santacruzien serait surmonté, en Patagonie, par des couches continentales, le *Friaséen*. La faune de cet étage n'est pas encore décrite, mais elle a des affinités étroites avec la faune santacruzienne, avec en plus un certain nombre de genres nouveaux.

C'est à ces couches que s'arrête la série des formations continentales de Patagonie et c'est bien plus au nord, dans le bassin du Paraná, que nous devons chercher les vestiges de faunes plus récentes. Il y a toutefois une grande lacune entre la série du Sud et celle du Nord, qui semble correspondre à tout le Néogène moyen.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Clichés H. Ragot.

VERTÉBRÉS DU NÉOGÈNE SUPÉRIEUR DES BORDS DE L'OMO (Afrique Centrale).
a. 3me molaire de *Dinotherium*, mâchoire inférieure ; *b*. Vertèbres de Siluridé ; *c*. Rostre de Gavialidé.
Réd. aux 2/3.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Nous avons déjà appris à connaître (voir p. 1696) les formations marines du Néogène supérieur. Elles possèdent un équivalent continental, les *couches d'Entrerios*, dont la faune comprend les éléments suivants :

Allothériens (?) : *Paradoxomyidæ;* Paucituberculés : *Cœnolestidæ;* Marsupiaux : *Didelphyidæ;* Rongeurs : *Dasyproctidæ, Myocastoridæ, Viscacciidæ, Caviidæ;* Édentés : *Megalonychidæ, Megatheridæ, Mylodontidæ, Sclerocalyptidæ, Dædicuridæ, Chlamydotheridæ, Tatusidæ, Dasypidæ;* Créodontes : *Hyænodontidæ;* Carnivores : *Procyonidæ, Ursidæ* (*Proarctotherium*), *Canidæ* (*Amphicyon*); Typothériens : *Protypotheridæ;* Toxodontes : *Nesodontidæ, Xotodontidæ, Haplodontidæ, Toxodontidæ;* Périssodactyles : *Proterotheridæ, Macrauchenidæ.*

On remarquera la présence de Carnivores, qui font défaut dans la faune santacruzienne et qui ne peuvent être envisagés que comme des éléments d'origine nordaméricaine, introduits par immigration dans une faune essentiellement sudaméricaine. Or on a vu précédemment que c'est également au Néogène supérieur que les éléments sudaméricains apparaissent brusquement dans l'Amérique du Nord. C'est donc incontestablement au Néogène supérieur que la jonction entre les deux continents qui constituent l'Amérique actuelle a dû s'opérer.

Dans les couches un peu plus récentes de l'étage *Araucanien* de la province de Catamarca et de la Pampa centrale, le nombre des éléments nordaméricains n'est guère plus élevé et il ne s'augmente que d'un genre de Tragulidés (*Microtragulus*), premier représentant des Artiodactyles dans l'Amérique du Sud. Les éléments autochtones sont sensiblement les mêmes que dans les couches précédentes.

Ce n'est que dans le Pampasien, que nous attribuons au Quaternaire, que les éléments nordaméricains deviennent réellement abondants.

3° RÉSULTATS GÉNÉRAUX.

Résultats paléogéographiques. — Si nous jetons un coup d'œil sur l'Europe (fig. 456) au début de l'époque Néogène, nous constatons que la mer a presque entièrement abandonné le centre du continent. Des régions qui étaient occupées par la mer pendant une grande partie de l'époque Nummulitique, comme le bassin de Paris, le bassin de Mayence et son prolongement vers le sud, la vallée du Rhin, la dépression de l'Europe orientale, qui s'étendait de la mer du Nord à la Caspienne, le bras de mer qui longeait le bord oriental de l'Oural et séparait l'Europe de l'Asie (fig. 430), toutes ces aires d'ennoyage et dépressions synclinales sont désormais exondées et font définitivement partie du continent.

Dans le Nord de l'Europe, la mer ne déborde nulle part au delà des rivages actuels. Sur les bords de l'Atlantique, elle n'empiète sur le continent que dans le *golfe de l'Aquitaine* et sur les côtes du Portugal. Sur les rives de la Méditerranée, on observe, au moins à l'Aquitanien, des traces non moins manifestes d'un régime géocratique. La présence de l'Aquitanien n'a été constatée que dans le détroit Nordbétique, dans l'extrême-sud du bassin du Rhône, à Malte,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

sur les deux versants des Alpes orientales, dans la forêt Bakonyenne, dans le bassin de Transylvanie, en Crimée (?) et sur le versant septentrional du Caucase, enfin, en Thessalie, dans le sillon qui traverse l'Égéide. L'étage n'est connu ni dans l'Atlas, ni dans l'Apennin,

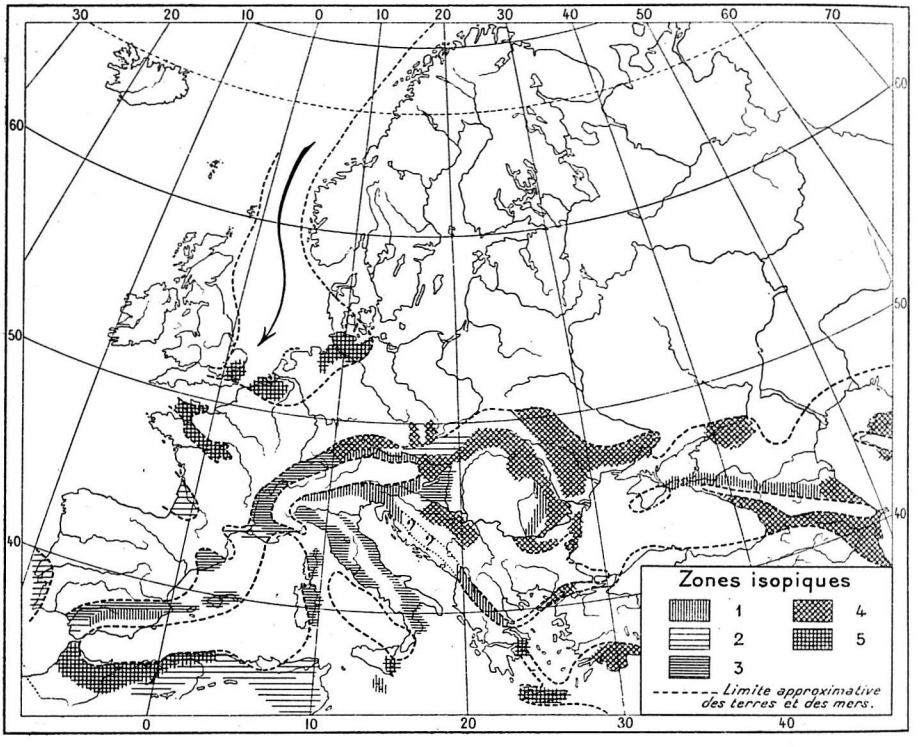


Fig. 456. — Carte des zones isopiques de l'Europe, à l'époque du Néogène inférieur et moyen.

1, Nummulitique supérieur et Néogène inférieur concordants; 2, Aquitanien transgressif; 3, Burdigalien transgressif; 4, Vindobonien transgressif et Pontien lagunaire; 5, Pontien marin (Sahélien).

ni dans les Alpes occidentales, ni sur le versant septentrional des Karpates, ni dans les Balkans.

Le problème se pose dès lors de savoir par où le bras de mer dans lequel se déposait l'Aquitanien du bassin extraalpin de Vienne communiquait avec d'autres bassins. La seule explication plausible, c'est que la communication avait lieu sur l'emplacement actuel des Karpates et des Balkans, soit que les couches du 1er étage néogène aient été recouvertes au Burdigalien par le charriage de la zone des grès karpatiques, soit qu'elles se soient déposées en concordance sur le Tongrien des Karpates et qu'elles aient été englobées dans le plissement, auquel cas des dénudations ultérieures les auraient fait dis-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

paraître, à moins qu'elles se confondent avec les terrains nummulitiques à faciès flysch, qui prennent une part si importante dans la constitution des Karpates et des Balkans.

Au Burdigalien, la mer s'étend dans les régions méditerranéennes et alpines, bien au delà des limites qu'elle occupait à l'Aquitanien. Elle envahit la région de Barcelone et les Baléares, une grande partie de l'Atlas, les deux versants de l'Apennin, la longue dépression qui suit le bord externe des Alpes depuis l'embouchure du Rhône jusqu'à Vienne, etc.

A partir du Vindobonien, la mer déborde de nouveau, dans le Nord de l'Europe, au delà de ses limites actuelles. Dans l'avant-pays des Alpes, elle s'insinue dans des dépressions des massifs hercyniens et s'avance sur les bords de la plate-forme Russe. Mais, à aucun moment, la mer du Nord et les golfes de l'Atlantique ne rejoignent plus ces digitations de la Méditerranée néogène, si bien qu'une terre ferme s'étend sans discontinuité depuis le Sud de l'Espagne jusqu'aux confins de l'Asie. Le détroit Nordbétique lui-même a cessé de mettre en communication les deux versants de l'Europe, et c'est uniquement par le détroit Sudrifain que les eaux de l'Atlantique peuvent pénétrer dans la Méditerranée.

Au Sahélien, la Méditerranée est réduite à quelques chenaux étroits, ses eaux ont définitivement abandonné le versant septentrional des Alpes, mais de grandes lagunes subsistent dans les dépressions pannonique, pontique et caspique.

Au Néogène supérieur, la mer empiète encore légèrement sur les limites actuelles de la terre. La mer du Nord couvre une surface plus étendue qu'aujourd'hui, une faible partie du Cotentin est encore sous les eaux, des golfes plus ou moins profonds échancrent les rivages de la péninsule Ibérique et de la France méridionale. L'Italie est réduite à sa chaîne dorsale, ses plaines appartiennent toujours au domaine marin. Les noyaux anciens, qui constituaient des îles dans la Méditerranée occidentale, se sont en partie effondrés et c'est sur l'emplacement de l'un d'eux que s'effectue maintenant la communication de la Méditerranée avec l'Atlantique. Par contre, la mer Égée n'existe pas encore et la péninsule des Balkans est largement reliée à l'Asie Mineure. A côté de la grande dépression aralo-caspienne, où les eaux conservent une salure assez élevée, des lacs d'eau douce subsistent dans la Bresse, dans les cuvettes pannonique, transylvanienne et dacique, ainsi que sur l'Égéide et dans l'Asie Mineure.

En même temps que l'Europe a pris ainsi peu à peu des contours qui ne diffèrent que faiblement des contours actuels, sa soudure avec

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

l'Asie en un continent unique, l'Eurasie, est définitivement accomplie.

Il est manifeste que cette réunion a désormais grandement facilité l'immigration des faunes terrestres d'origine asiatique. L'étude des formations continentales nous a montré qu'en effet les apports d'éléments asiatiques dans les faunes européennes se produisent à différentes reprises. Les éléments africains eux-mêmes semblent être arrivés en Europe exclusivement par le détour de l'Asie.

Par contre, les communications *directes* avec l'Amérique du Nord ont cessé d'exister. Les éléments nordaméricains, tels que les Équidés, les Léporidés, les Procyonidés, qui apparaissent brusquement en Europe, paraissent être arrivés eux-mêmes par la voie asiatique.

L'Amérique du Nord continue, toutefois, de faire partie du continent Nordatlantique, car les vestiges d'une même flore « miocène » ont été rencontrés au Spitzberg, au Grœnland et à la terre de Grinnell. C'est l'Europe qui est séparée de ce continent, probablement par un bras de mer qui s'insinuait entre le Spitzberg et le massif Finno-Scandinave et qui aboutissait à un golfe, situé sur l'emplacement de la mer du Nord actuelle.

Le continent Sudaméricain, comme le montre l'histoire de ses Mammifères, était séparé du continent Nordatlantique pendant la plus grande partie de l'époque Néogène. Ce n'est que tout à fait vers la fin qu'une communication s'établit et que des échanges de faunes se produisent entre les deux continents désormais soudés.

L'analogie est telle entre les faunes néogènes marines des Antilles et celles de la Méditerranée que l'on est en droit de conclure à l'existence d'une traînée d'îles et de faibles profondeurs entre les deux régions, au moins au début de la période. Par contre, rien ne nous autorise à supposer la persistance d'une communication entre le Brésil et l'Afrique, qui aurait permis des échanges entre les faunes terrestres des deux continents. Le continent Africain avait certainement son individualité propre, mais il n'était pas encore séparé de l'Arabie par la mer Rouge.

Nous ne possédons aucune donnée qui nous permette d'affirmer que l'ancienne connexion entre Madagascar, l'Inde péninsulaire et l'Australie ait continué d'exister.

Il est légitime d'admettre qu'à l'époque Néogène les quatre grands océans actuels, Arctique, Atlantique, Indien et Pacifique, étaient déjà bien individualisés. La communication des eaux de l'océan Arctique et de l'océan Atlantique semble encore avoir été très imparfaite, en raison de la réunion du Spitzberg et du Grœnland en une masse unique, qui faisait corps avec l'Amérique.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

La répartition géographique des genres *Lepidocyclina* et *Miogypsina* nous permet de conclure à la persistance de la *Tethys* et d'une partie du *géosynclinal circumpacifique* à l'Aquitanien et au Burdigalien. Pour les époques plus récentes, nous ne pouvons pas toujours préciser le moment où ces fosses se sont trouvées définitivement comblées. En Asie Mineure et en Perse, nous ne connaissons pas de dépôts marins plus récents que le Vindobonien. Dès le Pontien la Méditerranée était donc séparée de l'océan Indien.

PROVINCES ZOOLOGIQUES ET CLIMATS. — La répartition géographique des *Lepidocyclina* et des *Miogypsina* au début de la période Néogène est sensiblement la même que celle du genre *Orthophragmina* à l'époque Nummulitique. Il n'y a donc pas lieu de s'y arrêter. Ses limites peuvent être envisagées comme les limites d'une PROVINCE ÉQUATORIALE, quoique les récifs coralliens s'étendent moins loin vers le nord et ne jouent qu'un rôle insignifiant dans les régions méditerranéennes.

L'absence à peu près totale de dépôts néogènes sur les rivages des mers arctiques permet difficilement de définir une PROVINCE BORÉALE et pourtant, dans l'ancienne mer du Nord, sur les côtes de l'Angleterre et des Pays-Bas, le nombre des espèces caractéristiques des mers arctiques actuelles va sans cesse en augmentant depuis le début jusqu'à la fin de la période. La grande abondance des ossements de Cétacés dans le Crag d'Anvers rappelle la richesse des mers polaires en Baleines, Cachalots, etc. Le golfe qui existait sur l'emplacement de la mer du Nord actuelle doit donc être envisagé comme une dépendance de la province boréale.

Nous ne possédons guère de données qui nous autorisent à affirmer l'existence d'une PROVINCE AUSTRALE, toutefois la présence, dans les couches de Navidad du Chili et dans la Mollasse Patagonienne, de plusieurs genres qui vivent actuellement sur les côtes de la Nouvelle-Zélande, mérite d'être retenue.

Ce n'est cependant qu'à partir du Néogène supérieur que les côtes de l'Amérique du Sud étaient habitées par une véritable faune pacifique. Aux époques précédentes, les affinités des faunes marines sud-américaines avec les faunes méditerranéennes sont frappantes, si bien que l'on peut se demander s'il n'existe pas entre elles un lien génétique. Si la Mollasse Patagonienne est tongrienne, comme le pensent certains auteurs, on s'expliquerait l'apparition brusque en Europe d'un grand nombre de genres nouveaux par une immigration d'origine sudaméricaine, qui aurait refoulé vers l'est, c'est-à-dire

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

dans l'océan Indien, la faune nummulitique. C'est ainsi aussi que, d'après Fr. Nœtling [189], la faune néogène méditerranéenne aurait été obligée d'émigrer vers l'est lors de l'arrivée en Europe d'une faune boréale, et c'est grâce à cette circonstance qu'une partie de ses éléments se retrouve de nos jours dans l'océan Indien, tandis que les éléments nummulitiques, qui vivaient encore au Néogène dans cet océan, auraient trouvé un asile dans le Pacifique.

On assisterait ainsi à une migration lente des faunes marines de l'ouest vers l'est.

Cette conception, qui n'a guère pour le moment que la valeur d'une hypothèse, paraît assez rationnelle, si l'on songe aux changements qu'a dû produire, dans la répartition géographique des êtres, la formation d'une dépression océanique telle que l'Atlantique, allongée dans le sens du méridien.

La faune sudaméricaine a dû envahir l'Europe au moment où a pris fin l'ancienne connexion entre le Brésil et l'Afrique. De même, la faune boréale s'est graduellement substituée à la faune méditerranéenne, à mesure que la barrière qui séparait l'Atlantique Nord de l'océan Arctique a diminué d'importance. Les faunes nummulitiques et néogènes d'Europe ont alors émigré vers l'est, dans des régions où elles rencontraient un milieu plus favorable à leur développement et où elles n'avaient pas à lutter avec des faunes mieux adaptées qu'elles aux nouvelles conditions d'existence.

La même migration vers l'est peut être constatée pour les faunes lagunaires et lacustres. Ainsi la faune pontienne, dont quelques éléments se rencontrent jusque dans l'Europe occidentale, n'est plus représentée de nos jours en Europe que dans la mer Caspienne. On retrouve en outre quelques-uns de ses genres les plus caractéristiques, tels que *Baglivia*, dans le lac Baïkal, où a persisté également un Phoque (*Phoca baikalensis*), voisin d'une espèce sarmatienne et du Phoque de la Caspienne (*Phoca caspica*). On a tiré de ces faits la conclusion que la faune du lac Baïkal est une véritable faune résiduelle, bien que le lac lui-même ne puisse nullement être envisagé comme un reste d'une ancienne mer intérieure [152].

La faune levantine à Paludines qui, à l'époque Néogène supérieure, vivait dans tous les lacs de l'Europe, depuis la Bresse jusqu'en Asie Mineure, a aujourd'hui émigré dans l'Asie centrale et orientale. On en a signalé des traces à Omsk et surtout au Yunnan. L. de Loczy a reconnu l'abondance, dans le lac de Tali-fou, d'une espèce, très polymorphe, voisine des *Tylotoma* levantins, que Neumayr a décrite sous le nom de *Vivipara Margeriana*, mais qui est aujourd'hui dési-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

gnée sous le nom de *Margarya melanoides*. Une étude approfondie des dépôts lacustres tertiaires et quaternaires du Yunnan et de l'Indo-Chine mettra certainement en évidence de nombreuses affinités paléontologiques avec la faune du Levantin.

On se souvient que, déjà pour l'époque Nummulitique, Oppenheim a montré les relations étroites qui existent entre les Mollusques terrestres de la Hongrie et ceux qui vivent actuellement dans la région Indo-Pacifique (voir p. 1550).

Les données qui précèdent ne permettent guère d'énoncer des conclusions précises relatives au climat de l'époque Néogène.

Le refroidissement des pôles est incontestable, quoique l'on rencontre au Spitzberg et au Grœnland des restes d'une abondante végétation, mais les Palmiers y sont devenus fort rares et, même en Europe, ils ne jouent plus dans la flore qu'un rôle effacé. Rien ne nous autorise à admettre que la position des pôles n'ait pas été la même qu'à l'époque actuelle.

Nous ne connaissons, dans la série des terrains néogènes, aucun dépôt qui puisse être envisagé comme une formation glaciaire, ce qui est d'autant plus remarquable que la période suivante est précisément caractérisée par des glaciations intenses et répétées.

L'abondance des formations salifères dans les Karpates, en Perse, etc., indique un climat sec, favorisant une évaporation intense, mais il ne semble pas que les régions où s'effectuait la précipitation du sel aient possédé un régime désertique.

Mouvements orogéniques et épirogéniques. — Le Néogène est par excellence une période de diastrophisme. C'est de cette époque que date la surrection des plus grandes chaînes de montagnes, des Alpes, du Caucase, de l'Himalaya, etc., ainsi qu'il a été dit précédemment (p. 160).

Mouvements orogéniques. — Il semble qu'une grande partie des mouvements orogéniques dont ces zones plissées ont été le théâtre remonte au début même de la période, car le Burdigalien est fréquemment transgressif et ses conglomérats de base renferment en abondance des éléments empruntés aux chaînes nouvellement formées, contre lesquelles s'appuie l'étage. C'est ainsi qu'il débute, dans la colline de Turin, par un conglomérat ophiolithique, qui a pris naissance aux dépens des Schistes Lustrés des Alpes occidentales. Les charriages, qui, dans les Alpes et dans l'Apennin, ont amené ces schistes en superposition sur les terrains jurassiques, crétacés et nummulitiques, sont donc antérieurs au Burdigalien. On

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

observe la même transgressivité du Burdigalien en Corse, dans l'Atlas, dans la cordillère Bétique, aux Baléares, etc., et partout l'étage débute par un conglomérat de base emprunté au substratum plissé.

Ces mouvements orogéniques antéburdigaliens ont eu pour effet de refouler la mer aquitanienne dans des chenaux extrêmement étroits. L'énumération en a été donnée plus haut (p. 1729). La mer burdigalienne occupe des zones beaucoup plus larges (fig. 455), mais elle ne pénètre pas dans l'intérieur des chaînes. Dans les Alpes occidentales notamment, on ne rencontre, en arrière des Chaînes Subalpines, aucune trace de dépôts marins plus récents que le Nummulitique. L'axe du géosynclinal alpin est rejeté sur le versant occidental de la chaîne.

A l'Helvétien, la mer occupe sensiblement les mêmes surfaces, mais elle a en général acquis une plus grande profondeur. Des formations bathyales, connues sous le nom de *Schlier*, se déposent dans les géosynclinaux. On rencontre ce faciès dans le bassin du Rhône, dans la Haute-Bavière, dans le bassin extra-alpin de Vienne, dans les Alpes Carniques, dans les collines de Turin, dans l'Apennin ligure (Langhien), sur le versant adriatique de l'Apennin, en Sicile, à Malte, dans le Tell algérien, en Corse, en Sardaigne. Partout il occupe le même niveau et correspond à l'Helvétien inférieur.

Avec l'Helvétien supérieur, on constate une sensible diminution dans la profondeur des eaux, le faciès mollassique devient prédominant. Au Tortonien, cette diminution de profondeur s'accentue encore et l'on a souvent affaire à des calcaires à *Lithothamnium*. Au Sarmatien, le faciès lagunaire s'installe très généralement dans les géosynclinaux et c'est de cette époque que datent les formations gypseuses d'Italie, d'Algérie et d'Andalousie.

Le Pontien marque, pour les géosynclinaux de l'Europe occidentale, une phase d'exondation sous l'action des mouvements orogéniques. Aux formations lagunaires du Sarmatien font place des formations fluviatiles, que l'on peut assimiler à de vastes cones de déjection déposés par des cours d'eau descendant des montagnes nouvellement soulevées. Les cailloutis du bassin tertiaire de Digne, les nagelfluhs suisses, les conglomérats pontiens du Piémont peuvent être envisagés comme tels. Ailleurs on est en présence de dépôts lacustres ou de couches saumâtres à Congéries.

La mer n'occupe plus, comme à l'Aquitanien, que des sillons extrêmement étroits, où se déposent des formations néritiques et bathyales, pour lesquelles a été créé le terme de Sahélien. Ce type

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

marin du Pontien est connu exclusivement dans les régions littorales des provinces d'Alger et d'Oran, dans le détroit sudrifain, à Syracuse, en Crète, aux environs d'Athènes et dans la Basse-Égypte, c'est-à-dire dans l'extrême-sud de la Méditerranée.

Le « Miocène » correspond donc, dans les géosynclinaux méditerranéens, à un cycle de sédimentation complet, encadré entre deux phases d'extension marine minimum, l'Aquitanien et le Pontien, avec un maximum à la fois d'extension et de profondeur au début de l'Helvétien (Langhien).

Au Néogène supérieur, la mer est complètement refoulée en dehors des zones récemment plissées, elle occupe sur leurs bords des fosses allongées, où se déposent d'abord des formations argileuses, dont on a fait le Plaisancien, puis des formations sableuses, auxquelles on réserve le nom d'Astien. De pareilles dépressions, parallèles aux plissements, se trouvent sur les deux versants de l'Apennin, sur le littoral algérien, dans la vallée du Guadalquivir et dans la vallée du Rhône.

Dans l'Europe orientale et, en particulier, dans les Karpates, les mouvements orogéniques principaux ont eu lieu, comme on l'a vu précédemment, au cours de l'époque Crétacée, mais les zones marginales, dans lesquelles se sont trouvés localisés les dépôts néogènes, ont été le siège de mouvements plus récents, postérieurs même à la fin de l'époque Néogène. Les dépôts pontiens et levantins y ont été soumis à des dislocations intenses et en Roumanie ils ont pris part aux derniers charriages.

En dehors de l'Europe, les étages inférieurs du Néogène ont subi des plissements dans les zones géosynclinales, où l'Aquitanien, le Burdigalien et le Vindobonien se sont souvent déposés en continuité avec le Nummulitique supérieur, par exemple dans le Sind et dans l'archipel Malais. Par contre, le Néogène supérieur est discordant sur les termes précédents et il n'est en général que peu disloqué.

Dans la zone Subhimalayenne, toutefois, les couches des Siwalik, dont la partie supérieure appartient au Quaternaire, ont été plissées et fortement redressées. Il est possible que les zones plus internes de l'Himalaya aient subi les contre-coups de ces mouvements, mais elles étaient déjà certainement exondées au Néogène supérieur, car elles ont fourni aux cours d'eau qui ravinaient leurs pentes les cailloutis dont l'accumulation constitue ces mêmes couches des Siwalik.

Mouvements épirogéniques. — Tandis que l'on constate, au début de la période Néogène, dans les zones géosynclinales, un minimum d'extension marine, il semble que l'on peut observer, en divers points

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

du Globe, les traces d'une *transgression aquitanienne*, qui se manifeste sur quelques aires continentales, par exemple sur le bord méridional du massif de Bohême, dans le Nord de Madagascar et dans les Nouvelles-Hébrides. Dans cet archipel, il repose sur des roches volcaniques anciennes, que l'on est peut-être en droit d'envisager comme un vestige de l'ancien continent Pacifique.

Mais les principaux mouvements épirogéniques de l'époque Néogène sont d'une date plus récente. Ils se manifestent par des ingressions marines, dues à des ennoyages qui ont affecté diverses zones de plissement au Vindobonien et au Pontien.

En France, la mer ne pénètre plus dans le bassin de Paris, qui, aux époques précédentes, pouvait être envisagé comme le type d'une aire d'ennoyage. Mais l'ingression de la mer vindobonienne dans le massif Armoricain ne peut s'expliquer que par un abaissement d'axe affectant les plis anciens, entre Dinan et Dol. Au Pontien ou Sahélien, l'ennoyage atteint une bande plus méridionale et l'Armorique devient une île (fig. 435).

Nous avons déjà, à maintes reprises, signalé la mer du Nord comme une aire d'ennoyage, due à un abaissement d'axe des plissements calédoniens. A l'époque Néogène, l'état de choses actuel est préparé par la formation d'un golfe, plus étendu en général que la mer du Nord actuelle (fig. 436). C'est également au Vindobonien qu'a eu lieu l'invasion de la mer dans cette dépression.

La mer pénètre dans l'intérieur du massif de Bohême, grâce à une longue dépression, greffée sur le bassin extraalpin de Vienne et transversale par rapport aux plissements varisques. On n'y rencontre que des dépôts du second étage méditerranéen, c'est-à-dire du Vindobonien.

Une dépression analogue se rencontre plus à l'est, où la mer vindobonienne s'insinue entre les Sudètes et les collines de Pologne, pour atteindre la Haute-Silésie.

Le bassin intraalpin de Vienne est lui-même une aire d'ennoyage, correspondant à un abaissement d'axe des plis des Alpes orientales, à l'endroit où ceux-ci se raccordent avec les Karpates (fig. 442). L'ingression débute par les lignites de Pitten, qui constituent la partie tout à fait inférieure du Vindobonien. Le maximum de profondeur de la dépression est atteint au Tortonien, puis interviennent la dessalure et le comblement progressifs du bassin.

La région caspienne va nous fournir un exemple non moins frappant d'ennoyage. La surrection de la partie axiale du Caucase est de date très ancienne et il semble qu'au début du Néogène, Caucase et

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Petit-Balkhan ne constituaient qu'une chaîne unique, séparant les deux géosynclinaux du versant nord et du versant sud, qui ne communiquaient pas par la dépression caspienne. Au Sarmatien, la mer s'étend transgressivement sur les deux flancs de la chaîne, mais sans mettre en communication les deux versants, car l'étage manque dans la presqu'île d'Apchéron, où le Méotien repose directement sur des terrains beaucoup plus anciens. C'est donc au Méotien, c'est-à-dire au début du Pontien, que s'est produit l'ennoyage qui a séparé le Caucase du Petit-Balkhan, mettant en communication le versant nord et le versand sud, et la Caspienne prenait naissance sous la forme d'une dépression transversale par rapport aux plissements.

Le Néogène moyen (Vindobonien et Pontien) constitue donc une période de mouvements épirogéniques négatifs, autrement dit d'ingression marine. Or on constatera que la date de ce maximum d'ingression coïncide précisément avec celle du maximum de régression dans les zones géosynclinales où prédominent les mouvements orogéniques. Par contre, la trangression du Burdigalien est localisée dans les géosynclinaux et l'on ne signale nulle part cet étage dans les aires d'ennoyage où se manifestera l'ingression vindobonienne.

Il est impossible de ne pas voir dans ces faits une confirmation éclatante de la loi de compensation des mouvements orogéniques et épirogéniques ainsi qu'un démenti infligé à la théorie des mouvements eustatiques.

L'analyse des mouvements épirogéniques du Néogène supérieur conduit à des résultats moins clairs. Le bassin du Roussillon est certainement une aire d'ennoyage qui a pris naissance, au Plaisancien, sur l'emplacement de la chaîne des Pyrénées. La longue dépression de la vallée du Rhône semble également due à des abaissements d'axes des plis pyrénéens qui traversent la vallée avec une direction W.-E. Mais alors on comprend moins bien l'invasion des deux versants de l'Apennin par la mer plaisancienne.

Effondrements. — Ici doivent intervenir, selon toute vraisemblance, des phénomènes d'effondrement, dont les principaux ont lieu immédiatement après le Néogène moyen.

Ces accidents tectoniques sont localisés dans la région méditerranéenne. Ils affectent les « ovales méditerranéens » [XXI, 2], anciens noyaux, autour desquels se sont moulées les sinuosités des géosynclinaux secondaires et des plissements tertiaires.

L'exemple le mieux connu est celui de la Méditerranée occidentale. La partie de cette mer située entre l'Andalousie et le littoral algérien était occupée, pendant toute la durée des temps secondaires et au

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Nummulitique, par un massif ancien, dont subsistent encore quelques vestiges, sous la forme de massifs côtiers de nature cristalline. Ce noyau ancien était contourné par un géosynclinal, qui décrivait une grande boucle à concavité tournée à l'est. Les plissements ont pris naissance à l'époque Néogène sur l'emplacement du géosynclinal mésozoïque et c'est ainsi que s'est opéré le raccordement de l'Atlas tellien et de la chaîne Bétique. Le détroit Nordbétique, d'abord, le détroit Sudrifain, ensuite, ont été obstrués à la suite des derniers de ces mouvements orogéniques [290]. La Méditerranée eût été entièrement privée de communications avec l'Atlantique si un abaissement transversal des plis n'avait pas créé le détroit de Gibraltar et si, en même temps, ne s'était produit l'effondrement du massif cristallin voisin [288]. La mer plaisancienne a pu ainsi franchir le détroit de Gibraltar et déposer, sur les côtes de l'Andalousie et de l'Algérie, des sédiments, qui reposent directement sur les terrains anciens. Les failles le long desquelles s'est produit l'effondrement ont affecté également les abords du détroit de Gibraltar et c'est l'une d'elles qui a coupé au nord le rocher de Gibraltar, donnant lieu à l'abrupt extraordinaire qui fait face à l'Espagne (pl. XVI, 1). Sur l'emplacement du massif ancien de la Méditerranée occidentale la sonde rencontre aujourd'hui des profondeurs supérieures à 1 500 m, au large de Malaga, à 2 000 m, au large d'Oran. Des volcans ont pris naissance sur la périphérie de l'arc effondrée.

De même que l'Atlas et la chaîne Bétique se sont moulés sur le massif ancien de la Méditerranée occidentale, de même les plissements de l'Apennin et de la Sicile se raccordent en décrivant une grande courbe autour d'un vieux noyau, dont la Calabre et les Monts Péloritains sont les derniers vestiges, mais qui s'étendait sans doute très loin vers le N.W., sur l'emplacement actuel de la mer Tyrrhénienne. La périphérie de cette *Tyrrhénide* [0,22] est jalonnée de volcans, probablement postérieurs à son effondrement, qui date de l'époque Néogène, sans que l'on puisse déterminer son âge exact.

L'arc Karpatique s'est lui aussi moulé autour d'un ancien massif, aujourd'hui effondré et sur l'emplacement duquel s'est formé, sans doute au début de la période, le bassin Pannonique. Ici aussi le bord de l'effondrement est marqué par des volcans depuis longtemps éteints.

On a attribué à la mer des Antilles et à sa ceinture volcanique une origine analogue et l'on a assigné une date très récente à l'effondrement du noyau ancien autour duquel s'étaient moulés les plissements tertiaires.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

A côté de ces effondrements, effectués suivant des cassures périphériques, il y a lieu de mentionner également les fossés, dus à de grandes failles rectilignes et parallèles, dont quelques-uns datent certainement de l'époque Néogène. Les grandes fractures qui délimitent le fossé rhénan sont certainement postérieures au Tongrien, mais les éléments stratigraphiques qui permettraient de préciser davantage leur âge font entièrement défaut. Dans le Plateau Central, les failles principales qui délimitent par exemple le fossé de la Limagne, sont antérieures au Pontien, d'autres sont postpontiennes et antérieures aux premiers dépôts quaternaires.

Phénomènes volcaniques. — Un chapitre entier serait nécessaire pour passer en revue, même sommairement, les formations éruptives qui datent de l'époque Néogène. Nous devons nous contenter ici d'étudier seulement, à titre d'exemple, quelques régions volcaniques mieux connues que d'autres au point de vue stratigraphique.

Il n'est sans doute pas de région au monde où la chronologie des éruptions ait été établie d'une manière aussi précise que dans le Plateau Central de la France, grâce surtout aux travaux si approfondis et si méthodiques de Michel-Lévy [291], de Marcellin Boule [XXXIX, 241, 242, 292], de Ph. Glangeaud [293], pour ne citer que les plus récents, grâce aussi aux admirables coupes naturelles que fournissent les vallées de l'Auvergne et du Velay, où les coulées successives sont séparées par des formations continentales bien datées.

Nous ne nous occuperons, pour le moment, que des éruptions antérieures au niveau caractérisé par l'association de *Mastodon arvernensis* et d'*Elephas meridionalis*, attribué au « Pliocène moyen » par certains géologues, mais que nous plaçons à la base du Quaternaire.

L'âge des plus anciennes éruptions d'Auvergne a pu être déterminé avec précision, grâce au fait que les coulées basaltiques de Gergovie, du Puy-Saint-Romain et des Côtes de Clermont sont intercalées entre des sables burdigaliens à *Melanoides Escheri* et des alluvions qui, à Givreuil, renferment une faune continentale helvétienne [293]. Toutefois, ces basaltes sont accompagnés de brèches volcaniques, connues sous le nom de *pépérites*, qui, notamment à Gergovie, ont pénétré par intrusion dans le soubassement tongrien, dont les couches sont métamorphisées au contact [291].

Les plus anciennes éruptions du Velay [XXXIX, 362] ont le même âge, car les coulées basaltiques correspondantes sont recouvertes par des sables, renfermant des chailles jurassiques, qui se continuent vers le nord jusque dans l'Allier, où ils sont incontestablement helvétiens.

Une seconde période d'activité éruptive doit être vraisemblablement attribuée au Tortonien, car les coulées basaltiques du Puy de Var et de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Chanturgue, près Clermont-Ferrand, ainsi que celles du Puy de Mur et de Châteaugay, reposent sur les sables à chailles helvétiens.

Une troisième période éruptive date incontestablement du Pontien. En effet, aux environs d'Aurillac [242], une coulée basaltique se trouve intercalée entre des sables et des cailloutis, avec Mammifères pontiens, et des brèches andésitiques, qui renferment la même faune (fig. 455). Ici, des éruptions acides ont donc fait suite aux éruptions basiques, qui jusque-là caractérisaient l'activité éruptive du Plateau Central.

Dans la Limagne, le plateau de Pardines est constitué par une coulée basaltique parfaitement plane, de 20 à 30 m d'épaisseur, qui repose également sur des alluvions pontiennes [293] et qui appartient à la même phase.

Dans le Velay [XXXIX, 362], des alluvions et des cinérites d'âge pontien supportent des coulées de basalte et de trachytes, dits inférieurs, qui se retrouvent en galets dans les alluvions du Quaternaire le plus ancien.

Enfin, le Plateau Central a été le théâtre, à l'époque du Néogène supérieur, de venues éruptives très importantes, consécutives de la formation des nombreuses failles qui, à ce moment, ont découpé non seulement les dépôts oligocènes et miocènes de la région, mais encore les coulées basaltiques qui les surmontent. L'activité volcanique est principalement localisée dans les massifs du Mont Dore, du Cantal et du Velay. Ces volcans, qui comptent parmi les plus grands de l'Europe, ont été entièrement édifiés avant le dépôt des alluvions de Perrier et des sables à Mastodontes du Puy, que nous plaçons à l'extrême base du Quaternaire.

Dans la Limagne, en l'absence de dépôts sédimentaires contemporains du Plaisancien et de l'Astien, l'attribution au Néogène supérieur de certaines coulées ne peut être motivée que par leur altitude relative. Comme les vallées qui se sont creusées à l'époque Néogène occupent des niveaux de plus en plus bas, les coulées qui ont rempli le fond des vallées du Néogène supérieur sont en contre-bas des coulées pontiennes, mais elles se trouvent à un niveau plus élevé que les coulées du début du Quaternaire [293]. Les coulées successives sont emboîtées de la même manière que les terrasses formées d'alluvions correspondant à des cycles différents.

Le Montcelet, remarquable par son isolement au milieu de la Limagne et par son altitude (740 m), est un cône basaltique prismé, représentant le culot d'un volcan d'où sont parties deux coulées, surplombant le thalweg actuel de l'Allier de 190 m. Ph. Glangeaud [293] l'attribue au « Pliocène inférieur ».

Le massif du Mont Dore (fig. 113) résulte, d'après Glangeaud [293], de la juxtaposition de trois grands centres éruptifs distincts : le volcan du Sancy (1 886 m), le volcan de la Banne d'Ordanche (1 515 m) et le volcan de l'Aiguiller (1 547 m), auxquels viennent s'ajouter des volcans adventifs et des volcans périphériques. Tous ces volcans sont établis sur un soubassement granitique, coupé de failles qui ont facilité la montée des produits éruptifs. Les éruptions ont commencé au Pontien et ont pris fin immédiatement avant le début du Quaternaire, car les alluvions de Perrier renferment à l'état de galets toutes les roches du Mont Dore, à l'exception du basalte des plateaux. Le démantellement du massif par les actions glaciaires et fluviatiles est l'œuvre de l'époque Quaternaire. D'après les belles recherches de Michel-Lévy [291], la succession des éruptions est la suivante :

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

1° cinérite inférieure contenant des coulées de rhyolithes (Lusclade), de perlites, de phonolithes très feldspathiques et de trachytes phonolithiques;
2° basaltes inférieurs, souvent à grands cristaux;
3° cinérites à blocs, avec intercalations de coulées d'andésites et de labradorites basiques et de basaltes feldspathiques;
4° cinérites supérieures, en énormes accumulations, avec blocs projetés;
5° andésites acides et trachytes à grands cristaux de sanidine, formant d'épaisses coulées et des dykes (ravin d'Enfer, pl. XXX, 2);
6° andésites augitiques à pyroxène et hornblende, avec haüyne et noséane, passant aux téphrites, en coulées peu épaisses, mais très étendues;
7° phonolithes supérieures en coulées et en dykes (Tuilière et Sanadoire; pl. XXVII, 2);
8° basaltes des plateaux, à structure ophitique (basalte demi-deuil).

Le massif du Cantal [241, 242] est constitué par un volcan unique, qui couvre une surface très considérable. Les vallées, qui du centre s'irradient dans toutes les directions, fournissent des coupes d'une admirable netteté. La succession des éruptions est à peu de chose près la même que celle du Mont Dore [292]. Au-dessus des trachytes et phonolithes inférieurs, d'âge pontien, on observe une immense accumulation de brèches, de conglomérats, de cinérites andésitiques, dans lesquels s'intercalent des coulées de basaltes porphyroïdes, de labradorites et d'andésites augitiques, dans la partie inférieure; d'andésite porphyroïde, dans la partie moyenne; d'andésites augitiques à haüyne et de phonolithes, dans la partie supérieure.

Dans les massifs du Mégal (1 438 m) et du Mézenc (1 744 m), dans la partie orientale du Velay, les éruptions se rattachent à un grand nombre de centres d'émission et les coulées sont plutôt juxtaposées, mais les profondes entailles que présentent les vallées tributaires du Rhône permettent aussi d'observer des superpositions [XXXIX, 362]. Au-dessus des basaltes et des trachytes inférieurs, qui sont d'âge pontien, on observe, comme dans le Mont Dore et dans le Cantal [292], des basaltes porphyroïdes, des andésites et des labradorites augitiques, des trachytes supérieurs et des phonolithes. Ces dernières, qui forment des coulées et surtout des dômes ou des pics aigus, tels que le Gerbier des Joncs, impriment au paysage un caractère tout à fait spécial.

L'immense nappe basaltique des Coirons, dans l'Ardèche (pl. XXVII, 2), repose, comme il a été dit plus haut, sur des alluvions qui, à Aubignas, renferment une riche faune pontienne. Boule y a reconnu plusieurs coulées successives, dont la plus ancienne est comprise entre les alluvions pontiennes et des alluvions plus récentes, probablement plaisanciennes, tandis que les coulées supérieures, souvent extrêmement épaisses, n'appartiennent sans doute que partiellement au Néogène supérieur.

Il faudrait des pages entières pour exposer l'état actuel de nos connaissances relatives aux centres éruptifs qui jalonnent le bord interne de la zone des Karpates. D'ailleurs les résultats ne sont plus aussi clairs qu'ils le paraissaient au début, lorsque F. von Richthofen établissait la succession classique des venues éruptives de Hongrie : propylites, dacites, andésites, rhyolithes, liparites, basaltes. La série n'est pas la même partout et de plus l'âge absolu de chaque terme ne peut pas toujours être indiqué avec précision. Les premières datent certainement de l'époque Nummulitique, tandis que les dernières sont de la fin du Néogène moyen. L'effondrement des noyaux anciens,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

autour desquels s'est moulé l'arc Karpatique, date au moins du début du Néogène moyen, car c'est à ce moment que semble avoir pris naissance le bassin Pannonique.

Des centres éruptifs néogènes se rencontrent, dans une situation géologique analogue à ceux de Hongrie, sur le pourtour de la Méditerranée occidentale : au cap de Gata, sur la côte espagnole ; à l'embouchure de la Tafna, à l'ouest d'Aïn Temouchent et à Tifarouïne, dans la province d'Oran ; aux environs de Dellys, dans la province d'Alger. En outre, les îles Habibas, Zaffarine et Alboran sont essentiellement volcaniques.

Nous nous occuperons seulement ici du volcan de Tifarouïne, à l'extrémité occidentale du Sahel d'Oran, car il offre un intérêt tout particulier en raison de la précision avec laquelle L. Gentil a su déterminer l'âge de ses émissions [XXXVII, 59 *bis*].

Le substratum des premières déjections est constitué par des schistes et quartzites primaires, par des dolomies liasiques et par le Burdigalien. La série des épanchements débute par des andésites à biotite, qui datent probablement du Tortonien. Des éjections d'andésites à hornblende marquent le début du Sahélien et se sont continuées par des émissions formidables de brèches et des coulées d'andésite à pyroxène. Le volcan était battu par les eaux de la mer sahélienne, qui édifiait à ses pieds, avec les produits arrachés par les vagues, à mesure que la côte s'affaissait lentement, des tufs à faune littorale d'une grande épaisseur. Puis, avant la fin de la période sahélienne, la mer est venue recouvrir les flancs du cône de débris, sur lesquels se sont déposés les calcaires à Nullipores.

Au cours d'une phase solfatarienne, qui s'est prolongée probablement jusqu'à la fin du Néogène, des fumerolles sulfurées acides et aqueuses ont ensuite traversé le cône et ont exercé sur les coulées et sur les brèches une action destructive, ne laissant souvent sur place qu'un résidu siliceux.

Il est manifeste que, sur le pourtour de la Méditerranée occidentale, comme sur le bord interne des Karpates, l'activité éruptive a commencé bien avant l'effondrement du massif ancien central.

Enfin, nous mentionnerons seulement le développement formidable qu'atteignent, sur le bord pacifique de l'Amérique du Nord, les roches d'épanchement. Il a déjà été fait allusion plus haut (p. 1705) à l'immense coulée basaltique de l'Oregon, dont l'âge a pu être précisé par les couches à Mammifères entre lesquelles elle se trouve intercalée. D'après Richthofen, la succession des éruptions de composition déterminée serait sensiblement la même qu'en Hongrie.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

1. — A. D'ARCHIAC. Histoire des progrès de la Géologie de 1834 à 1845. II. Terrain tertiaire, p. 441-1100. Paris, 1849.

2. — ÉMILE HAUG. Article « Néogène ». *La Grande Encyclopédie*, XXIV, p. 935-937, 1893.

3. — CHARLES DE STEFANI. Les terrains tertiaires supérieurs du bassin de la Méditerranée. *Annales de la Soc. Géol. de Belg.*, XVIII, p. 197-419, 2 tabl., 1891.

4. — DEPÉRET. Sur la classification et le parallélisme du système Miocène. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XXI, p. 170-266, fig., 1893.

5. — TH. FUCHS. Tertiaerfossilien aus den kohlenführenden Miocänablagerungen der Umgebung von Krapina und Radoboj und über die Stellung der sogenannten « Aquitanischen Stufe ». *Mitth. a. d. Jahrb. d. k. ung. geol. Anst.*, X, p. 161-175, 1894.

6. — PAUL OPPENHEIM. Ueber die Ueberkippung von S. Orso, das Tertiär des Tretto und Fauna wie Stellung der Schioschichten. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, LV, p. 98-235, pl. VIII-XI, 1903.

7. — HENRI DOUVILLÉ. Les couches à Lépidocyclines dans l'Aquitaine et la Vénétie. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., VII, p. 466-476, 1907.

8. — GUSTAVE F. DOLLFUS. Essai sur l'étage Aquitanien. *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, XIX, p. 379-495, 6 pl., 1909.

9. — PAUL LEMOINE et ROBERT DOUVILLÉ. Sur le genre Lepidocyclina Gümbel. *Mém. Soc. Géol. Fr., Paléont.*, n° 32, 41 p., 4 fig., 3 pl., 1904.

10. — HARDOUIN MICHELIN. Monographie des Clypéastres fossiles. *Ibid.*, 2e sér., VII, p. 101-107, pl. IX-XXXVI, 1861.

11. — CH. DEPÉRET et F. ROMAN. Monographie des Pectinidés néogènes de l'Europe et des régions voisines. 1re partie. *Mém. Soc. Géol. Fr., Paléont.*, n° 26, 104 p., 43 fig., 11 pl., 1902 — (en cours).

12. — RALPH ARNOLD. The Tertiary and Quaternary Pectens of California. *U. S. Geol. Surv., Profess. Papers*, n° 47, 264 p., 53 pl., 1906.

12 *bis*. — N. ANDRUSOV. Fossile und lebende Dreissensidae Eurasiens. 1 vol. in-8°, 687 + 115 p. (en russe, résumé en all.), 15 fig., atlas in-4°, 20 pl. St-Petersburg, 1897.

12 *ter*. — ID. Studien über die Brackwassercardiden. I. *Mém. Acad. Imp. des Sc. de St-Pétersb.* VIIIe sér., XIII, 3, 82 p., 5 fig., 7 pl., 1903.

13. — V. RAULIN. Notes géologiques sur l'Aquitaine (plaine du Sud-Ouest de la France). 1 vol. in-8°, XLVI + 476 p. Bordeaux, 1848-1859.

14. — R. TOURNOUËR. Note stratigraphique et paléontologique sur les faluns du département de la Gironde. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 2e sér., XIX, p. 1035-1088, pl. XXI, 1862.

15. — ID. Note sur les terrains miocènes des environs de Sos et de Gabarret (départements du Lot-et-Garonne et des Landes). *Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, XXIX, p. 119-169, 1 tabl., pl. II-III, 1873.

16. — E.-A. BENOIST. Catalogue systématique et raisonné des Testacés fossiles recueillis dans les faluns miocènes des communes de La Bride et de Saucats. *Ibid.*, XXIX, p. 1-78, 265-460, 1873.

16 *bis*. — O. LINDER. Les dépôts lacustres du vallon de Saucats. *Ibid.*, XXVII, p. 141-215, 1 tabl., 1872.

17. — E. FALLOT. Notice relative à une carte géologique des environs de Bordeaux. 1 br. in-8°, 48 p., 1 carte 1/20 000. Bordeaux, 1895.

18. — DE BASTEROT. Description géologique du bassin tertiaire de Bordeaux. I. Sud-Ouest de la France. *Mém. de la Soc. d'Hist. nat.*, II, p. 1-100, pl. I-VII, 1825.

19. — DE GRATELOUP. Conchyliologie fossile des terrains tertiaires du bassin de l'Adour (environ de Dax). I. Univalves. Atlas in-4°, 48 pl. Bordeaux, 1840.

20. — COSSMANN et PEYROT. Conchologie néogénique de l'Aquitaine, I. *Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, LXIII, p. 73-293, fig. 1-28, pl. A-C, I-VII, 1909.

21. — G. F. DOLLFUS et PH. DAUTZENBERG. Conchyliologie du Miocène moyen

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

du bassin de la Loire. *Mém. Soc. Géol. Fr. Pal.*, n° 27, 296 p., 31 fig., 22 pl., 1902 — (en cours).

22. — G. F. Dollfus. Faune malacologique du Miocène supérieur de Rennes (étage Redonien, gîte d'Apigné) (Ille-et-Vilaine). *C. R. A. F. A. S.*, 32e sess. Angers, p. 656-663, 1904.

23. Id. Faune malacologique du Miocène moyen de Gourbesville (Manche). *Ibid.*, 34e sess. Cherbourg, p. 358-371, 1906.

24. — Id. Faune malacologique du Miocène supérieur de Beaulieu (Mayenne). *Ibid.*, 35e sess. Lyon, p. 304-315, 1906.

25. — Id. Faune malacologique du Miocène supérieur (Redonien) de Montaigne (Vendée). *Ibid.*, 36e sess. Reims, p. 340-353, 1908.

26. — Olivier Couffon. Le Miocène en Anjou. *Bull. Soc. d'Études scient., d'Angers*, XXXVI, p. 157-193, 2 pl., 1907.

26 *bis*. — Michel Mourlon. Études stratigraphiques sur les dépôts miocènes supérieurs et pliocènes de Belgique. *Bull. Acad. R. de Belg.*, 2e sér., XLII, p. 760-790, pl. I, 1876.

27. — Ernest van den Broeck. Esquisse géologique et paléontologique des dépôts pliocènes des environs d'Anvers. *Annales de la Soc. Malacol. de Belg.*, IX, p. 83-374, pl. IV, 1874.

28. — O. van Ertborn. Coup d'œil sur les formations géologiques des environs d'Anvers. *Bull. Soc. de Géogr. d'Anvers* IV, p. 313-326, 1879.

29. — Id. Les terrains miocène, pliocène et quaternaire à Anvers. *Ibid.*, VI, p. 305-362, 1 tabl., 1881.

30. — P. Cogels et E. van den Broeck. Observations géologiques faites à Anvers à l'occasion des travaux de creusement des nouvelles cales sèches et de prolongement du bassin du Kattendyk. *Annales de la Soc. Malacol. de Belg.*, XIV, p. 29-79, pl. III-VI, 1882.

31. — Ernest van den Broeck. Diestien, Casterlien et Scaldisien. *Ibid.*, XVII, p. CIII-CVIII, 1882.

32. — G. Vincent. Documents relatifs aux sables pliocènes à « Chrysodomus contraria » d'Anvers. *Ibid.*, XXIV, p. XXV-XXXII, 1889.

33. — Gustave Dollfus. Classification du Tertiaire moyen et supérieur de la Belgique. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., III, p. 236-260, 1903.

34. A. von Koenen. Das Miocaen Nord-Deutschlands und seine Mollusken-Fauna, I. *Schriften d. Ges. z. Beförderung d. ges. Naturw. zu Marburg*, X, p. 139-262, pl. I-III, 1872; II. *Neues Jahrb. f. Miner.*, Beil. Bd. II, p. 223-362, pl. V-VII, 1882.

35. — Id. Comparaison des couches de l'Oligocène supérieur et du Miocène de l'Allemagne septentrionale avec celles de la Belgique. *Annales de la Soc. Géol. de Belg.*, XII, Mém., p. 194-206, 1885.

35 *bis*. — W. Wunstorf und G. Fliegel. Die Geologie des Niederrheinischen Tieflandes. *Abh. d. K. Preuss. Geol. Landesanst.*, N. F., n° 67, 172 p., 8 fig., 4 pl., 1910.

36. — Joseph Prestwich. On the structure of the Crag-beds of Norfolk and Suffolk with some observations on their organic remains. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, XXVII, p. 115-146, 323-356, 452-496, 39 fig., pl. VI, XII, 1871.

37. — F. W. Harmer. On the Pliocene Deposits of Holland and their relation to the English and Belgian Crags, with a suggestion for the establishment of a new zone « Amstelien » and some remarks on the geographical conditions of the Pliocene Epoch in Northern Europe. *Ibid.*, LII, p. 748-781, 4 fig., pl. XXXIV-XXXV, 1896.

38. — Id. The Pliocene Deposits of the East of England. *Ibid.*, LIV, p. 307-354, 10 fig., 1898; LVI, p. 705-743, 6 fig., 1900.

38 *bis*. — Clement Reid. The Pliocene Deposits of Britain. *Mem. of the Geol Surv. of the Un. Kingdom*, 326 p., 48 fig., 5 pl., 1890.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

39. — Searles V. Wood. A Monograph of the Crag Mollusca, with Description of shells from the Upper Tertiaries of the British Isles. *Palæontogr. Soc.*, 4 vol., XII + XXXI + 208 + 342 + 231 + 58 + 24 p., 21 + 31 + 12 + 7 pl., 1848-1882.

40. — Ch. Depéret. Description géologique du bassin tertiaire du Roussillon. *Thèses Fac. Sc. Paris*, 1 vol. in-8°, 274 p., 9 fig., 5 pl. Paris, 1885.

41. — Viguier. Étude sur le Pliocène de Montpellier. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XVII, p. 379-423, 5 fig., pl. IX-X, 1889.

41 *bis*. — Ch. Depéret. Note sur le Pliocène et sur les éruptions basaltiques des vallées de l'Orb et de l'Hérault. *Ibid.*, 3e sér., XXV, p. 641-662, 7 fig., 1897.

42. — F. Fontannes. Les terrains tertiaires de la région delphino-provençale du bassin du Rhône. 1 vol. gr. in-8°, 84 p., 1 tabl. Lyon, Paris, 1881.

43. — Id. Études stratigraphiques et paléontologiques pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône. I-VI. 6 vol. gr. in-8°, 61 + 99 + 110 + 97 + 57 + 214 p., 42 fig., 26 pl. Lyon, Paris, 1875-80.

44. — Id. Études stratigraphiques... IX,X. Les terrains tertiaires marins de la côte de Provence. Mémoire posthume rédigé et complété par le Docteur Ch. Depéret. 2 vol. gr. in-8°, 116 + 79 p., 18 + 8 fig., 2 pl. Lyon, Paris, 1889-1892.

45. — Depéret. Bassins tertiaires du Rhône. *Livret-guide VIIIe Congr. géol. intern.*, XII, 1, 32 p., 11 fig., 1900.

46. — L. Joleaud. Géologie et Paléontologie de la Plaine du Comtat et de ses abords. I. Description des terrains néogènes. 1 vol. in-8°, 252 p., tabl. Avignon, 1907.

47. — J. Savornin. Notes stratigraphiques sur Cucuron (Vaucluse). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., III, p. 40-54, 12 fig., 1903.

48. — F. Fontannes. Étude sur les faunes malacologiques miocènes des environs de Tersanne et d'Hauterives (Drôme). *Revue des Sc. Nat. de Montpellier*, IV, p. 394-415, 1878.

49. — Id. Les Invertébrés du bassin tertiaire du Sud-Est de la France. Les Mollusques pliocènes de la vallée du Rhône et du Roussillon. 2 vol. gr. in-4°, VIII + 277 + 321 p., 12 + 19 pl. Lyon-Paris, 1879-1882.

50. — Tournouër. Notes paléontologiques sur quelques-uns des terrains tertiaires observés dans la Réunion extraordinaire de la Société géologique à Fréjus et à Nice. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., V, p. 841-857, 1879.

51. — Ch. Depéret et Caziot. Note sur les gisements pliocènes et quaternaires marins des environs de Nice. *Ibid.*, 4e sér., III, p. 321-347, 2 fig., 1903.

52. — E. Caziot et E. Maury. Nouveaux gisements pliocènes et post-pliocènes marins et complément des faunes déjà publiées des gîtes marins de ces étages sur la côte des Alpes-Maritimes. *Ibid.*, 4e sér., VII, p. 72-79, 1907.

53. — Depéret et Douxami. Note sur les couches tertiaires de Château-Redon (Basses-Alpes). *Ibid.*, 3e sér., XXIII, p. 874-877, 1896.

54. — Franz Joseph Kaufmann. Rigi und Molassegebiet der Mittelschweiz, geologisch aufgenommen und beschrieben. Beilage : Systematisches Verzeichniss der marinen Arten der helvetischen Stufe der Schweiz und Schwabens, von Karl Mayer. *Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz*, XI, 534 p., 6 pl., 1872.

55. — Ernst Koken. Bemerkungen über das Tertiär der Alb. I. *Centralbl. f. Miner.*, 1900, p. 145-152.

56. — Joseph Schad. Beitrag zur Kenntniss des Tertiärs am Landgericht und Hochsträss. *Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. i. Württ.*, LXIV, p. 249-304, 1 pl., 1908.

57. — C. W. v. Gümbel. Die miocänen Ablagerungem im oberen Donaugebiete. I. *Sitzungsber. d. math.-phys. Cl. d. k. bayer. Akad. d. Wiss.*, 1887, p. 221-325, 7 fig.

58. — Ludwig von Ammon. Die Fauna der brackischen Tertiärschichten in Niederbayern. *Geogn. Jahresh.*, I, p. 1-22, 1 pl., 1888.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

59. — Moriz Hörnes. Die fossilen Mollusken des Tertiaer-Beckens von Wien, unter Mitwirkung von Paul Partsch bearbeitet. *Abh. d. k. k. geol. Reichsanst.*, III, 736 p., 52 pl., 1856; IV, 479 p., 85 pl., 1870.

60. — R. Hoernes und M. Auinger. Die Gasteropoden der Meeres-Ablagerungen der ersten und zweiten Mediterran Stufe in der OEsterreichisch-Ungarischen Monarchie. 1 vol. gr. in-4°, 382 p., 50 pl. Wien, 1879-1891 (inachevé).

61. — Eduard Suess. Untersuchungen über den Charakter der österreichischen Tertiärablagerungen. *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. I. Abth.*, LIV, 66 + 40 p., 2 pl., 1866.

62. — Theodor Fuchs und Felix Karrer. Geologische Studien in den Tertiärbildungen des Wiener Beckens. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XVIII, p. 269-286, 573-598, pl. XV; XIX, p. 189-206; XX, p. 113-140, pl. VI; XXI, p. 67-122; XXIII, p. 117-136; XXV, p. 1-62, pl. 1; fig., 1868-1875.

63. — Rudolf Hoernes. Bau und Bild der Ebenen OEsterreichs. 1 vol. in-8°, 194 p., 1 pl., 27 fig. Wien, 1893.

64. — Theodor Fuchs. Geologische Uebersicht der jüngeren Tertiärbildungen des Wiener Beckens und des Ungarisch-Steierischen Tieflandes. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, XXIX. p. 653-709, tabl., 1877.

65. — Othenio Abel. Studien in den Tertiärbildungen von Eggenburg. *Beitr. z. Pal. u. Geol. OEsterr.-Ung.*, XI, p. 211-226, fig. 20-22, 1898.

65 *bis*. — Franz Xaver Schaffer. Das Miocän von Eggenburg. Die Fauna der ersten Mediterranstufe des Wiener Beckens und die geologischen Verhältnisse der Umgebung des Mannhartsberges in Niederösterreich. *Abh. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XXII, 1, 126 p., 12 fig., 48 pl., 1910 (en cours).

66. — Theodor Fuchs. Ueber die bathymetrischen Verhältnisse der sogenannten Eggenburger und Gauderndorfer Schichten des Wiener Tertiärbeckens. *Sitzungsber. d. math.-naturw. Cl d. k. Akad. d. Wiss.*, I, CIX, p. 478-489, 1900.

67. — Id. Beiträge zur Kenntniss der Tertiärbildungen von Eggenburg. *Ibid.*, I, CIX, p. 859-924, 6 fig., 1 pl., 1900.

68. — Franz E. Suess. Beobachtungen über den Schlier in Oberösterreich und Bayern. *Annalen d. k. k. naturh. Hofmuseums*, VI, p. 407-429, 3 fig., 1891.

69. — Felix Karrer. Geologie der Kaiser Franz Josefs Hochquellen-Wasserleitung. Eine Studie in den Tertiär-Bildungen am Westrande des alpinen Theiles der Niederung von Wien. *Abh. d. k. k. geol. Reichsanst.*, IX, 420 p., 96 fig., 20 pl., 1877.

70. — Franz X. Schaffer. Geologie von Wien. 1 vol. in-8°, 33 + 242 + 128 p., 25 fig., 17 pl., 2 cartes. Wien, 1904-1906.

71. — F. Toula. Eine marine Fauna aus Mauer bei Wien. *Neues Jahrb. f. Miner.*, 1893, I, p. 96-99.

72. — A. Bittner. Ueber den Charakter der sarmatischen Fauna des Wiener Beckens. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XXXIII, p. 131-150, 1883.

73. — Id. Noch ein Beitrag zur neueren Tertiärliteratur. *Ibid.*, XXXVI, p. 1-70, 1886.

74. — Vincenz Hilber. Die Miocänablagerungen um das Schiefergebirge zwischen den Flüssen Kainach und Sulm in Steiermark. *Ibid.*, XXVIII, p. 505-580, pl. XV, 1878.

75. — Id. Ueber das Miocän, insbesondere das Auftreten sarmatischer Schichten bei Stein in Krain. *Ibid.*, XXXI, p. 473-478, 1881.

76. — R. Hœrnes. Sarmatische Ablagerungen in der Umgebung von Graz. *Mitth. d. naturw. Ver. f. Steiermark*, 1878, p. 3-27.

77. — Id. Beiträge zur Kenntniss der Tertiärablagerungen in den Südalpen. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XXVIII, p. 9-36, 1878.

78. — Luigi Bellardi e Federico Sacco. I Molluschi dei terreni terziari del Piemonte e della Liguria. 30 fascicules, pagination spéciale, nomb. pl. In-4°, Torino, 1872-1904.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

79. — Federico Sacco. Il Bacino terziario del Piemonte. 1 vol. in-4°, 634 p. 1 carte. Milano, 1889.

80. — Id. Les étages et les faunes du bassin du Piémont. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., V, p. 893-916, 1906.

81. — Th. Fuchs. Studien über die Gliederung der jüngeren Tertiärbildungen Ober-Italiens. *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. I. Abth.*, LXXVII, p. 1-62, 6 fig., 1878.

81 *bis*. — Id. Die Versuche einer Gliederung des unteren Neogen im Gebiete des Mittelmeers. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, XXXVIII, p. 131-172, 1885.

82. — Franz Schaffer. Beiträge zur Parallelisirung der Miocänbildungen des piemontesischen Tertiärs mit denen des Wiener Beckens. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XLVIII, p. 387-424, 2 fig., 1898; IL, p. 135-164, 2 fig., 1899.

83. — Trabucco Giacomo. Sulla vera posizione del calcare di Acqui (Alto Monferrato). Studio geo-paleontologico. 1 br. in-8°, 28 p., 1 pl. Firenze, 1891.

84. — G. de Alessandri. Appunti di geologia e di paleontologia sui dintorni di Acqui. *Atti. d. Soc. Ital. d. Sc. Nat.*, XXXIX, p. 173-348, fig., pl. VI, 1900.

85. — Th. Fuchs. Die Gliederung der Tertiärbildungen am Nordabhange der Apenninen von Ancona bis Bologna. *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss., IIte Abth.*, LXX, p. 1-16, 1875.

86. — Giuseppe Stefanini. Echinidi del Miocene medio dell' Emilia. *Palæontogr. Ital.*, XIV, p. 65-119, pl. XIII-XVI, 1908; XV, p. 1-58, pl. I-II, 1909.

87. — G. Capellini. Sui terreni terziari di una parte del versante settentrionale dell'Apennino. Appunti per la geologia della provincia di Bologna. *Mem. d. Accad. d. Sc. d. Ist. di Bologna*, ser. 3a, VI, p. 587-624, 1 pl., 1876.

88. — Id. Gli strati a Congerie e le marne compatte mioceniche dei dintorni di Ancona. *Atti d. R. Accad. d. Lincei, Mem. d. Cl. di Sc. fis.*, ser. 3a, III, p. 139-162, 1 fig., pl. I-III, 1879.

89. — Id. Il calcare di Leitha, il Sarmatiano e gli strati a Congerie nei monti di Livorno, di Castellina Marittima, di Miemo e di monte Catini. Considerazione geologiche e paleontologiche. *Ibid.*, II, p. 275-291, 1878.

90. — Id. La formazione gessosa di Castellina Marittima e i suoi fossili. *Mem. d. Accad. d. Sc. d. Ist. di Bologna*, ser. 3a, IV, p. 525-603, pl. I-IX, 1874.

91. — Id. Gli strati a Congerie o la formazione gessoso-solfifera nella provincia di Pisa e nei dintorni di Livorno. *Atti d. R. Accad. d. Lincei, Mem. d. Cl. di Sc. fis.*, ser. 3a, V, p. 1-55, pl. I-IX, 1880.

92. — Dante Pantanelli. Monografia degli Strati pontici del Miocene superiore nell'Italia settentrionale e centrale. *Mem. d. R. Accad. di Sc. Lett. ed Arti di Modena, sez. di Sc.*, ser. 2a, IV, p. 127-234, 1 pl., 1886.

93. — Sigismondo de Bosniaski. Cenni sopra l'ordinamento cronologico degli strati terziarii superiori nei monti Livornesi. *Atti. d. Soc. Tosc. di Sc. Nat., P. V.*, I, CXIII-CXX, 1 fig. 1879.

94. — Id. La formazione gessosa-solfifera e il secondo piano mediterraneo in Italia. *Ibid., P. V.*, II, p. 90-100, 1 tabl., 1880.

95. — Carlo de Stefani. I terreni terziari della provincia di Roma. *Atti d. R. Accad. d. Lincei, Rendic. Cl. di Sc. fis.*, ser. 5a, XI, 1° sem., p. 508-513, 2° sem., p. 39-45, 70-74, 1902.

96. — Giuseppe Ponzi. I fossili del Monte Vaticano, *Ibid., Mem. d. Cl. di Sc. fis.*, ser. 2a, III, p. 925-959, pl. I-III, 1876.

97. — G. Seguenza. La formazione terziarie nella provincia di Reggio (Calabria). *Ibid.*, ser. 3a, VI, 446 p., 17 pl., 1880.

98. — J. W. Gregory. The Maltese Fossil Echinoidea, and their evidence on the correlation of the Maltese Rocks. *Trans. Roy. Soc. Edinb.*, XXXVI, p. 585-639, pl. I, II, 1891.

99. — A. Allemand-Martin. Aperçu sur la structure géologique de la péninsule du cap Bon (Tunisie). *C. R. Ac. Sc.*, CXLIX, p. 489-491, 1909.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

100. — A. Pomel. Sur le système de montagnes du Mermoucha et sur le terrain sahélien. *Ibid.*, XLVII, p. 852-855, 1858.

101. — Cotteau, Peron et Gauthier. Échinides fossiles de l'Algérie. X. Étages miocène et pliocène. 1 vol. in-8°, 275 p., 8 pl. Paris, 1891.

102. — Jules Welsch. Le Miocène dans les environs de Tiaret, département d'Oran (Algérie). *Bull. Soc.Géol. Fr.*, 3e sér., XIX, p. 414-425, 2 fig., 1891.

103. — E. Ficheur. Aperçu sommaire sur les terrains néogènes du Sahel d'Alger. *Ibid.*, 3e sér., XXIV, p. 973-981, 1 fig., 1897.

104. — Ch. Depéret. Réflexions au sujet des formations tertiaires d'Algérie visitées par la Société Géologique. *Ibid.*, 3e sér., XXIV, p. 1115-1124, 1897.

105. — L. Joleaud. Esquisse comparative des séries miocènes de l'Algérie et du Sud-Est de la France. *Ibid.*, 4e sér., VIII, p. 284-294, 1908.

106. — J. Savornin. Terrains miocènes d'une partie de la bordure sud de l'Atlas Tellien. Observations sur leur faune de Pectinidés. *Ibid.*, 4e sér., VIII, p. 316-321, 1908.

107. — A. Brives. Les terrains tertiaires du bassin du Chélif et du Dahra. *Thèses Fac. Sc. Lyon.* 1 vol. in 4°, 137 p., 6 fig., 11 pl. Alger, 1897.

108. — De Lamothe et Ph. Dautzenberg. Les gîtes fossilifères des marnes plaisanciennes du Sahel d'Alger. Catalogue des Mollusques qu'ils renferment. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., VII, p. 481-505, 1907.

109. — Louis Gentil. Sur les dépôts du détroit Sud-rifain. *C. R. Ac. Sc.*, CLII, p. 293-296, 1911.

110. — Louis Gentil et A. Boistel. Sur l'existence d'un remarquable gisement pliocène à Tétouan (Maroc). *Ibid.*, CXL, p. 1725-1727, 1905.

111. — Rudolf Hœrnes. Untersuchung der jüngeren Tertiärablagerungen des westlichen Mittelmeergebietes. *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Cl. I*, CXIV, p. 467-476; p. 637-660, 2 fig.; p. 737-763, 4 fig., 1905.

112. — Jaime Almera y Arturo Bofill y Poch. Reconocimiento del primer piso Mediterraneo en el Panadés seguido de cortes geológicos y de un cuadro estratigráfico de los depositos miocenicos de la Provincia. I. Descripcion y cortes locales de esta comarca. II. Monografía de los especies del género « Pecten » del Burdigalense superior y de una Lucina del Helveciense de las provincias de Barcelona y Tarragona. *Mem. d R. Acad. d. Ciencias y Artes de Barcelona*, 1896, XX, 60 p., 1 tabl., 7 pl. 1897. XX, 59 p., fig., 1 tabl., 7 pl.

113. — Id. Moluscos fosiles recogidos en los terrenos pliocenicos de Cataluña. Descripciones y figuras de las formas nuevas y enumeración de las encontradas en dichos yacimentos. *Bol. Mapa Geol. Esp.*, ser. 2a, IV, p. 1-223, pl. I-XIV, 1897.

114. — Carles Depéret. Observations sur les terrains néogènes de la région de Barcelone. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XXVI, p. 853 858, 1899.

115. — Arnould Locard. Description de la faune des terrains tertiaires moyens de la Corse. Description des Échinides par Gustave Cotteau. 1 vol. in-8°, 374 p., 17 pl. Paris-Lyon, 1877.

116. — Carlo Fabrizio Parona. Appunti per la paleontologia miocenica della Sardegna. *Boll. d. Soc. Geol. Ital.*, VI, p. 1-72, 1887.

117. — E. Mariani e C. F. Parona. Fossili tortoniani di capo S. Marco in Sardegna. *Atti d. Soc. Ital. di Sc. Nat.*, XXX, p. 101-187, 1887.

118. — C. F. Parona. Descrizione di alcuni fossili miocenici di Sardegna. *Ibid.*, XXXIV, p. 163-177, pl. III, 1892.

119. — G. Cotteau. Description des Échinides recueillis par M. Lovisato dans le Miocène de la Sardaigne. *Mém. Soc. Géol. Fr. Pal.*, n° 13, 56 p., 7 pl., 1895.

119 *bis*. — J. Lambert. Description des Échinides fossiles des terrains miocéniques de la Sardaigne. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, XXXIV, 72 p., 5 pl., 1907.

120. — A. Michalsky. Aperçu géologique de la partie sud-est du gouverne-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

ment de Kielce (en russe, résumé en franç.). *Bull. Com. Géol. St-Pétersb.*, VI, p. 351-419, 1887.

121. — Id. Sur la nature géologique de la chaîne de collines de Podolie, nommées « toltry » (en russe, résumé en franç.). *Ibid.*, XIV, p. 115-193, fig., 1 pl., 1895.

122. — Vincenz Hilber. Geologische Studien in den ostgalizischen Miocän-Gebieten. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XXVII, p. 193-330, 1882.

123. — N. Sokolow. Die Schichten mit Venus konkensis am Flusse Konka (en russe, résumé en all.). *Mém. Comité géol. de Russie*, IX, 5, 96 p., 5 pl., 1899.

124. — N. Androussow. Environs de Kertch. *Guide des excurs. du VIIe Congr. géol. intern.*, XXX, 16 p., 12 fig., 1 pl., 1897.

125. — Id. Die südrussischen Neogenablagerungen (eine kurze Uebersicht). *Verh. d. Russ.-kais. Miner. Ges.*, 2te Ser., XXXIV, p. 195-242, 2 fig., pl. V, 1896; XXXVI, p. 101-170, 1899; XXXIX, p. 337-495, pl. IX, 1902; XLIII, p. 289-449, pl. V, VI, 1905.

126. — Id. Geologische Untersuchungen im Kubanischen Gebiet zwischen dem Fl. Adagum und dem Kubanschen Liman (en russe, résumé en all.). *Arbeiten d. k. St. Petersb. Naturf. Ges.*, XXVIII, 5, p. 179-214, 1899.

127. — Id. Spuren der Paludinenschichten in Südrussland (en russe, résumé en all.). *Mém. de la Soc. des Natur. de Kieff*, XX, p. 385-425, pl. I, 1907.

128. — Id. Die fossilen Bryozoenriffe der Halbinseln Kertsch und Taman. 1 vol. in-4°, 88 p., 57 fig., 11 pl. Kieff, 1909-1911 (en cours).

129. — Id. Die Schichten von Cap Tchauda. *Annalen d. k. k. naturh. Hofmus.*, V, p. 66-76, 1 fig., pl. II, 1890.

130. — Id. Spuren « Levantinischer » Ablagerungen in Südrussland. *Centralbl. f. Miner.*, 1906, p. 413-415.

131. — A. E. Reuss. Die marinen Tertiärschichten Böhmens und ihre Versteinerungen. *Sitzungsber. d. math.-naturw. Cl. d. k. Akad. d. Wiss.*, XXXIX, p. 207-285, 8 pl., 1860.

132. — L. von Tausch. Ueber die krystallinen Schiefer- und Massengesteine, sowie über die sedimentären Ablagerungen nördlich von Brünn. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XLV, p. 265-494, 1895.

133. — E. Kittl. Die Miocän-Ablagerungen des Ostrau-Karwiner Steinkohlenrevieres und deren Faunen. *Annalen d. k. k. naturhist. Hofmus.*, II, p. 217-282, pl. VIII-X, 1887.

134. — Ferd. Roemer. Geologie von Oberschlesien. 1 vol. in-8°, XXXVI + 587 p., atlas 50 pl., cartes. Breslau, 1870.

134 *bis*. — Paul Oppenheim. Ueber das Miocän in Oberschlesien. *Zeitschr. d. D. geol. Ges., Monatsber.*, LIX, p. 43-54, 1907.

135. — A. E. Reuss. Die fossile Fauna der Steinsalzablagerung von Wieliczka in Galizien. *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss.*, LV, I, 166 p., 8 pl., 1867.

136. — Julian Niedzwiedzki. Ueber die Salzformation von Wieliczka und Bochnia, sowie die an diese angrenzenden Gebirgsglieder. 1 vol. in-8°, 232 p., 5 pl. Lemberg, 1884-1891.

137. — Id. Geologische Skizze des Salzgebirges von Wieliczka. *IX. Intern. Geol.-Kongr., Führer für die Exkursionen in OEsterreich*, III a, 8 p., 1 fig., 1903.

138. — Johann Holobek. Die geologischen Verhältnisse der Erdwachs- und Erdöllagerstätten in Boryslaw. *Ibid.*, III b, 10 p., 1 fig., 1 pl., 1903.

139. — Sabba Stefanescu. Étude sur les terrains tertiaires de Roumanie. Contribution à l'étude stratigraphique. *Thèses Fac. Sc. Paris*. 1 vol. in-4°, 180 p., 27 fig., 1 carte. Lille, 1897.

140. — Id. Études sur les terrains tertiaires de Roumanie. Contribution à l'étude des faunes sarmatiques, pontique et levantine. *Mém. Soc. Géol. Fr., Paléont.*, n° 15, 147 p., 5 fig., 11 pl., 1896.

141. — L. Mrazec, W. Teisseyre, Sava Athanasiu, etc. Congrès international

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

du Pétrole, 3e sess., Guide des Excursions. 1 vol. in-12, 294 p., 12 pl. Bucarest, 1907.

142. — W. Teisseyre. Ueber die Maeotische, Pontische und Dacische Stufe in den Subkarpaten der östlichen Muntenia. Allgemeiner Theil. *Anuarul Instit. Geol. al Romăniei*, II, p. 283-330, 1 fig., 2 tabl., 1 carte, 1909.

143. — Id. Beiträge zur neogenen Molluskenfauna Rumäniens, mit besonderer Berücksichtigung der Erdölgebiete der Subkarpaten. I. *Ibid.*, I, p. 215-261, 11 pl., 1907.

144. — L. Mrazec. L'industrie du pétrole en Roumanie. Les gisements de pétrole. 1 br. in-8°, 79 p., 5 tabl. Bucarest, 1910.

145. — Georges N. Zlatarski. La série miocène en Bulgarie (en bulgare, résumé en franç.). *Periodditchesko Spisanie*, LXVIII, p. 667-748, 1908.

146. — Anton Koch. Die Tertiärbildungen des Beckens der Siebenbürgischen Landestheile. II. Neogene Abtheilung. 1 vol. in-8°, 370 p., 50 fig., 3 pl. Budapest, 1900.

147. — G. Macovei. Basenul tertiar de la Bahna (en roumain, résumé en franç.). *Anuarul Inst. Geol. al Romăniei*, III, p. 57-164, 6 fig., pl. VI-XI, 1 carte, 1910.

148. — Rudolf Hoernes. Melongena Deschmanni nov. form. aus den aquitanischen Schichten von Moräutsch in Oberkrain nebst Bemerkungen über die geographische Verbreitung der lebenden Melongenidae. *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Kl.*, CXV, I, p. 1521-1547, 1 pl., 1906.

149. — Franz Schaffer. Der marine Tegel von Theben-Neudorf in Ungarn. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XLVII, p. 533-548, 7 fig., 1908.

150. — Th. Fuchs. Beiträge zur Kenntniss fossiler Binnenfaunen. *Ibid.*, XX, p. 343-364, 531-548, fig., pl. XIV-XVII, XX-XXII, 1870; XXIII, p. 19-26, pl. III-IV, 1873.

151. — M. Neumayr, Beiträge zur Kenntniss fossiler Binnenfaunen. *Ibid.*, XIX, p. 355-382, pl. XI-XIV, 1869.

152. — R. Hoernes. Sarmatische Conchylien aus dem Oedenburger Comitat. *Ibid.*, XLVII, p. 57-94, 2 fig., pl. II, 1897.

153. — Id. Die vorpontische Erosion. *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss., Mathem.-naturw. Cl.*, CIX, I, p. 813-857, 2 fig., 1900.

154. — Id. Ueber Limnocardium Semseyi Halav. und verwandte Formen aus den oberen pontischen Schichten von Königsgnad (Királykegye). *Ibid.*, CX, I, p. 78-94, 3 pl., 1901.

155. — Id. Congeria Oppenheimi und Hilberi, zwei neue Formen der Rhomboidea-Gruppe aus den oberen pontischen Schichten von Königsgnad (Királykegye), nebst Bemerkungen über daselbst vorkommende Limnocardien und Valanciennesien. *Ibid.*, CX, I, p. 206-235, 4 fig., 1 pl., 1901.

156. — Carl Gorjanović-Kramberger. Das Tertiär des Agramer Gebietes, *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XLVII, p. 549-566, 3 fig., 1897.

157. — Emerich Lörenthey. Die Pannonische Fauna von Budapest. *Palæontogr.*, XLVIII, p. 137-296, pl. IX-XXI, 1902.

158. — Spiridion Brusina. Die Fauna der Congerien-Schichten von Agram in Kroatien. *Beitr. z. Paläont. OEsterr.-Ung.*, III, p. 125-187, 1 fig., pl. XXVII-XXX, 1884.

159. — Id. Matériaux pour la faune malacologique néogène de la Dalmatie, de la Croatie et de la Slavonie, avec des espèces de la Bosnie, de l'Herzégovine et de la Serbie. 1 vol. gr. in-4°, XXI + 43 p., 21 pl. Zagreb-Agram, 1897.

160. — Id. Iconographia Molluscorum fossilium in tellure tertiaria Hungariae, Croatiae, Slavoniae, Dalmatiae, Bosniae, Herzegoviniae, Serbiae et Bulgariae inventorum. 1 vol. gr. in-4°, X p., 30 pl. Zagrabiae, 1902.

161. — M. Neumayr und C. M. Paul. Die Congerien- und Paludinenschichten Slavoniens und deren Faunen. Ein Beitrag zur Descendenz-Theorie. *Abh. d. k. k. geol. Reichsanst.*, VII, 3, 111 p., 10 pl., 1875.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

162. — Karl Alphons Penecke. Beiträge zur Kenntniss der Fauna der Slavonischen Paludinenschichten. *Beitr. z. Paläont. Œsterr.-Ung.*, III, p. 87-100, 1 tabl., pl. XV-XIX, 1883; IV, p. 15-44, pl. IX-X, 1884.

163. — L. Burgerstein. Geologische Untersuchungen im südwestlichen Theile der Halbinsel Chalkidike. *Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss*, *math.-naturw. Cl.*, XL, p. 321-327, 1 fig., 1880.

164. — Frank Calvert und M. Neumayr. Die jungen Ablagerungen am Hellespont. *Ibid.*, XL, p. 357-378, 2 pl., 1800.

165. — A. Bittner, M. Neumayr und Fr. Teller. Die geologischen Verhältnisse eines Theiles der ägäischen Küstenländer. *Ibid.*, XL, p. 379-415, 3 cartes, 1880.

166. — N. Andrussow. Kritische Bemerkungen über die Entstehungshypothesen des Bosporus und der Dardanellen. *Sitzungsber. d. Naturf. Ges. b. d. Univer. Jurjew*, XVIII, p. 378-400, 1900.

167. — Rudolf Hoernes. Die Bildung des Bosporus und der Dardanellen. *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien, math.-naturw. Kl.*, CXVIII, I, p. 693-758, 3 fig., 1909.

168. — Id. Ein Beitrag zur Kenntniss fossiler Binnenfaunen (Süsswasserschichten unter den sarmatischen Ablagerungen am Marmorameere). *Ibid.*, LXXIV, I, p. 7-34, 1 pl., 1877.

169. — Gorceix. Note sur l'île de Cos et sur quelques bassins tertiaires de l'Eubée, de la Thessalie et de la Macédoine. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., II, p. 398-403, 1874.

170. — Theodor Fuchs. Studien über die jüngeren Tertiärbildungen Griechenlands. *Denskschr. d. k. Akad. d. Wiss.*, *math.-naturw. Cl.*, XXXVII, p. 1-42, 32 fig., 5 pl., 1877.

171. — M. Neumayr. Ueber den geologischen Bau der Insel Kos und über die Gliederung der jungtertiären Binnenablagerungen des Archipels. XL, p. 213-314, 1 fig., 3 pl., 1880.

172. — Paul Oppenheim. Beiträge zur Kenntniss des Neogen in Griechenland, mit einer geologischen Einleitung von Alfred Philippson. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, XLIII, p. 421-487, 3 fig., pl. XXXVI-XXVIII, 1891.

173. — L. De Launay. Études géologiques sur la mer Égée. La Géologie des îles de Mételin (Lesbos), Lemnos et Thasos. *Annales des Mines*, 9e sér., XIII, p. 157-321, pl. I-IV, 1898.

174. — B. Nelli. Il Miocene medio di Dulcigno e Pistulj nel Montenegro. *Boll. d. Soc. geol. ital.*, XXIII, p. 149-157, 1 fig., 1904.

175. — Simonelli. Le sabbie fossilifere di Selenitza. *Ibid.*, XII, p. 552-558, 1893.

176. — H. Vetters. Geologie des nördlichen Albaniens. *Denkschr. d. math.-naturw. Kl. d. kais. Akad. d. Wiss.*, LXXX, p. 201-248, 10 fig., 1 carte, 1906.

177. — Joseph Partsch. Die Insel Korfu. Eine geographische Monographie. *Peterm. Mitteil.*, *Ergänzungsheft* no 88, 97 p., 1 carte, 1887.

178. — Th. Fuchs. Die Pliocänbildungen von Zante und Corfu. *Sitzungsber. d. math.-naturw. Cl. d. k. Akad. d. Wiss.*, LXXV, I, p. 309-362, 4 fig., 1 pl., 1877.

179. — L. Cayeux. Le Miocène moyen de l'île de Crète. *C. R. Ac. Sc.*, CLII, p. 637-639, 1911.

180. — Id. Existence du Pontique marin dans l'île de Crète. *Ibid.*, CLII, p. 981-984, 1911.

181. — Gejza von Bukowski. Der geologische Bau der Insel Kasos. *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss.*, *math.-naturw. Cl.*, XCVIII, I, p. 653-669, 1 pl., 1889.

182. — Id. Geologische Uebersichtskarte der Insel Rhodus. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XLVIII, p. 517-688, 1 carte, 1899.

183. — Id. Die levantinische Molluskenfauna der Insel Rhodus. *Denkschr. d. math.-naturw. Cl. d. k. Akad. d. Wiss.*, LX, p. 265-306, pl. I-VI, 1893; LXIII, p. 1-70, pl. VII-XI, 1895.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

184. — N. Andrussow. Beiträge zur Kenntniss des kaspischen Neogen, I. Aktschagylschichten (en russe, résumé en allem.). *Mém. du Comité géol.*, XV, 4, 153 p., 7 fig., 7 pl., 1902. II. Pontische Schichten des Schemachinischen Districtes. *Ibid.*, N. S., n° 40, 177 p., 10 fig., 6 pl., 1909.

185. — Id. Bericht über eine geologische Reise auf der Halbinsel Manghyschlak im Sommer 1907 (en russe, résumé en allem.). *Trav. de la Soc. Imp. des Natur. de St.-Pétersb.*, XXXV, 5, sect. de Géol. et Minér., p. 103-116, 1910.

186. — Albert Gaudry. Géologie de l'île de Chypre. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 2e sér., VII, n° 3, p. 149-314, 70 fig., pl. XXXVIII-XXXIX, 1 carte au 1/250 000, 1862.

187. — H. Abich. Ueber das Steinsalz und seine geologische Stellung im Russischen Armenien. *Mém. de l'Acad. Imp. des Sciences de St.-Pétersb.*, 6e sér., *Sc. math. et phys.*, VII, p. 59-151, 10 pl., 1857.

188. — Theodor Fuchs. Ueber die von Dr E. Tietze aus Persien mitgebrachten Tertiärversteinerungen. *Denkschr. d. math.-naturw. Cl. d. k. Akad. d. Wiss.*, XLI, p. 99-108, 6 pl., 1879.

189. — Fritz Noetling. Fauna of the Miocene beds of Burma. *Palaeont. Indica*, N. S., I. 3, 378 p., 25 pl., 1901.

190. — Theodor Fuchs. Beiträge zur Kenntniss der Miocaenfauna Aegyptens und der libyschen Wüste. *Palaeontogr.*, XXX, 1, p. 19-66, pl. VI-XXII, 1883.

191. — C. Depéret et R. Fourtau. Sur les terrains néogènes de la Basse-Égypte et de l'isthme de Suez. *C. R. Ac. Sc.*, CXXXI, p. 401-403, 1900.

192. — M. Blanckenhorn. Neues zur Geologie und Paläontologie Aegyptens. III. Das Miocän. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, LIII, p. 52-132, 15 fig., pl. II-III, 1901; IV. Das Pliocän und Quartärzeitalter in Aegypten ausschliesslich des Rothen Meergebietes. *Ibid.*, LIII, p. 307-502, 38 fig., pl. XIV-XV, 1901.

193. — Id. Das marine Miocän in Syrien. *Denkschr. d. math.-naturw. Cl. d. k. Akad. d. Wiss.*, LVII, p. 591-620, 4 fig., 1890.

194. — Robert Douvillé. Lépidocyclines et Cycloclypeus malgaches. *Annales de la Soc. R. Zool. et Malacol. de Belg.*, XLIV, p. 125-139, 16 fig., pl. V-VI, 1909.

194 *bis*. — M. Cossmann. Faune pliocénique de Karikal (Inde française). *Journ. de Conchyl.*, XLVIII, p. 14-69, pl. II-IV, 1900; L, p. 105-173, pl. III-VI, 1903; LVIII, p. 34-86, pl. II-V, 1911.

195. — K. Martin. Die Fossilien von Java, auf Grund einer Sammlung von Dr R. D. Verbeek bearbeitet. *Samml. d. geol. Reichsmus. in Leiden.* N. F., I, p. 1-386, pl. I-LIV, 1891-1910 (en cours).

196. — H. Icke en K. Martin. Over tertiaire en kwartaire vormingen van het eiland Nias. *Samml. d. geol. Reichs-Mus. in Leiden*, Ser. I, VIII, p. 204-252, pl. XIV-XVIII, 1907.

197. — Charles W. Andrews. A Monograph of Christmas Island (Indian Ocean). Physical features and Geology. 1 vol. in-8°, 337 p., 9 fig., 22 pl. London, 1900.

198. — Fr. Chapman. Notes on the Older Tertiary foraminiferal Rocks on the West-coast of Santo, New Hebrides. *Proc. Linn. Soc. of N. S. Wales*, p. 261-274, pl. V-VIII, 1905.

199. — William Healey Dall. Contributions to the Tertiary Paleontology of the Pacific Coast. I. The Miocene of Astoria and Coos Bay, Oregon. *U. S. Geol. Surv., Profess. Papers*, n° 59, 278 p., 14 fig., 23 pl., 1909.

199 *bis*. — E. Böse und Franz Toula. Zur jungtertiären Fauna von Tehuantepec. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, LX, p. 215-276, pl. XII-XIII, 1910.

200. — Gustav Steinmann. Beiträge zur Geologie und Palaeontologie von Südamerika. VIII. Die Tertiärbildungen des nördlichen Peru und ihre Molluskenfauna, von Josef Grzybowski. *N. Jahrb. f. Miner.*, Beil.-Bd. XII, p. 610-664, pl. XV-XX, 1899.

201. — Id. IV. Die Tertiärbildungen des nördlichen Chile und ihre Fauna.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

von W. Möricke und G. Steinmann. *Ibid.*, Beil-Bd. X, p. 533-612, 3 fig., pl. XI-XIII, 1896.

202. — Id. IX. Die Molluskenfauna und das Alter der Paraná Stufe, von A. Borchert *Ibid.*, Beil.-Bd, XIV, p. 171-245, pl. V-X, 1901.

203. — Arnold E. Ortmann. Reports of the Princeton University Expeditions to Patagonia, 1896-1899. IV, Paleontology. Tertiary Invertebrates, p. 48-332, pl. XI-XXXIX, 1901.

204. — G. Steinmann und Otto Wilckens. Kreide- und Tertiärfossilien aus den Magellansländern gesammelt von der Schwedischen Expedition 1895-1897. *Arkiv för Zoologi*, IV, n° 6, 118 p., 3 fig., 7 pl., 1908.

205. — Angelo Heilprin. Contributions to the Tertiary Geology and Paleontology of the United States. 1 vol. in-4°, 117 p., 1 pl. Philadelphia, 1884.

206. — William Healey Dall and Gilbert Dennison Harris. Correlation Papers. Neocene. *Bull. of the U. S. Geol. Surv.*, n° 84, 349 p., 43 fig., 3 pl., 1892.

207. — J. W. Gregory. Contribution to the Palaeontology and Physical Geology of the West Indies. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, LI, p. 255-312, 2 fig., pl. XI, 1895.

208. — R. J. Lechmere Guppy. On the Miocene Fossils of Haiti. *Ibid.*, XXXII, p. 516-532, pl. XXVIII-XXIX, 1876.

209. — Id. The Tertiary Microzoic Formations of Trinidad, West Indies. *Ibid.*, XLVIII, p. 519-540, pl. XXIII, 13 fig., 1907.

210. — A. J. Jukes Browne and J. B. Harrison. The Geology of Barbados. *Ibid.*, XLVII, p. 197-250, 9 fig., pl. IX, 1891; XLVIII, p. 170-225, 1 pl., 5 fig., 1892.

211. — John Burchmore Harrison. The Coral-Rocks of Barbados. *Ibid.*, LXIII, p. 318-337, pl. XXIII, 13 fig., 1907.

212. — J. Giraud. Sur l'âge des formations volcaniques anciennes de la Martinique. *C. R. Ac. Sc.*, CXXXV, p. 1377-1379, 1902.

213. — J. C. Purves. Esquisse géologique de l'île d'Antigoa. *Bull. Musée R. d'Hist. Nat. de Belg.*, III, p. 273-318, pl. XIV, 1885.

214. — J. Lorié. Fossile Mollusken von Curaçao, Aruba und der Küste von Venezuela. *Samml. d. geol. Reichs-Mus. Leiden.* Ser. 2, I, p. 141-149, pl. I-II, 1887.

215. — William M. Gabb. Description of Caribbean Miocene Fossils. Description of new species of fossils from the Pliocene clay beds between Limon and Moen, Costa Rica, together with notes on previously known species from there and elsewhere in the Caribbean area. *Journ. of the Acad. of Nat. Sc. of Philad.*, 2d ser., VIII, p. 337-380, pl. XLIV-XLVII, 1881.

215 *bis*. — Franz Toula. Eine jungtertiäre Fauna von Gatun am Panama-Kanal. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, LVIII, p. 672-760, 15 fig., pl. XXV-XXVIII, 1908.

216. — F. A. Pereira da Costa. Gasteropodes dos depositos terciaros de Portugal. *Commiss. du Serv. géol. du Portugal.* 252 p., 28 pl., 1866-1868.

217. — Id. Mollusques tertiaires du Portugal. Planches de Céphalopodes, Gastéropodes et Pélécypodes laissées par —; accompagnées d'une explication sommaire et d'une esquisse géologique par G. F. Dollfus, J. C. Berkeley Cotter et J. P. Gomes. *Ibid.*, IX + 120 p., 1 tabl., 1 portr., 28 pl., 1903-1904.

218. — Gustave F. Dollfus et J. C. Berkeley Cotter. Mollusques tertiaires du Portugal. Le Pliocène au nord du Tage (Plaisancien). I. *Ibid.*, XXI + 103 p., 6 fig., 9 pl., 1909.

219. — P. de Loriol Description des Échinides tertiaires du Portugal. *Ibid.*, 50 p., 13 pl., 1896.

220. — Frédéric Roman. Le Néogène continental dans la basse vallée du Tage (rive droite). *Ibid.*, 88 p., 9 fig., 5 pl., 1907.

221. — A. Boistel. Les fossiles néogènes du Maroc rapportés par M. Paul Lemoine. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., V, p. 201-208, 1 fig., 1905.

222. — Karl Mayer. Systematisches Verzeichniss der fossilen Reste von Madeira, Porto Santo und Santa Maria nebst Beschreibung der neuen Arten. 1 br. in-8°, VI + 107 p., 7 pl. Zürich, 1864.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

223. — J. C. Berkeley Cotter. Noticia de alguns fosseis terciarios do archipelago da Madeira, acompanhada de outra noticia de alguns molluscos terrestres fosseis do mesmo archipelago por Alberto A. Girard. *Communic. da Commiss. dos Trabalhos geol. de Portugal*, II, p. 232-254, 1892.

224. — Id. Noticia de alguns fosseis terciarios da ilha de Santa Maria no archipelago dos Açores. *Ibid.*, II, p. 255-287, 1892.

225. — A. Rothpletz und V. Simonelli. Die marinen Ablagerungen auf Gran Canaria. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, XLII, p. 677-736, 5 fig., pl. XXXV-XXXVI, 1890.

226. — A. G. Nathorst. Beiträge zur Geologie der Bären-Insel, Spitzbergens und des König-Karl-Landes. *Bull. of the Geol. Institution of the Univers. of Upsala*, X, p. 261-416, 97 fig., pl. XIV-XV, 1910.

227. — F. Johnstrup. Recherches sur les fossiles appartenant aux formations crétacée et miocène, sur la côte occidentale du Grönland. *Meddelelser om Grønland*, V, p. 219-232, 1882.

228. — J. C. Merriam. A Contribution to the Geology of the John Day Basin. *Univers. of Calif. Bull., Dep^t of Geol.*, II, p. 269-314, 1 fig., 3 pl., 1901.

229. — Id. The Occurence of Strepsicerine Antelopes in the Tertiary of Northwestern Nevada. *Ibid.*, V, p. 319-330, 1909.

230. — W. D. Scott. Fossil Mammals of the Tertiary of Northeastern Colorado. *Trans. of the Amer. Philos. Soc.*, N. S., XVIII, p. 55-185, 6 pl., 1895.

231. — W. D. Matthew. Fossil Mammals of the Tertiary of Northeastern Colorado. *Mem. of the Amer. Mus. of Nat. Hist.*, I, p. 355-447, 34 fig., 3 pl., 1901.

232. — W. D. Matthew and H. J. Cook. A Pliocene Fauna from Western Nebraska. *Bull. of the Amer. Mus. of Nat. Hist.*, XXVI, p. 361-414, 27 fig., 1909.

233. — J. W. Gidley. The Freshwater Tertiary of Northeastern Texas. American Museum Expeditions of 1899-1901. *Ibid.*, XIX, p. 617-635, 4 fig., 7 pl., 1903.

234. — J. Leidy. Description of Vertebrate Remains from Peace Creek, Florida. *Trans. of the Wagner Free Inst. of Sc. Philad.*, II, p. 19-31, 2 fig., 1889.

235. — H. Douvillé. Note sur la constitution du terrain tertiaire dans une partie du Gâtinais et de l'Orléanais. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., IV, p. 92-104, pl. II, 1876.

235 *bis*. — G. Dollfus et P. Gauchery. Notes nouvelles sur le calcaire de Montabuzard, près Orléans. *Ibid.*, 3e sér., XXVII, p. 21-27, 1 fig., 1899.

236. — H.-G. Stehlin. Notices paléomammalogiques sur quelques dépôts miocènes des bassins de la Loire et de l'Allier. *Ibid.*, 4e sér., VII, p. 525-550, 3 fig., 1908.

237. — Lucien Mayet. Étude des Mammifères miocènes des sables de l'Orléanais et des faluns de la Touraine. *Annales de l'Univers. de Lyon*, I, fasc. 24, 336 p., 100 fig., 12 pl., 1908.

238. — H. Filhol. Étude des Mammifères fossiles de Saint-Gérand-le-Puy (Allier). *Annales des Sc. géol.*, X, 3, 252 p., 30 pl., 1879; XI, 1, 86 p., 20 pl., 1881.

239. — Id. Études sur les Mammifères fossiles de Sansan. *Ibid.*, XXI, 319 pl., 46 pl., 1891.

240. — J. R. Bourguignat. Histoire malacologique de la colline de Sansan, précédée d'une notice géologique et suivie d'un aperçu climatologique et topographique de Sansan, à l'époque des dépôts de cette colline. *Ibid.*, XI, 5, 175 p., pl. XXV *bis*-XXXIV, 1881.

241. — Marcellin Boule. Le Cantal miocène. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, VIII, p. 213-248, 16 fig., 2 pl., 1896.

242. — Id. Géologie des environs d'Aurillac et observations nouvelles sur le Cantal. *Ibid.*, XI, p. 279-358, 33 fig., 2 pl., 1900.

243. — Ch. Depéret et H. Douxami. Les Vertébrés oligocènes de Pyrimont-Challonges (Savoie). *Mém. Soc. Pal. Suisse*, XXIX, 91 p., 7 fig., 1902.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

244. — Th. Studer. Die Säugethierreste aus den marinen Molasseablagerungen von Brüttelen. *Ibid.*, XXII, 47 p., 10 fig., 3 pl., 1896.

245. — H. G. Stehlin. Ueber die Grenze zwischen Oligocæn und Miocæn in der Schweizer Molasse. *Eclogæ Geol. Helv.*, VII, p. 360-365, 1903.

246. — Charles Depéret. Recherches sur la succession des faunes de Vertébrés miocènes de la vallée du Rhône. *Arch. du Mus. d'Hist. Nat. de Lyon*, IV, p. 45-313, 7 fig., pl. XII-XXV, 1887.

247. — Id. La faune de Mammifères miocènes de la Grive-Saint-Alban (Isère) et de quelques autres localités du bassin du Rhône. Documents nouveaux et revision générale. *Ibid.*, V, 2, 95 p., 4 pl., 1892.

248. — C. Depéret et G. Sayn. Monographie de la faune fluvio-terrestre du Miocène supérieur de Cucuron. *Annales de la Soc. Linn. de Lyon*, LXVII, p. 4-25, pl. I, 1900.

249. — Albert Gaudry. Animaux fossiles du Mont Léberon (Vaucluse). Étude sur les Vertébrés. Étude sur les Invertébrés par P. Fischer et R. Tournouer. 1 vol. in-4°, 180 p., 21 pl. Paris, 1873.

250. — Charles Depéret. Les Animaux pliocènes du Roussillon. *Mém. Soc. Géol. Fr., Pal.*, n° 3, 198, 1 tabl., 4 fig., 18 pl., 1890-1897.

251. — F. Delafond et C. Depéret. Les terrains tertiaires de la Bresse et leurs gîtes de lignites et de minerais de fer. *Études des gîtes minér. de la Fr.* 332 p., 58 fig., 1 carte, atlas de 19 pl., 1893.

252. — G. de Saporta et A. F. Marion. Recherches sur les Végétaux fossiles de Meximieux, précédées d'une introduction stratigraphique par Albert Falsan. *Arch. du Mus. d'Hist. Nat. de Lyon*, I, p. 131-335, pl. XXII-XXXVIII, 1 tabl., 1876.

253. — M. Schlosser. Notizen über einige Säugethierfaunen aus dem Miocän von Württemberg und Bayern. *N. Jahrb. f. Miner.*, Beil.-Bd. XIX, p. 485-502, pl. XXVI, 1904.

254. — Aug. Em. Reuss. Die fossilen Mollusken der tertiären Süsswasserkalke Böhmens. *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Cl.*, XLII, p. 55-85, 3 pl., 1860.

255. — Oscar Fraas. Die Fauna von Steinheim mit Rücksicht auf die miocenen Säugethier- und Vogelreste des Steinheimer Beckens. 1 vol. gr. in-4°, 54 p., 11 pl. Stuttgart, 1870.

256. — W. Branco und E. Fraas. Das kryptovulcanische Becken von Steinheim. *Abh. d. k. preuss. Akad. d. Wiss., phys.-math. Cl.*, 1905, 63 p., 10 fig., 2 pl.

257. — P. Menzel. Ueber die Flora der Senftenberger Braunkohlen-Ablagerungen. *Abh. d. k. Preuss. geol. Landesanst.*, N. F., n° 46, 177 p., 6 fig., 9 pl., 1906.

258. — Edouard Suess. Ueber die Verschiedenheit und die Aufeinanderfolge der tertiären Landfaunen in der Niederung von Wien. *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Cl.*, XLVII, p. 306-331, 1863.

259. — Charles Depéret. Ueber die Fauna von miocänen Wirbelthieren aus der ersten Mediterranstufe von Eggenburg. *Ibid.*, CIV, I, p. 395-416, 2 pl., 1895.

259 *bis*. — M. Vacek. Über Säugethierreste der Pikermifauna vom Eichkogel bei Mödling *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, L, p. 169-186, pl. VII-VIII, 1900.

260. — S. Athanasiu. Contribuțiuni la studiul faunei terțiare de Mamifere din Romănia (résumé en all.). *Annuarul Institut. Geol. al Romăniei*, I, p. 129-214, 12 pl., 1908; II, p. 379-435, 8 pl., 1909.

261. — Max Schlosser. Ueber Säugetiere und Süsswassergastropoden aus Pliocänablagerungen Spaniens und über die natürliche Grenze von Miocän und Pliocän. *N. Jahrb. f. Miner.*, 1907, II, p. 1-41, pl. I.

262. — Jaime Almera. Sobre la serie de Mamiferos fosiles descubiertos en Cataluña. *Mem. d. R. Acad. d. Ciencias y Artes d. Barcelona.* I, 1898.

263. — Marcel Chevalier. Note sur la « Cuencita » de la Seo de Urgel (pro-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

vince de Lerida, Espagne). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e ser., IX, p. 158-178. 5 fig., 1909.

264. — K. Ant. Weithofer. Ueber die tertiären Landsäugethiere Italiens (nach Reisenotizen). *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XXXIX, p. 55-82, 1889.

265. — Albert Gaudry. Animaux fossiles et géologie de l'Attique, d'après les recherches faites en 1855-56 et en 1860 sous les auspices de l'Académie des Sciences. 1 vol. in-4°, 476 p., 75 pl., 1 carte. Paris, 1862-1867.

266. — Anton Weithofer. Beiträge zur Kenntniss der Fauna von Pikermi bei Athen. *Beitr. z. Paläont. OEsterr.-Ung.*, VI, p. 223-292, pl. X-XIX, 1888.

267. — A. Smith Woodward. On the bone-beds of Pikermi, Attica, and on similar deposits in Northern Eubœa. *Geol. Mag.*, dec. 4, VIII, p. 481-486, 1901.

268. — Forsyth Major. Considérations nouvelles sur la faune des Vertébrés du miocène supérieur dans l'île de Samos. *C. R. Ac. Sc.*, CXIII, p. 608-610, 1891.

269. — Max Schlosser. Die fossilen Cavicornia von Samos. *Beitr. z. Paläont. u. Geol. OEsterr.-Ung.*, XVII, p. 21-118, 5 fig., pl. IV-XIII, 1904.

270. — O. Abel. Ueber einen Fund von Sivatherium giganteum bei Adrianopel. *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Cl.*, CXIII 1, p. 629-650, 3 fig., 1 pl., 1904.

271. — Alfred Rodler und Anton Weithofer. Die Wiederkäuer der Fauna von Maragha. *Denkschr. d. math.-naturw. Cl. d. k. Akad. d. Wiss.*, LVII, p. 753-772, 6 pl., 1890.

272. — R. de Mecquenem. Contribution à l'étude du gisement des Vertébrés de Maragha et de ses environs. *Délégation en Perse. Annales d'Hist. Nat. publ. sous la direct. de J. de Morgan.* I, Paléont., p. 27-79, 31 fig., pl. V-IX (fossiles), 1 pl. de vues, 3 cartes, 1908.

273. — Guy E. Pilgrim. The Tertiary and Post-Tertiary Freshwater Deposits of Baluchistan and Sind, with notices of new Vertebrates. *Rec. of the Geol. Surv. of India*, XXXVII, p. 139-166, pl. II-IV, 1908.

274. — Hugh Falconer and Proby T. Cautley. Fauna antiqua Sivalensis, being the fossil zoology of the Sewalik Hills, in the North of India. In-folio, 92 pl. London, 1846-1849.

275. — Hugh Falconer. Palæontological Memoirs and Notes of the late —, with a Biographical Sketch of the Author, compiled and edited by Charles Murchison. 2 vol. in-8°, LVI + 590 + XIV + 675 p., 16 + 9 fig., 34 + 38 pl. London, 1868.

276. — R. Lydekker. Indian Tertiary and Post-Tertiary Vertebrata. *Palæont. Ind.*, ser. X, I-III, XIX + 300 + XV + 363 + XXIV + 264 p., 23 + 24 fig., 46 + 45 + 37 pl., IV (en cours); 1880 —.

277. — Ernst Koken. Ueber fossile Säugethiere aus China, nach den Sammlungen des Herrn Ferdinand Freiherrn von Richthofen bearbeitet. *Paläont. Abhandl.*, III, 2, 86 p., 5 fig., 7 pl., 1885.

278. — Max Schlosser. Die fossilen Säugethiere Chinas nebst einer Odontographie der recenten Antilopen. *Abh. d. math.-naturw. Cl. d. K. Bayer. Akad. d. Wiss.*, XXII, p. 1-221, 32 fig., 14 pl., 1903.

279. — Ch. Depéret. Découverte du Mastodon angustidens dans l'étage Cartennien de Kabylie. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XXV, p. 518-521, pl. XIX, 1897.

280. — Albert Gaudry. Quelques remarques sur les Mastodontes à propos de l'animal du Cherichira. *Mém. Soc. Géol. Fr., Paléont.*, n° 8, 6 p., 2 pl., 1891.

281. — Philippe Thomas. Recherches stratigraphiques et paléontologiques sur quelques formations d'eau douce de l'Algérie. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., III, 57 p., 1 tabl., 3 fig., pl. VII-X, 1884.

282. — Colonel Jullien et Henri Douvillé. Sur les couches lacustres de la province de Constantine. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., IX, p. 11-12, 1909.

283. — M. Boule. Sur quelques Vertébrés fossiles du sud de la Tunisie. *C. R. Ac. Sc.*, CL, p. 812-813, 1910.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

284. — Chas. W. Andrews. Fossil Mammalia from Egypt. *Geol. Mag.*, N. S., dec. IV, VI, p. 481-484, pl. XXIII, 1899; VII, p. 401-403, 1900.

285. — Id. Note on a Pliocene Vertebrate Fauna from the Wadi Natrun, Egypt. *Ibid.*, N. S., dec. IV, IX, p. 432-439, 1 fig., pl. XXI, 1902.

286. — Ernst Stromer. Fossile Wirbeltier-Reste aus dem Uadi Fâregh und Uadi Natrûn in Ägypten. *Abh. herausg. v. d. Senckenb. Naturf. Ges*, XXIX, p. 97-132, 3 fig., pl. XX, 1907.

286 *bis*. — Vicomte du Bourg de Bozas. D'Addis-Abbabá au Nil par le lac Rodolphe. *La Géographie*, VII, p. 91-112, pl. I, 1903.

287. — William J. Sinclair, William B. Scott. Mammalia of the Santa Cruz Beds. *Rep^ts of the Princeton Univers. Exped. to Patagonia, 1896-1899*, IV, 3, p. 333-460, 9 fig., pl. XL-LXL; V, p. 1-499, 49 fig., pl. I-LXXI; 1903-1906.

288. — Munier-Chalmas. Observations sur les mers préméditerranéennes et sur la formation de la Méditerranée. 1 br. in-18, 8 p. Paris, chez l'auteur, 1890.

289. — Émile Haug. Structure géologique du Sud de l'Espagne et relations avec les régions voisines. In Louis Olivier, Notes sur l'Espagne méridionale, p. 7-18, 1 fig. Paris, 1905.

290. — Louis Gentil. Sur la formation du détroit Sud-Rifain. *C. R. Ac. Sc.*, CLII, p. 415-418, 1911.

291. — A. Michel Lévy. Situation stratigraphique des régions volcaniques de l'Auvergne. La chaîne des Puys. Le Mont-Dore et ses alentours. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XVIII, p. 688-844, 63 fig., pl. XIX-XXIV, 1891.

292. — Marcellin Boule. Les volcans de la France centrale. *Livret-guide VIIIe Congr. géol., intern.*, X, 36 p., 28 fig., 3 pl., 1900.

293. — Ph. Glangeaud. Les régions volcaniques du Puy-de-Dôme. 1re partie *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, XIX, p. 199-378, 73 fig., 3 pl., 1909.

V. aussi : 0, 1, 5, 7, 9, 14, 15, 22; X, 16; XII, 12; XXI, 2; XXII, 9; XXXIV, 5, 57; XXXVI, 53, 54; XXXVII, 43, 50 *ter*, 59 *bis*, 75; XXXVIII, 34, 37, 45, 46, 61, 62, 308, 377; XXXIX, 28, 29, 69 *bis*, 105, 112, 125, 135, 175, 202, 238, 241, 242, 270, 270 *bis*, 274, 286, 292, 304, 306, 308, 309, 316-320, 322, 329, 336, 342, 342 *bis*, 362, 364, 390, 396, 399.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

CHAPITRE XLI

PÉRIODE QUATERNAIRE

1° Caractères généraux : Caractères paléontologiques. — Principaux faciès. — Délimitation et subdivisions.
2° Répartition géographique et principaux types : Europe septentrionale. — Europe occidentale et centrale en dehors des limites des glaciations scandinave et alpine. — Chaîne des Alpes. — Pourtour de la Méditerranée occidentale. — Europe orientale. — Formations glaciaires en dehors de l'Europe. — Formations continentales non glaciaires en dehors de l'Europe. — Formations marines en dehors de l'Europe.
3° Résultats généraux : Résultats paléogéographiques. — Climats et période glaciaire. — Mouvements orogéniques et épirogéniques. — Phénomènes volcaniques.

Le terme de *Quaternaire* fut introduit dans la science par Desnoyers [1] en 1829 pour désigner les terrains les plus récents qui entrent dans la composition de l'écorce terrestre. Il y faisait rentrer, il est vrai, des formations continentales, telles que les sables d'Eppelsheim, dont l'âge néogène ne fait aucun doute, et des formations marines, telles que les faluns de Touraine, qui sont dans le même cas, et les crags d'Angleterre, dont la partie supérieure tout au moins a des affinités incontestables avec les formations marines récentes.

Plus tard l'acception du Quaternaire fut restreinte, notamment par Morlot [2], aux terrains qui font suite au Pliocène. Cet auteur proposa ensuite la forme grammaticalement plus correcte de *Quartaire*, employée surtout en Allemagne. Concurremment Ch. Lyell avait, dès 1839, introduit le nom peu euphonique et tout à fait incorrect de *Pleistocène*[1] ou *Plistocène*, pour les mêmes terrains, mais, dans ses ouvrages ultérieurs, il renonçait à son emploi et se

1. De πλειστος, plus nombreux, et καινος, récent. Dans la pensée de Lyell, ce nom ne s'appliquait pas aux *formations actuelles*, dont P. Gervais a fait plus tard le terrain *holocène*, de ὁλος, entièrement, et καινος, récent.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

servait du terme de *Post-Tertiaire*, qui comprenait à la fois le *Post-Pliocène* et le terrain *Récent*. En Allemagne, on fait encore fréquemment usage du nom de *Diluvium*, introduit par Buckland en 1823, terme qui a le tort d'évoquer l'idée du déluge biblique, auquel on attribuait autrefois l'origine des terrains quaternaires.

La dénomination de *période Glaciaire*, proposée par K. Schimper en 1837 dans une réunion de savants, conviendrait fort bien à la période Quaternaire, si on n'avait pas pris l'habitude de l'employer dans un sens très restreint et si on ne distinguait pas aujourd'hui, dans le Quaternaire, une série de périodes glaciaires successives, séparées par des périodes interglaciaires.

1° CARACTÈRES GÉNÉRAUX

Caractères paléontologiques. — Si l'on cherche à caractériser la période Quaternaire par sa flore et par sa faune [5], il faut naturellement faire abstraction de la faune et de la flore actuelles. On constate tout d'abord qu'aucune classe, aucun ordre et, pour les Plantes, aucune famille, ne fait son apparition au cours de la période. Toutes les grandes subdivisions sont déjà représentées au Néogène. D'autre part, l'absence, dans les dépôts quaternaires, de nombreux éléments de la flore et de la faune actuelles tient évidemment à la difficulté de leur conservation à l'état fossile et à de grandes lacunes dans nos connaissances.

Contrairement à ce que l'on a dit souvent, le Quaternaire, tel qu'il est délimité dans cet ouvrage, est nettement séparé du Néogène par l'apparition brusque de plusieurs genres inconnus dans le Néogène, au moins en Europe, en particulier, parmi les Mammifères, *Elephas*, *Equus*, *Bos*. Il convient d'y ajouter l'Homme, dont l'apparition a été fréquemment considérée comme une raison suffisante de mettre la période Quaternaire à part, en dehors de l'ère Tertiaire. Cependant on ne connaît en Europe aucun indice de la présence de l'Homme avant le Quaternaire moyen, et l'attribution au Quaternaire ancien de restes humains, trouvés, par exemple, dans l'Amérique du Sud, est encore contestée.

Le nombre des grandes divisions représentées dans la faune Quaternaire et aujourd'hui éteintes est extrêmement restreint et il se réduit en somme à quelques groupes de Marsupiaux australiens, à quelques familles d'Édentés sudaméricains et aux sous-ordres, également sudaméricains, des Litopternés, des Toxodontes et des Typothériens. Si on n'envisage que les faunes paléarctiques, on constate

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

qu'un certain nombre de genres du Quaternaire ont aujourd'hui disparu, leur extinction remontant soit à une époque assez reculée de la dernière période géologique, soit à une date très récente. Quelques-uns sont des survivants du Néogène, comme, par exemple, *Trogontherium* et *Prolagus* parmi les Rongeurs, *Machærodus* parmi les Carnivores, *Mastodon* parmi les Proboscidiens. Ce dernier genre ne se rencontre plus en Europe que tout à fait à la base du Quaternaire, tandis qu'en Amérique il a vécu plus longtemps.

Le nombre des genres paléarctiques éteints, dont les restes se trouvent exclusivement dans des dépôts quaternaires, est extrêmement restreint. On ne peut guère citer, parmi les Mammifères, qu'*Elasmotherium*, Rhinocérotidé qui vivait, au Quaternaire moyen, dans les steppes de la Russie méridionale et de la Sibérie, et *Pithecanthropus*, du Quaternaire inférieur de Java, que l'on attribue maintenant assez généralement aux Hominiens.

L'extinction d'un grand nombre de genres est de date toute récente et remonte même, pour certains, à l'époque historique. On peut citer, dans l'Amérique du Sud, le curieux Édenté *Neomylodon* (ou *Grypotherium*), trouvé, avec ses poils et ses excréments, dans la grotte d'Ultima Esperanza, en Patagonie; à Madagascar, les grands Lémuriens et l'*Æpyornis;* à l'île Maurice, le Dronte (*Didus ineptus*); dans la Nouvelle-Zélande, le Moa (*Dinornis*) et d'autres Oiseaux aptères; sur les côtes des îles Aléoutiennes, un Sirénien, *Rhytina Stelleri*. Tous ces animaux semblent avoir été détruits par l'intervention de l'Homme.

Plus qu'à aucune autre époque géologique les migrations jouent un rôle capital dans la répartition des faunes et des flores. Elles sont essentiellement sous la dépendance du climat, qui a subi, au Quaternaire, des vicissitudes toutes spéciales. Si l'on envisage un lieu déterminé, dans l'Europe centrale, par exemple, on constate qu'il a été occupé, au cours de l'époque Quaternaire, par des faunes et des flores dont les éléments caractéristiques se retrouvent tantôt dans des régions à climat plus chaud que le climat actuel, tantôt dans des régions arctiques, à climat très rigoureux.

Ainsi, certains dépôts de l'Europe centrale renferment des Végétaux qui ne vivent plus actuellement à la même latitude et qui font partie de la flore de l'Europe méridionale. Inversement, on trouve, dans des dépôts quaternaires de l'Allemagne du Nord et du Sud de la Scandinavie, des restes de Végétaux arctiques, tels que *Betula nana* et *Salix herbacea*, associés à *Dryas octopetala*, Rosacée confinée aujourd'hui dans les régions alpines.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Certaines faunes du Quaternaire, que pour cette raison on a appelées des « faunes chaudes », sont caractérisées par la présence de l'Hippopotame, qui est refoulé aujourd'hui dans l'Afrique tropicale. D'autres faunes, qualifiées de « faunes froides », indiquent l'établissement d'un climat beaucoup plus rigoureux que le climat actuel dans toute l'Europe centrale et jusque dans l'Europe méridionale [7-9]. C'est ainsi que plusieurs éléments de la faune actuelle des toundras (p. 49), tels que le Glouton (*Gulo luscus*), le Lemming à collier (*Myodes torquatus*), le Lièvre des neiges (*Lepus variabilis*), le Bœuf musqué (*Ovibos moschatus*), sont connus jusqu'en France, quelques-uns même jusqu'au pied des Pyrénées. Deux grands Mammifères, le Mammouth (*Elephas primigenius*) et *Rhinoceros tichorhinus*, que leur toison laineuse préservait particulièrement bien du froid, se rencontrent encore plus au sud, jusqu'en Italie et jusqu'en Espagne.

L'étude des flores et des faunes quaternaires conduit donc avant tout à préciser, pour chaque phase de la dernière période géologique, l'aire de répartition des diverses espèces. Elle ne permet que tout à fait exceptionnellement de suivre, dans une succession de dépôts, la série des modifications qu'a subies une espèce au cours de la période.

Il en est de même pour l'Homme. Les races se succèdent dans une région, sans présenter entre elles aucun lien génétique. Ici aussi, les études détaillées tendent à préciser l'époque des migrations et les limites de l'extension géographique des divers types. Souvent plusieurs races ont coexisté dans des régions voisines, voire dans une même station.

Ce qui est vrai des faunes continentales l'est aussi, au même degré, des faunes marines. Ainsi, dans la Méditerranée, les faunes du début de la période renferment un certain nombre d'espèces qui vivent actuellement dans les régions boréales. Leur présence indique un abaissement considérable de la température des eaux, par comparaison avec celle qui régnait à l'époque du Néogène supérieur. Plus tard, au contraire, on ne rencontre plus d'éléments septentrionaux et la faune comprend un certain nombre d'espèces qui, aujourd'hui, ont disparu de la Méditerranée et vivent sur les côtes du Sénégal et même plus au sud. La Baltique a été le théâtre de vicissitudes analogues.

Principaux faciès. — La notion de faciès, telle qu'elle est définie dans cet ouvrage, ne trouve guère son application, dans l'étude des dépôts quaternaires, que lorsqu'il s'agit de grouper les formations

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

marines. Pour ce qui est des formations continentales, la présence de fossiles dans les sédiments est trop souvent due à des circonstances fortuites — charriage par les eaux, transport par les vents, etc. — pour que l'on puisse saisir un lien direct entre la nature des sédiments et les conditions qui président à la distribution des organismes. Nous ferons donc intervenir en première ligne, dans le groupement des diverses formations, les conditions génétiques [10].

Les *formations marines* du Quaternaire appartiennent exclusivement aux deux catégories des formations littorales et des formations néritiques. Les changements survenus dans la distribution des terres et des mers ont été, en effet, peu considérables, depuis la fin du Néogène: nulle part les formations bathyales et, à plus forte raison, les formations abyssales n'ont été ramenées, par des mouvements orogéniques, au-dessus du niveau de la mer.

Les *formations littorales* ont échappé, plus souvent que celles des périodes géologiques antérieures, à l'action destructrice des vagues ou des agents atmosphériques. Elles se présentent sous la forme de cordons de gravier, quelquefois cimentés en poudingues, de sables coquilliers, souvent véritables faluns, que l'on a décrits sous le nom de *plages soulevées*, qui préjuge leur origine. Elles marquent le niveau qu'occupait la mer, autrement dit les anciennes *lignes de rivage*, dont la présence est révélée, en l'absence de dépôts, par des excavations, dues à l'action des vagues ou par des trous creusés par des Mollusques lithophages, qui occupent, au moins sur une certaine longueur, un niveau constant au-dessus du niveau actuel de la mer.

On sait que les déplacements des lignes de rivage ont été attribués tantôt à des mouvements eustatiques du niveau des mers, tantôt à des oscillations du sol, résultant de mouvements orogéniques ou épirogéniques (v. p. 498-509). L'étude détaillée des formations marines du Quaternaire nous permettra de choisir entre ces deux hypothèses.

Les *formations néritiques* jouent, parmi les dépôts marins du Quaternaire, un rôle plus important qu'on ne l'avait cru tout d'abord. Des sables coquilliers, des argiles déposées à de faibles profondeurs, des calcaires à *Lithothamnium* couvrent souvent des étendues assez considérables et ont certainement pris naissance à une grande distance de l'ancien rivage. Dans les régions tropicales, des récifs coralliens, datant de l'époque Quaternaire, sont aujourd'hui soulevés au-dessus du niveau de la mer et parfois ont été entièrement transformés en dolomie.

Les *formations lagunaires* et *lacustres* prennent un grand développement dans les cas où des mers intérieures se sont trouvées entièrement séparées des océans, ce qui a eu lieu pour la mer Noire, ou bien ont été entièrement dessalées par des fleuves, sans que l'apport d'eau de mer ait pu compenser l'abaissement de la salinité, comme cela s'est produit pour la mer Caspienne. La faune de ces grands lacs a conservé alors un certain nombre d'éléments marins et peut être qualifiée de résiduelle. Dans les dépôts des lacs continentaux, on observe, par contre, un mélange d'espèces lacustres, fluviatiles et terrestres, ces dernières entraînées par les crues des cours d'eau tributaires.

Parmi les *formations continentales* du Quaternaire, ce sont les *formations glaciaires* qui, de tout temps, ont le plus attiré l'attention des géologues. Il est inutile de décrire ici à nouveau la *moraine de fond* constituée par du *boulder*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

clay ou argile à blocaux, les *moraines marginales*, les *drumlins*, les *âsar*. Il suffira de renvoyer à ce qui en a été dit précédemment (p. 453-456). Pour le surplus, de nombreux exemples nous familiariseront avec ces formes diverses d'accumulations détritiques témoignant du passage des glaciers. Il est inutile également de revenir sur ce que l'on a appelé *formations interglaciaires* (v. p. 465).

Nous rappellerons que les *formations fluvio-glaciaires* constituent le passage des formations glaciaires aux formations fluviatiles déposées par les eaux de fonte du glacier (fig. 178).

Les *formations fluviatiles* comprennent les *alluvions* déposées par les eaux courantes. Ce sont des *cailloutis* ou des *graviers*, lorsque le régime du cours d'eau est torrentiel, des *sables* ou des *vases*, lorsque la pente n'est plus assez forte pour permettre au fleuve d'entraîner des matériaux d'un calibre élevé. Les *lignites* et les *tourbes* quaternaires sont presque toujours en relation avec des dépôts argileux ou sableux d'origine fluviatile.

Parmi les *formations éoliennes*, la plus répandue est le *lœss* [8, 11-13], qui, à l'état non altéré, est une roche gris jaunâtre, meuble, poreuse, perméable et dépourvue de plasticité. Il est constitué par des grains de silice extrêmement fins et par du carbonate de chaux très divisé. Il est très pauvre en argile. Une décalcification partielle donne lieu à la concentration du calcaire et à la formation de concrétions allongées et branchues, connues sous le nom de « poupées du lœss » (« Lösskindel »). Une décalcification plus complète produit un limon que l'on désigne alors sous le nom de *lehm*, mais qu'il importe de ne pas confondre avec les limons dus au ruissellement sur les pentes, qui doivent d'ailleurs souvent leur origine au remaniement du lœss lui-même. Le lœss recouvre indistinctement les terrains les plus variés, sans présenter de variations qui soient en relation avec la nature de ces terrains. Il est donc impossible de l'envisager comme un produit autochtone de désagrégation et de ruissellement. On l'a assimilé quelquefois aux limons déposés par les grands fleuves au moment de leurs crues; mais l'absence presque complète de stratification dans le lœss typique et sa présence à des altitudes fort élevées au-dessus du fond des vallées constituent des arguments très sérieux contre cette interprétation, qui perd tous les jours des adhérents. Dans la théorie éolienne, proposée dès 1873 par le baron de Richthofen [XXXI, 16], à la suite de ses observations dans le Centre de la Chine (fig. 159), on considère le lœss comme une accumulation de poussières résultant de la désagrégation de roches diverses et transportées par le vent. Ce mode de formation suppose un climat sec et une végétation de steppe, dont l'existence est confirmée par la faune [8]. On voit d'ailleurs souvent le lœss proprement dit passer latéralement à des sables de dunes ou se charger de galets à facettes façonnés par le vent (p. 395, pl. L, 6, 7). D'autre part, le lœss est fréquemment localisé sur les versants situés à l'abri du vent, et la distribution des coquilles qu'il renferme est extrêmement inégale. Sa faune comprend surtout des Mollusques terrestres, qui appartiennent principalement à trois espèces très répandues dans tous les gisements de l'Europe : *Pupa muscorum*, *Succinea oblonga*, *Helix hispida*. Les Mollusques d'eau douce ne se trouvent que dans certains lœss très sableux, cantonnés dans le fond des vallées et qui forment souvent le soubassement du lœss proprement dit. Le lœss recouvre de grandes surfaces dans l'Europe centrale, dans l'Amérique du Nord, dans les Pampas de la République Argentine, en Perse, en Chine, etc. Partout il se retrouve avec des caractères à peu près identiques.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Presque toutes les formations dont il vient d'être question sont susceptibles de présenter un *faciès d'altération*, consistant en une décalcification superficielle, accompagnée d'une oxydation des sels de fer. La surface des cailloutis est alors rubéfiée et le produit de cette altération a reçu localement les noms de *diluvium rouge*, de *ferrello*, etc.

Sur les pentes il se forme des *limons de ruissellement*, accompagnés de lits minces de cailloutis à éléments anguleux, des éboulis, des dépôts de sources d'origine chimique, etc. Ces derniers, les *tufs calcaires* ou *travertins*, acquièrent un grand intérêt paléontologique en raison des coquilles de Mollusques terrestres et des débris de Végétaux qu'ils renferment presque toujours et qui jettent une vive lumière sur le climat de l'époque. Ils ont pris naissance, en général, pendant des phases chaudes ou tempérées du Quaternaire.

Les éboulis sont fréquemment cimentés par des incrustations calcaires et peuvent alors renfermer les mêmes restes organiques que les tufs, avec, en outre, des ossements de Vertébrés. Le remplissage des cavernes [14] est souvent partiellement formé de pareilles *brèches osseuses*, mais ici le ciment est presque toujours une argile rouge de décalcification. Des croûtes calcaires d'origine stalagmitique recouvrent ces brèches ou y forment des intercalations. On rencontre en outre, dans certaines cavernes, des couches de cailloux roulés déposées par des cours d'eau souterrains, plus rarement par la rivière qui coule dans la vallée, au moment d'une de ses crues.

Les ossements que l'on rencontre dans les cavernes sont tantôt les restes d'Animaux qui y ont vécu, tantôt des débris de cuisine accumulés par l'Homme. Celui-ci a laissé en outre, comme preuves de sa présence, des outils en silex, en os, etc., ou des couches remplies de parcelles de charbon, que l'on qualifie de *foyers*.

Les débris de cuisine forment quelquefois, en dehors des cavernes, des amas considérables (*Kjökkenmöddinger*), que l'on a pu confondre avec d'anciennes plages, tant les coquilles y sont abondantes.

Délimitation et subdivisions. — Il n'est aucun terrain dont la délimitation et la classification aient été l'objet d'autant de divergences entre les auteurs que le Quaternaire. La cause doit en être cherchée dans les points de vue extrêmement variés auxquels on s'est placé, et surtout dans le fait qu'ici les transgressions marines ne jouent plus qu'un rôle tout à fait secondaire dans l'établissement des coupures stratigraphiques.

Limite inférieure. — On lit dans un Traité classique entre tous [0, 1] que « l'ère moderne ou quaternaire est caractérisée par l'apparition de l'homme sur le globe ». Si l'on fait entrer en ligne de compte ce critérium, on est conduit à placer la limite inférieure du Quaternaire à la base des couches qui renferment les premiers restes de l'Homme fossile, et alors on constate que celles-ci sont postérieures aux premières périodes glaciaires, voire, en Europe tout au moins, au maximum d'extension du grand glacier scandinave. Pourtant, par définition, cette période d'extension maximum a toujours été attribuée au Quaternaire et, si l'on s'est décidé à ranger dans le Néogène supérieur ou Pliocène [0, 1, 4, 6, 7] les deux premières glaciations, c'est que l'on a supposé qu'elles sont contemporaines d'une faune conti-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

nentale qui, par ses caractères archaïques, peut à la rigueur encore être attribuée à l'ère Tertiaire. Mais, en examinant de plus près cette faune, on s'aperçoit que les genres « pliocènes », loin d'être prédominants, sont au contraire refoulés à l'arrière-plan par des types nouveaux d'origine asiatique, qui apparaissent brusquement dès le *Villafranchien*. Ces immigrés sont les genres *Elephas*, *Equus* et *Bos*. Leur introduction soudaine dans la faune européenne constitue un événement assez important pour justifier l'établissement d'une coupure de premier ordre. Aussi placerons-nous à la base du Quaternaire le Villafranchien, qui est caractérisé par la coexistence de *Mastodon arvernensis* et d'*Elephas meridionalis* [15]. C'est le niveau des brèches de Perrier (Puy-de-Dôme), des sables à Mastodontes du Puy, des sables de Chagny (Saône-et-Loire), des couches supérieures du val d'Arno (Toscane), etc. Le crag de Norwich et le *Calabrien* de l'Italie méridionale constituent des équivalents marins de ces formations continentales.

On pourrait invoquer contre l'attribution de ces couches marines au Quaternaire le fait qu'en Calabre et en Sicile le Calabrien est concordant avec le Plaisancien et l'Astien et qu'il représente le terme final d'un cycle de sédimentation complet, tandis qu'il supporte en discordance le Sicilien. Or, si l'on faisait intervenir dans les classifications stratigraphiques les séries sédimentaires de l'Europe méridionale, on se trouverait conduit, comme il a été dit maintes fois dans cet ouvrage, à modifier toutes les délimitations classiques, basées sur les séries du Nord. Par contre, nous avons de bonnes raisons stratigraphiques et paléontologiques de placer une coupure de premier ordre à la base du crag de Norwich. C'est à ce niveau que les Mollusques d'origine boréale deviennent prédominants dans la faune, et c'est également au Calabrien qu'ils font leur apparition dans la Méditerranée. L'introduction simultanée des éléments froids dans les mers du Nord et du Sud de l'Europe correspond à un abaissement brusque de la température, qui paraît coïncider assez exactement avec la plus ancienne des quatre extensions glaciaires.

Limite supérieure. — C'est en vain que l'on cherche, dans les ouvrages classiques, un critérium géologique permettant de préciser la limite supérieure du Quaternaire. La fin de la période glaciaire ne peut fournir cette limite, à cause des récurrences multiples qui ont suivi, jusqu'à une époque relativement récente, le début de la phase de retrait de la dernière glaciation. Généralement on place la période Paléolithique dans le Quaternaire et l'on fait débuter la période actuelle par le Néolithique, mais c'est là un critérium archéologique et non géologique. Il y a eu, d'ailleurs, dans la région de la mer Baltique, des événements géologiques si importants, à des époques postérieures au Néolithique, qu'il est impossible de ne pas en joindre l'étude à celle des temps quaternaires. Aussi paraît-il logique de comprendre la période actuelle dans la période Quaternaire, sans même en exclure les temps historiques. C'est à cette solution que nous nous arrêterons.

Subdivisions basées sur les dépôts marins. — Aucune région ne nous fournit une succession complète de dépôts marins correspondant à toute la période Quaternaire. Ceux des étages qui ont été créés pour des termes marins appartiennent exclusivement à la partie inférieure du système et l'on essaie de les étendre d'un bassin à un autre. Ainsi les étages *Icénien*, *Chillesfordien*, *Weybournien*, *Cromerien*, que l'on a distingués dans le Quaternaire inférieur du Sud-Ouest de l'Angleterre, n'ont plus aucune application — sauf le dernier, qui est fluvio-marin — en dehors du bassin de la mer du Nord.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

D'autre part, les deux étages *Calabrien* et *Sicilien*, séparés par une discordance, qui représentent le Quaternaire inférieur dans les bassins méditerranéens, ne peuvent que difficilement trouver leur emploi dans d'autres régions.

Les argiles à *Yoldia arctica*, qui constituent un niveau très important, dans les régions baltiques, au sommet du Quaternaire moyen, se retrouvent, dans des conditions analogues, de l'autre côté de l'Atlantique, où elles ont été décrites sous le nom de *couches de Champlain*. Par contre, les couches à *Strombus bubonius*, que l'on attribue également au Quaternaire moyen, sont connues jusqu'ici exclusivement sur les bords de la Méditerranée.

Les divisions que l'on a établies dans les dépôts marins et lacustres du Quaternaire supérieur du bassin de la Baltique n'ont qu'une valeur locale.

Subdivisions basées sur les formations glaciaires. — Depuis le jour où l'existence de plusieurs glaciations successives fut reconnue, on entrevit la possibilité de baser une chronologie de la période Quaternaire sur la succession de phases glaciaires et interglaciaires. Tant que l'on n'admettait que deux glaciations, on se contentait de distinguer une *période préglaciaire*, une *première période glaciaire*, une *période interglaciaire*, une *deuxième période glaciaire*, une *période postglaciaire*. Lorsque la nécessité apparut d'admettre l'existence de plus de deux périodes glaciaires, on dut distinguer également deux, puis trois périodes interglaciaires, voire davantage.

James Geikie [16] fut le premier qui, dès 1895, se rendit compte de l'intérêt qu'il y aurait à envisager ces phases successives comme autant d'étages, auxquels il y aurait lieu de donner des dénominations univoques, comme pour les autres systèmes. Partant de la notion de six glaciations successives, l'illustre géologue écossais imagina la nomenclature suivante :

1re période glaciaire — SCANIEN.
1re période interglaciaire — NORFOLKIEN.
2e période glaciaire — SAXONIEN.
2e période interglaciaire — HELVÉTIEN.
3e période glaciaire — POLANDIEN.
3e période interglaciaire — NEUDECKIEN.
4e période glaciaire — MECKLEMBOURGIEN.
4e période interglaciaire — FORESTIEN inf^{r}.
5e période glaciaire — TURBARIEN inf^{r}.
5e période interglaciaire — FORESTIEN sup^{r}.
6e période glaciaire — TURBARIEN sup^{r}.

Cette classification suscita des critiques portant à la fois sur la forme et sur le fond.

En ce qui concerne la forme, on constata que les noms d'Helvétien et de Saxonien avaient déjà été employés précédemment pour désigner des étages dans le Néogène et dans le Permien; ensuite que le nom de Norfolkien devait céder le pas à celui de Cromérien proposé antérieurement par Mayer-Eymar pour désigner le Forest bed de Cromer; enfin, que les termes de Forestien et de Turbarien sont contraires aux règles de la nomenclature, puisqu'ils ne tirent pas leur origine de noms géographiques.

Sur le fond, K. Keilhack [18] fit très justement remarquer que si la 1re et la 2e période glaciaire ont bien leur individualité propre, la 2e correspondant à l'extension maximum du glacier scandinave, il n'en est pas de même des quatre dernières, qui appartiennent en réalité à une seule et même glaciation, avec ses phases de retrait et peut-être de récurrences successives.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le nom de SCANIEN reste donc seul utilisable et il doit servir à désigner la plus ancienne glaciation que l'on puisse distinguer dans le Nord, celle qui précède immédiatement le Cromérien fluvio-marin, à faune interglaciaire, et qui est suivie des deux principales périodes glaciaires du Nord, séparées par une période interglaciaire. Il s'agira, en l'absence de noms régionaux, d'appliquer à ces trois phases des noms en usage dans d'autres pays.

Dans les Alpes, A. Penck [191, 194] distingua d'abord trois, puis quatre périodes glaciaires, auxquelles il donna, en 1901, les noms de périodes de Günz, de Mindel, de Riss et de Würm, empruntés à des rivières du bassin du Danube. Dans la nomenclature univoque, ces termes deviennent les étages GÜNZIEN, MINDELIEN, RISSIEN et WÜRMIEN, dont l'usage tend à se généraliser parmi les géologues alpins. Aucun terme n'a été proposé par Penck pour désigner les périodes interglaciaires.

Lorsqu'il s'agit de paralléliser ces quatre périodes glaciaires des Alpes avec les périodes glaciaires du Nord, de grandes difficultés surgissent.

Plusieurs auteurs ont établi le parallélisme de la manière suivante :

Würmien = phase de retrait du glacier scandinave (Mecklembourgien);
Rissien = 3e période glaciaire du Nord (Polandien);
Mindelien = 2e période glaciaire du Nord (Saxonien);
Günzien = 1re période glaciaire du Nord (Scanien).

Cette manière d'établir le synchronisme des glaciations appelle les plus expresses réserves. On verra plus tard que c'est au Rissien que la couverture glaciaire des Alpes atteignait son maximum d'extension. Il faudrait des arguments péremptoires pour être en droit d'affirmer que le maximum de la glaciation dans les Alpes ne s'est pas produit en même temps que le maximum de la glaciation scandinave. Or ces arguments font entièrement défaut et l'on verra tout à l'heure que nous possédons des preuves paléontologiques en faveur du parallélisme de l'Interglaciaire Riss-Würm et du dernier Interglaciaire du Nord (Helvétien de J. Geikie). Le synchronisme devra donc être établi de la manière suivante :

Würmien = 3e période glaciaire du Nord;
Rissien = 2e période glaciaire du Nord;
Mindelien = 1re période glaciaire du Nord (Scanien).
Günzien = période froide du Crag de Norwich (Icénien).

La période qui correspond au maximun d'extension glaciaire dans le Nord et dans les Alpes est un point de repère si commode qu'il est légitime de la placer à la base du Quaternaire moyen, qui comprendra le Rissien et le Würmien. Nous rangeons en conséquence le Günzien et le Mindelien ou Scanien dans le Quaternaire inférieur, en leur assignant comme équivalents marins approximatifs le Calabrien et le Sicilien des régions méditerranéennes. Le Quaternaire supérieur comprendra la période postglaciaire.

Il pourrait sembler que la classification que nous venons de donner ne puisse pas s'appliquer aux pays qui n'ont pas été envahis par les glaciers. Il n'en est rien, car on sait que les moraines se raccordent vers l'aval à des terrasses de cailloux fluviatiles, ce qui permet d'envisager les périodes glaciaires comme des périodes d'alluvionnement, les périodes interglaciaires comme des périodes de creusement. Nous attribuons les alluvions des plateaux au Quaternaire inférieur, la haute et la basse terrasse au Quaternaire moyen.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Subdivisions basées sur la succession des Mammifères terrestres. — Les Mammifères terrestres donnant d'excellents résultats pour la classification des terrains tertiaires, on est en droit d'en attendre également de satisfaisants pour l'établissement de subdivisions dans le Quaternaire.

En réalité, nous rencontrons ici de grandes difficultés, dues à ce que la présence des glaciers donne lieu à des différences de climat qui permettent la coexistence, à certains moments, dans le Nord et dans le Sud de l'Europe, de deux faunes différentes, l'une, comprenant des éléments arctiques, adaptée à une température rigoureuse, l'autre, comprenant encore quelques formes tropicales, plus sensible aux vicissitudes du climat. Suivant les périodes, ce sera tantôt la faune froide, tantôt la faune chaude qui refoulera l'autre, au point d'occuper la plus grande partie du continent.

En théorie, on devrait donc rencontrer, dans le Quaternaire de l'Europe centrale, une succession de niveaux, caractérisés alternativement par une faune froide et par une faune chaude. En pratique, ce n'est qu'exceptionnellement que l'on observe dans une même région une série stratigraphique permettant de conclure à une pareille alternance, de sorte que certains géologues ont même nié l'existence de successions où elle fût démontrable. Nous nous trouverons cependant conduits, en combinant plusieurs successions incontestables, à admettre la réalité de l'alternance.

Mais ce n'est que très lentement que les paléontologistes sont arrivés à des notions précises sur la succession des grands Mammifères dans le Quaternaire d'Europe. Si l'on fait abstraction des premiers tâtonnements [XL; 19, 20], il est incontestable que c'est à Falconer [XL, 275] que revient le mérite d'avoir, le premier, en [1865], distingé les trois faunes principales suivantes, qui se succèdent dans l'Europe occidentale (fig. 457) :

1° faune à *Elephas meridionalis* (du Forest bed), avec *Rhinoceros etruscus*, *Hippopotamus major*, *Cervus Carnutorum*, *Trogontherium Cuvieri;*

2° faune à *Elephas antiquus*, avec *Rhinoceros Merckl*, *Hippopotamus major*, etc. ;

3° faune à *Elephas primigenius* (le Mammouth), avec *Rhinoceros tichorhinus*.

Il est incontestable que les deux premières faunes indiquent un climat chaud, permettant aux Hippopotames de vivre toute l'année dans les fleuves, tandis que la 3e correspond à un climat froid, ce qui ne veut pas dire que ses espèces les plus caractéristiques soient exclusivement cantonnées dans les dépôts contemporains d'une période glaciaire. Le Mammouth a vécu en Europe beaucoup plus longtemps qu'on ne l'avait pensé tout d'abord et sa durée n'était pas limitée, comme le croyait Ed. Lartet, à la période restreinte comprise entre « l'âge du grand Ours des cavernes » et « l'âge du Renne » [20]. Il paraît établi maintenant, non seulement qu'*Elephas primigenius* a coexisté avec *Elephas antiquus*, au moins dans certaines stations septentrionales, mais aussi qu'il a vécu antérieurement, à l'époque de la grande glaciation du Nord. H. Pohlig [23] s'est trouvé amené, en outre, par des études de détail, à créer une espèce spéciale, *Elephas trogontherii*, qu'il envisage comme une forme de passage entre *Elephas meridionalis* et *Elephas primigenius* et qui serait localisée dans les couches qui précèdent et dans celles qui suivent la « principale période glaciaire ». Dans le Cromérien prédominerait une mutation encore très voisine d'*Elephas meridionalis;* dans les couches immédiatement antérieures à l'Interglaciaire, on aurait surtout affaire à une mutation se rapprochant déjà beaucoup d'*Elephas primigenius*. Quant à *Elephas antiquus*, il appartiendrait à un tout autre rameau et serait apparenté à *Elephas africanus*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Les relations des trois faunes définies plus haut avec les périodes glaciaires ont été surtout précisées par Marcellin Boule [24]. Ce savant paléontologiste a montré, par une série d'exemples, que la faune chaude à *Elephas antiquus* est comprise entre le maximum d'extension du glacier scandinave et la dernière période glaciaire du Nord. Elle appartient donc à la dernière période interglaciaire. Il est établi de même que cette faune a vécu dans les Alpes pendant la période interglaciaire comprise entre la glaciation rissienne et la glaciation würmienne. Pour les raisons que nous exposerons plus loin, nous la considérons comme caractéristique d'un étage CHELLÉEN.

Quant à la faune froide à *Elephas primigenius*, elle correspond principalement au Würmien, ses restes sont surtout fréquents dans la basse terrasse, mais ses espèces caractéristiques ont survécu au retrait des glaciers et semblent avoir persisté jusqu'à l'extrême limite du Quaternaire moyen.

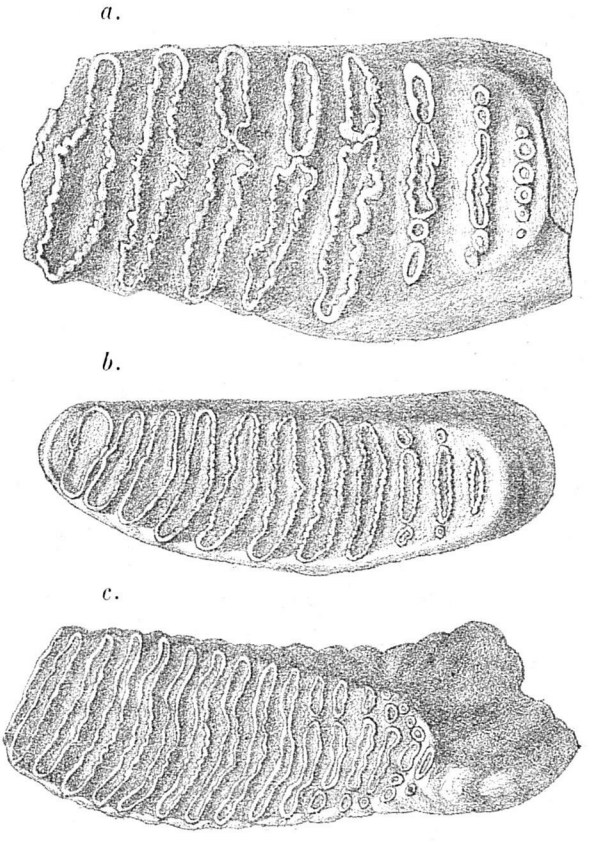


Fig. 457. — Molaires inférieures d'Éléphants (d'après ED. LARTET).

a. Elephas meridionalis, Randan (Puy-de-Dôme); *b. Elephas antiquus*; *c. Elephas primigenius*, Viry-Moureuil (Aisne).

Il y a lieu d'examiner encore quel parti on peut tirer des faunes de Mammifères du Quaternaire inférieur antérieures au Cromerien.

La plus ancienne est celle du Villafranchien, caractérisée par l'association de *Mastodon arvernensis* et d'*Elephas meridionalis*.

La faune de Saint-Prest, près Chartres, ne renferme plus *Mastodon arvernensis*. *Elephas meridionalis* y est associé à *Equus Stenonis*, *Hippopotamus major*, *Cervus Carnutorum*, *Trogontherium Cuvieri*. Elle appartient évidemment à une période interglaciaire, que des raisons stratigraphiques nous font envisager comme antérieure aux cailloutis mindeliens. Elle caractérise un étage qui a reçu, de Dépéret [XXXIX, 399], le nom de SAINT-PRESTIEN.

Nous ne connaissons pas jusqu'ici la faune de Mammifères du Mindelien

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

ou Sicilien. Elle était vraisemblablement composée d'espèces de la faune du Nord, à l'exclusion des espèces méridionales.

En nous bornant aux espèces les plus caractéristiques, nous pouvons résumer de la manière suivante la répartition des grands Mammifères dans le Quaternaire d'Europe :

QUATERNAIRE ANCIEN.
VILLAFRANCHIEN : *Mastodon arvernensis* et *Elephas meridionalis* (début du phénomène glaciaire).
SAINT-PRESTIEN : *Elephas meridionalis* sans Mastodontes (faune chaude interglaciaire).
MINDELIEN : faune inconnue (froide?).
CROMERIEN : *Elephas meridionalis* et *trogontherii*, *Rhinoceros etruscus* (faune chaude interglaciaire).
QUATERNAIRE MOYEN.
RISSIEN : *Elephas trogontherii* et *primigenius* (faune froide, maximum d'extension des glaciers, haute terrasse).
CHELLÉEN : *Elephas antiquus*, *Rhinoceros Mercki* (faune chaude interglaciaire).
WÜRMIEN : *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus* (faune froide, moraines externes, basse terrasse).
QUATERNAIRE SUPÉRIEUR.
Ni Eléphants ni Rhinocéros (faune forestière tempérée).

Dans les trois faunes interglaciaires, on rencontre des restes d'Hippopotames, généralement cités sous le nom d'*Hippopotamus major*. Ils font entièrement défaut dans les faunes des périodes glaciaires.

Le Quaternaire inférieur peut, en outre, être caractérisé par la présence d'*Equus Stenonis* et d'un Rongeur, *Trogontherium Cuvieri*, qui sont très rares dans le Quaternaire moyen.

Le grand Cerf des tourbières (*Megaceros hibernicus*) et le Renne se rencontrent dans tout le Quaternaire moyen.

En dehors de l'Europe, la distribution verticale des Mammifères quaternaires est encore imparfaitement connue. En Amérique, le genre *Mastodon* a persisté jusque dans le Quaternaire moyen et les Édentés jouent dans la faune un rôle prédominant. Dans l'Asie méridionale, la faune du Quaternaire inférieur est intimement reliée à celle du Néogène supérieur. C'est avec cette faune du Quaternaire ancien qu'ont été trouvés, à Java, les restes du Bimane le plus primitif, du fameux *Pithecanthropus erectus*.

Subdivisions basées sur la Paléontologie humaine. — Sauf dans le Quaternaire supérieur (époque Moderne ou Holocène), les ossements humains constituent de grandes raretés [25-31], et, aujourd'hui encore, leur présence dans des dépôts appartenant au Quaternaire inférieur est encore extrêmement douteuse. Les dépôts glaciaires proprement dits en sont dépourvus : c'est donc exclusivement dans les formations interglaciaires et postglaciaires ou dans des gisements appartenant à des régions qui n'ont pas été envahies par les glaciers que l'on a l'occasion d'en rencontrer.

Jusqu'ici le débri humain le plus ancien que l'on connaisse en Europe est une mâchoire trouvée dans les sables de Mauer, près Heidelberg, avec *Elephas antiquus* et *Rhinoceros Mercki*, c'est-à-dire dans le Chelléen. Les squelettes trouvés à Krapina, en Croatie, sont un peu plus récents, mais ils semblent appartenir à la même période interglaciaire. L'Homme de Denise date peut-être de la même époque.

Tous les autres restes humains trouvés en Europe, dont il a été possible de préciser l'âge soit par la Stratigraphie, soit par les ossements de Mammifères qui les accompagnent, sont postérieurs au maximum de la dernière glaciation, ils datent de la phase de retrait des glaciers würmiens

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

ou d'une époque plus récente. Ceux du Quaternaire moyen appartiennent aux types suivants :

1° *Race du Neanderthal* (*Homo primigenius*), établie d'abord sur un crâne très incomplet, trouvé en 1856 dans la vallée de Neander, à l'est de Düsseldorf, dans des conditions stratigraphiques très confuses. On lui a attribué ensuite la mâchoire de la Naulette, près Furfooz, et les squelettes de Spy, en Belgique, le squelette de Brünn, en Moravie, les crânes et ossements très fragmentaires de Krapina, en Croatie, la mâchoire de Mauer, le crâne assez imparfait du Moustier (Dordogne), la tête admirablement conservée et divers ossements de l'Homme de la Chapelle-aux-Saints (Corrèze), le squelette complet de Ferrassie (Dordogne). Le crâne de cette race est remarquable par sa dolichocéphalie, par son front surbaissé, par ses arcades sourcilières très proéminentes et par l'absence de saillie du menton. Le corps était petit, mais vigoureux. Le fémur était robuste et rappelait, par la longueur de son col et par sa grande largeur, celui des Anthropoïdes.

2° *Race de Grimaldi*, connue seulement jusqu'ici par deux squelettes, l'un de vieille femme, l'autre d'adolescent mâle, découverts dans la grotte des Enfants (commune de Grimaldi), près Menton, lors des fouilles ordonnées par le prince de Monaco, et étudiés par R. Verneau. Par la face, avec son nez large et aplati, avec son énorme prognathisme et son menton fuyant, cette race offre un type négroïde très accusé. Les caractères du bassin et les proportions des membres la rapprochent également des Nègres. Sa taille était moyenne.

3° *Race de Cro-Magnon*, basée sur la découverte, faite en 1868, de cinq squelettes dans un abri sous roche près des Eyzies (Dordogne), retrouvée depuis en beaux exemplaires dans d'autres grottes de la vallée de la Vézère, dans la grotte des Hoteaux, près Rossillon (Ain), et surtout dans la grotte du Carillon et dans celle des Enfants, près Menton. Cette race est également dolichocéphale, mais le crâne présentait un front très haut et bombé, des arcades sourcilières modérément développées, des pommettes très saillantes et un prognathisme très accusé. La taille était très élevée, les membres très vigoureux et de proportions harmonieuses.

La race du Neanderthal se rencontre exclusivement dans des gisements qui ont précédé la dernière période glaciaire (Mauer, Krapina) ou qui l'ont immédiatement suivie (gisements du Sud-Ouest de la France). Elle appartient donc à la période moyenne du Quaternaire moyen.

La race de Grimaldi date également de l'époque qui a immédiatement suivi celle d'*Elephas antiquus* et de *Rhinoceros Mercki*.

La race de Cro-Magnon est, par contre, postérieure aux deux autres. Elle a vécu à la fin du Quaternaire moyen, à l'époque dite du Renne, alors qu'en Europe régnait un climat de steppes.

Ajoutons que la plupart des squelettes humains du Quaternaire moyen proviennent de sépultures. Les Hommes de cette époque enfouissaient leurs morts. Il est prouvé, pour plusieurs gisements, que la sépulture est, géologiquement parlant, contemporaine de la couche qui la renferme.

S'il est difficile de tirer des ossements humains un parti sérieux pour la classification des dépôts quaternaires, il n'en est pas de même des armes, des outils et des ornements dont se servaient les hommes préhistoriques. Cette *industrie humaine* a permis d'établir, au moins dans la partie supérieure de l'époque Quaternaire, une chronologie assez rigoureuse [24, 28, 33-35].

La division des temps préhistoriques en trois âges remonte pour ainsi dire à l'Antiquité, mais c'est surtout aux archéologues scandinaves qu'est due la définition scientifique de l'*âge de la Pierre*, de l'*âge du Bronze* et de l'*âge du Fer*. C'est ensuite Sir John Lubbock (lord Avebury) [32] qui proposa de diviser l'âge de la Pierre en deux grandes périodes, la *période Paléolithique*, ou *période de la Pierre taillée*, et la *période Néolithique*, ou *période de la Pierre polie*. La période Paléolithique appartient tout entière au Quater-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

naire moyen, tel qu'il est compris ici, car nous plaçons *par définition* le Néolithique à la base du Quaternaire supérieur.

Le QUATERNAIRE INFÉRIEUR n'a jamais fourni de silex ni d'autres morceaux de roches qui soient unanimement considérés comme des outils façonnés ou simplement utilisés par l'Homme, mais on y trouve souvent des éclats, que toute une école envisage comme tels et qui, pour cette raison, ont été qualifiés d'*éolithes*. On a cru reconnaître, sur des éclats intentionnellement choisis, des retouches faites par l'Homme ou par un ancêtre de l'Homme, en vue d'une utilisation comme outil ou comme arme. Rutot s'est même basé sur la distribution verticale des éolithes dans le Quaternaire inférieur pour distinguer dans ce groupe une série d'étages [36-38].

Il est incontestable que quelques-uns de ces éolithes ont une certaine ressemblance avec les formes les plus simples de silex paléolithiques, mais ce n'est pas seulement dans le Quaternaire ancien que ces prétendus outils ont été rencontrés, les silex que l'on recueille à Thenay (Loir-et-Cher) dans le calcaire de Beauce, au sommet du Tongrien avaient été envisagés, dès 1867, par l'abbé Bourgeois, comme portant les traces d'une taille intentionnelle. Les silex d'Otta, dans la vallée du Tage, qui appartiennent au Pontien, ont reçu jadis de Carlos Ribeiro la même interprétation. Ceux du Puy Courny, dans le Cantal, qui proviennent également du Pontien, ont donné lieu à toute une littérature. Mais il y a mieux : Laville [39] et Courmont [40] ont trouvé, dans le Thanétien de l'Eure-et-Loir, de l'Oise et de la Somme, des silex que l'on serait aussi bien en droit d'envisager comme des éolithes que les silex de Thenay, d'Otta, du Puy Courny et du Quaternaire inférieur.

Dans tous ces gisements le nombre des silex que l'on pourrait être tenté de considérer comme utilisés est très considérable, il croît même avec l'ancienneté des dépôts qui les renferment. Dans les cas où la couche à éolithes couvre une certaine étendue, il faudrait supposer que la population de l'époque était plus dense que la population actuelle. Le fait que les éolithes se trouvent par couches et non par stations doit nous rendre méfiants.

Nous devons nous demander si une cause naturelle ne peut pas produire sur des éclats de silex des apparences de retouches intentionnelles. Or il résulte d'observations faites par Marcellin Boule [41] dans une usine et sur le bord de la mer que le simple choc peut produire sur des silex des éclatements en tous points semblables aux retouches des prétendues éolithes. La gelée et la presssion subie par les silex dans les couches peuvent aussi faire naître des éclats comparables à ceux qui ont mis à une si rude épreuve la sagacité des préhistoriens. Dans certains cas, des silex que l'on pourrait être tenté de qualifier d'éolithes ne sont séparés que par une fissure du nodule d'où l'éclatement les a détachés.

Les plus anciens silex taillés authentiques sont ceux du Chelléen. A Chelles, sur les bords de la Marne, ils sont associés à *Elephas antiquus*. Ce sont des *coups de poing* taillés sur les deux faces.

La position stratigraphique du Chelléen est très discutée. Tandis que Boule [24] le plaçait dès 1889 dans la dernière période interglaciaire, Penck [29] n'a cessé de lui assigner un niveau plus ancien, en le rangeant dans l'avant-dernière période interglaciaire, c'est-à-dire dans celle qui sépare le Mindelien du Rissien. Le Chelléen se confondrait ainsi avec le Cromerien, ce qui est contraire aux données de la Paléontologie et de la Stratigraphie. Nous aurons, à maintes reprises, au cours de cet ouvrage, l'occasion de citer des faits qui militent en faveur de la solution proposée par Boule.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le Chelléen est la plus ancienne des quatre subdivisions introduites, dès 1869, dans le Paléolithique, par Gabriel de Mortillet [33], qui sont le CHELLÉEN [1], le MOUSTÉRIEN [2] (ou mieux MOUSTIÉRIEN), le SOLUTRÉEN [3] et le MAGDALÉNIEN [4]. Entre le Chelléen et le Moustiérien est venu ensuite s'intercaler l'ACHEULÉEN [5] et, plus récemment, entre le Moustiérien et le Solutréen, l'AURIGNACIEN [6].

Ces six périodes se succèdent réellement dans le temps, comme le montrent avec évidence les successions observées dans la Dordogne et dans quelques départements voisins, puis confirmées plus tard dans d'autres pays, en Suisse, dans l'Allemagne du Sud, etc. Chacune d'elles est caractérisée par un outillage spécial, qu'il est inutile de décrire ici, car nous aurons l'occasion de le faire lorsque nous étudierons en détail les localités classiques. Nous aurons également l'occasion de montrer que l'industrie moustiérienne date encore en partie de la dernière époque interglaciaire et qu'elle s'est poursuivie jusqu'au début du retrait des glaciers würmiens.

Les périodes suivantes sont nettement postglaciaires et leurs industries caractérisent la fin du Quaternaire moyen, l'époque que l'on a assez improprement appelée l'*âge du Renne*.

Enfin, on place à la limite du Paléolithique et du Néolithique une époque de transition, l'AZILIEN [7], de Piette, aussi appelée TOURASSIEN [8].

Comme on voit, l'étude du Paléolithique est en grande partie l'œuvre de savants français, elle est basée sur des recherches faites dans les localités françaises. La nomenclature de Gabriel de Mortillet et de ses continuateurs a été tout d'abord vivement combattue par l'école allemande; elle est aujourd'hui universellement adoptée.

La classification du QUATERNAIRE SUPÉRIEUR est d'un médiocre intérêt pour le géologue, elle est en général exclusivement archéologique et n'est que très rarement basée sur des observations stratigraphiques.

Les subdivisions du NÉOLITHIQUE proposées par Rutot (*Tardenoisien*, *Flénusien*, *Campignien*, *Robenhausien*, *Omalien*) n'ont pas obtenu jusqu'ici l'assentiment des géologues et des archéologues [34].

Les périodes que l'on a distinguées en Europe dans les temps protohistoriques sont les suivantes [34] :

1° *âge du Bronze*, y compris la phase initiale du Cuivre (de la seconde moitié du 3e millénaire à l'an 900);
2° premier âge du fer ou *époque de Hallstatt* (de l'an 900 à l'an 500);
3° second âge du fer ou *époque de la Tène* (de l'an 500 au début de notre ère).

Ce n'est que tout à fait exceptionnellement que la date d'un phénomène géologique peut être déterminée par rapport à l'une de ces périodes.

Résumé. — La classification de la période Quaternaire à laquelle nous nous arrêtons peut être résumée de la manière suivante :

1. De Chelles-sur-Marne, Seine-et-Marne.
2. Du Moustier, commune de Peyzac, Dordogne.
3. De Solutré, près Mâcon, Saône-et-Loire.
4. De la Madeleine, près Tursac, Dordogne.
5. De Saint-Acheul, près Abbeville, Somme.
6. D'Aurignac, Haute-Garonne.
7. Du Mas-d'Azil, Ariège.
8. De la Tourasse, commune de Saint-Martory, Haute-Garonne.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Quaternaire récent (période actuelle des auteurs, Holocène).		Age du Fer.	
		Age du Bronze.	
		Époque Néolithique.	
Quaternaire moyen (Quaternaire s. str. des auteurs, Pleistocène).	Würmien	Magdalénien.	Époque Paléolithique.
		Solutréen.	
		Aurignacien.	
		Moustiérien.	
	Chelléen	Acheuléen.	
		Chelléen.	
	Rissien.		
Quaternaire ancien (Pliocène supérieur des auteurs, Post-pliocène s. str.).	Cromerien.		
	Mindelien = Sicilien.		
	Saint-Prestien.		
	Villafranchien = Calabrien (? Günzien).		

2° RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET PRINCIPAUX TYPES

Europe septentrionale. — La calotte glaciaire qui recouvrait, pendant une grande partie de l'époque Quaternaire, le bouclier Scandinave, s'étendait, lors du maximum d'extension des glaces, bien au delà des limites de ce massif (fig. 458). Nous devrons donc traiter, sous une même rubrique, toutes les régions qui ont été atteintes par la glaciation scandinave, c'est-à-dire, outre le massif Finno-Scandinave, l'Est de l'Angleterre, la plaine de l'Allemagne du Nord et la Russie septentrionale et centrale. Nous prendrons comme base de cet exposé, outre les études locales, les deux ouvrages magistraux consacrés par James Geikie [3] et par Eug. Geinitz [5] aux terrains glaciaires de l'Europe septentrionale.

a) Quaternaire ancien.

Formations marines et fluvio-marines du Sud-Est de la Grande-Bretagne. — Les comtés de l'Est de l'Angleterre présentent une succession très complète de dépôts marins et fluvio-marins, qui ont été généralement attribués en totalité, ou au moins en majeure partie, au « Pliocène supérieur ». Pour les raisons exposées plus haut, nous plaçons ces formations dans le Quaternaire ancien. Elles font suite aux Crags du Néogène supérieur, mais leur extension géographique est toute différente. Elles sont presque entièrement cantonnées dans le nord du Suffolk et dans le Norfolk.

Le *Crag de Norwich*, dont on a fait l'étage Icénien, est une formation marine, qui, par places, atteint plus de 60 m d'épaisseur. Sa faune diffère essentiellement de celle du Crag rouge néogène par l'apparition d'un très grand nombre d'espèces arctiques. Celles-ci constituent environ 1/3 du nombre total, mais, si l'on envisage le nombre des individus, elles sont tout à fait prédominantes [XL, 36-39]. Les espèces les plus communes sont les suivantes : *Pecten operularis*, *Nucula Cobboldiæ*, *Lucina borealis*, *Cardium edule*, *Astarte borealis*, *Cyprina islandica*, *Tellina lata*, *Mactra subtruncata*, *Mya arenaria*, *truncata*, *Littorina litorea*, *Turritella incrassata*, *Cerithium tricinctum*, *Chrysodomus antiquus*, *Purpura lapillus*, *Buccinum undatum*. On rencontre en outre une trentaine d'espèces de Mollusques d'eau douce, qui ont fait qualifier ce Crag de *fluvio-marin*. La plupart de ces espèces sont actuelles. Enfin, aux Mollusques sont associés des restes de Mammifères marins (*Delphinus delphis*, *Trichechus Huxleyi*) et terrestres. Ces derniers comprennent des Rongeurs (*Microtus intermedius*, *Trogontherium Cuvieri*), *Lutra Reevei*, *Equus Stenonis*, quelques Ruminants (*Gazella anglica*, *Cervus Carnutorum*) et les deux Proboscidiens dont l'association caractérise pour nous l'extrême base du Quaternaire, *Mastodon arvernensis* et *Elephas meridionalis*.

Le *Crag de Chillesford* ou Chillesfordien est essentiellement une formation d'es-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

tuaire, dont les affleurements jalonnent un ancien cours d'eau, envisagé par Harmer [XL. 38] comme un ancien bras du Rhin (fig. 436). Il débute par des sables micacés, qui reposent tantôt sur le Crag rouge, tantôt sur le Crag de Norwich. Sa faune accuse un caractère encore plus boréal que le niveau précédent. Les espèces les plus caractéristiques sont les suivantes : *Leda oblongoides*, *Nucula Cobboldiæ*, *Cardium edule*, *grœnlandicum*, *Mactra ovalis*, *Tellina lata*, *Mya truncata*, *Natica catena*, *Turritella terebra*. La plupart des coquilles présentent des traces d'usure.

Le *Crag de Weybourn* ou WEYBOURNIEN correspond à une nouvelle phase d'invasion marine. Sa faune comprend notamment *Nucula Cobboldiæ*, *Astarte compressa*, *borealis*,

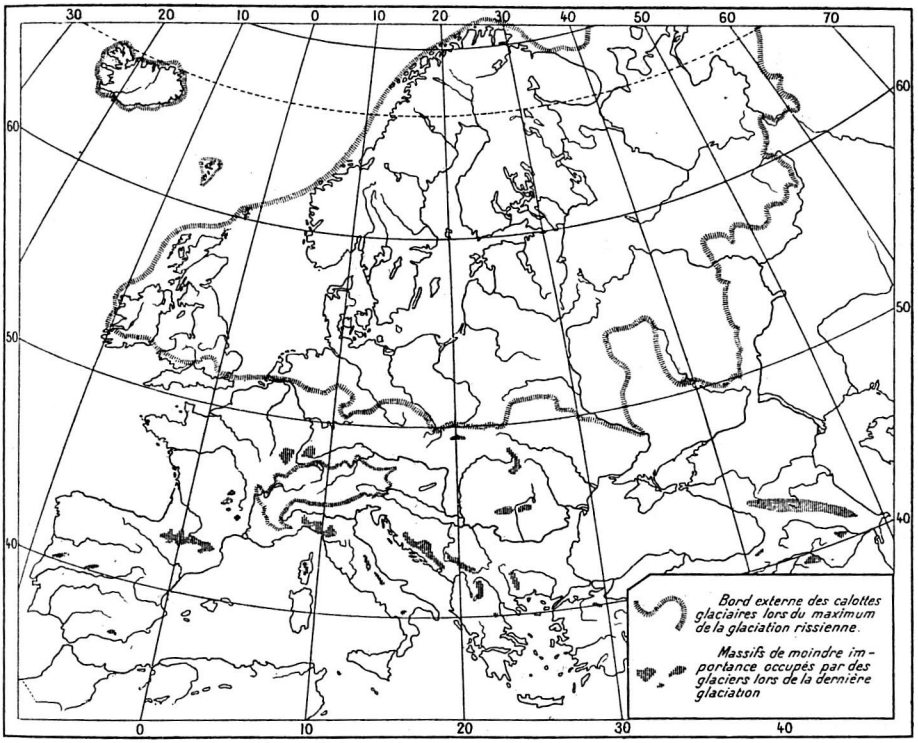


Fig. 458. — Carte représentant l'extension du glacier scandinave et des glaciers alpins lors du maximum de l'avant-dernière glaciation (d'après A. PENCK).

Cyprina islandica, *Tellina baltica* (extrêmement abondante), *Saxicava arctica*, *Mya truncata*, *Littorina litorea*, *Buccinum undatum*, *Chrysodomus antiquus*, *Pleurotoma turricula*.

Avec le *Forest bed* de Cromer [XL, 38; 44], qui constitue l'étage CROMERIEN, se manifeste de nouveau une tendance à l'exondation. C'est une formation d'estuaire, constituée par des alternances d'argiles avec lignites, de graviers et de sables, renfermant en abondance des troncs flottés, des fruits (*Trapa natans*), des ossements et, surtout à la base et au sommet de la série, des coquilles d'eau douce (*Pisidium amnicum*, *Corbicula fluminalis*, *Sphærium corneum*, *Bithinia lenticulata*, *Bithinella Steini*, *Valvata piscinalis*, *Vivipara glacialis*, etc.). Les Mollusques marins sont représentés par un petit nombre d'espèces (*Mytilus edulis*, *Nucula Cobboldiæ*, *Cardium edule*, *Donax vittatus*, *Littorina litorea*, *Purpura lapillus*). Les Mammifères terrestres se répartissent ainsi :

Rongeurs : *Arvicola arvalis*, *Mus sylvaticus*, *Castor fiber*, *Trogontherium Cuvieri*; Insectivores : *Talpa europæa*, *Sorex vulgaris*, *Myogale moschata*; Carnivores : *Martes sylvaticus*, *Gulo luscus*, *Ursus spelæus*, *Canis* sp., *Machærodus* sp.; Périssodactyles : *Equus Stenonis*, *caballus*, *Rhinoceros etruscus*; Artiodactyles : *Hippopotamus major*, *Sus scrofa*, *Bos* sp.,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Ovibos moschatus, Caprovis Savini, Alces latifrons, Cervus elaphus, Carnutorum, Dawkinsi, Polignacus, Sedgwicki, capreolus; Proboscidiens : *Elephas meridionalis, trogontherii, antiquus.*

D'après H. Pohlig [45], la plupart des Éléphants du Forest bed devraient être déterminés comme *Elephas trogontherii* ou comme des formes intermédiaires entre cette espèce et *Elephas meridionalis.*

Le mélange d'espèces caractéristiques du Quaternaire ancien, telles que *Equus Stenonis, Rhinoceros etruscus, Elephas meridionalis*, et d'espèces du Quaternaire moyen ou actuelles s'explique par la position stratigraphique du Forest bed au sommet du Quaternaire ancien, tel que nous le comprenons ici. Quelques auteurs préfèrent cependant invoquer un remaniement d'un niveau plus ancien, ayant donné lieu au mélange accidentel des deux faunes. Quoi qu'il en soit, la faune du Forest bed renferme des espèces indiquant un climat chaud, elle appartient sans conteste à une période interglaciaire.

Cette conclusion est confirmée par le caractère de la flore, qui est essentiellement composée d'espèces des régions tempérées, à l'exclusion des Végétaux arctiques ou glaciaires.

Le Forest bed est séparé du Drift, c'est-à-dire de la moraine de fond de la grande glaciation scandinave, par des dépôts qui indiquent déjà un climat très rigoureux. Nous les plaçons à la base du Quaternaire moyen.

Régions baltiques. — Si l'on ne connaît pas jusqu'ici, dans les îles Britanniques, de traces d'une invasion glaciaire datant de l'époque Quaternaire inférieure, il n'en est pas de même des régions baltiques, où l'on a pu établir, en certains points, principalement par des sondages, l'existence de dépôts glaciaires anciens, antérieurs aux formations, autrefois considérées comme préglaciaires, qui supportent l'argile à blocaux de la grande glaciation du début du Quaternaire moyen. James Geikie en a fait l'étage *Scanien*, en raison de leur important développement en Scanie, et les formations glaciaires qui leur font suite peuvent être envisagées comme l'équivalent exact du Forest bed et doivent donc être attribuées au Cromerien. L'équivalent du Scanien dans l'Est de l'Angleterre serait, d'après J. Geikie [16], le Weybournien, dont la faune marine indique un abaissement considérable de la température. Aucun équivalent des étages antérieurs au Weybournien n'a encore été signalé sur les bords de la Baltique.

Le Scanien est représenté en Scanie par une argile à blocaux, dont les éléments proviennent des régions orientales de la Baltique. Il n'affleure qu'en un petit nombre de points et a souvent disparu par ablation. La surface des terrains primaires ou secondaires sur laquelle il repose présente des stries qui indiquent une poussée venant du sud-ouest (fig. 459). On peut donc admettre que le glacier était encaissé dans une dépression qui occupait à peu près l'emplacement de la Baltique actuelle.

Des dépôts glaciaires appartenant à la même phase ont été rencontrés également dans les sondages de Hambourg [46], sous la forme d'argile à blocaux, qui supporte des sables et des argiles interglaciaires d'âge cromerien. Dans le Hanovre et aux environs de Berlin, par contre, ces dépôts interglaciaires reposent sur des argiles et des sables stratifiés, envisagés par Keilhack [18] comme des formations fluvio-glaciaires d'âge scanien.

Le Cromerien n'est pas connu en Scanie, où les moraines de fond de la première glaciation supportent directement celles de la seconde. On peut lui attribuer, par contre, les plus anciennes formations interglaciaires de l'Allemagne du Nord.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Parmi celles-ci, les formations marines sont localisées dans le Nord, sur les rivages de la mer du Nord et de la Baltique, qui communiquaient, d'après Gottsche [46], par un détroit situé dans le Holstein. Ce sont des argiles et des sables qui renferment une faune assez riche, constituée par un mélange d'espèces tempérées, telles que *Ostrea edulis*, *Mytilus edulis*, *Cardium edule*, *Aporrhais pes pelecani*, *Nassa reticulata*, et d'espèces boréales ou arctiques, comme *Yoldia arctica*, *Cyprina islandica*, *Tellina baltica*, *Natica grœnlandica*. Des dépôts analogues à ceux du Holstein affleurent dans la Prusse occidentale, à Elbing, Marienburg, Dirschau, etc. [5, 47, 49].

Des dépôts lacustres interglaciaires existent, à Belzig, dans le Fläming, sous la forme de calcaires d'eau douce avec Mollusques terrestres (*Pupa muscorum*, *Helix pulchella*) et lacustres (*Limnæa minuta*, *Planorbis marginatus*,

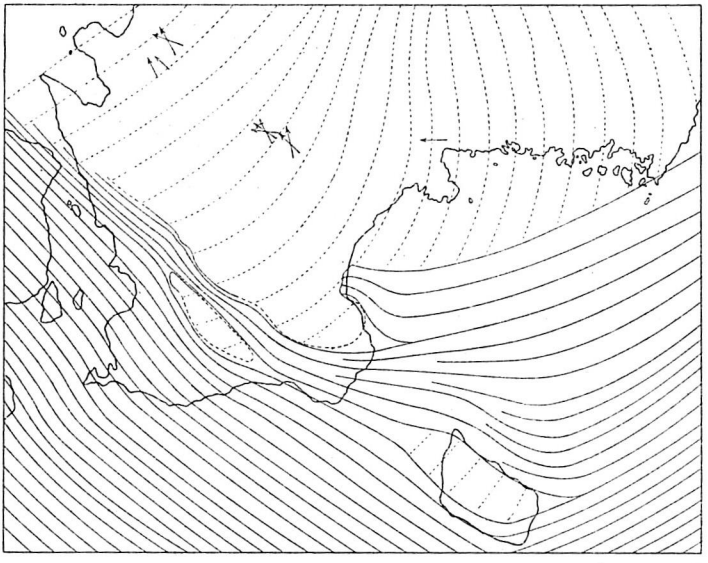


Fig. 459. — Esquisse représentant les directions de l'écoulement de la glace en Scanie lors des trois dernières glaciations (d'après A. G. Nathorst).

Les flèches indiquent la direction des stries lors de la plus ancienne glaciation de Scanie. Les lignes en pointillé correspondent aux directions de l'écoulement lors de l'avant-dernière phase, les traits pleins représentent les directions suivies par l'écoulement de la glace lors de la dernière phase.

Valvata macrostoma), ossements de Cervidés (*Cervus capreolus*, *elaphus*, *dama*, *Alces machlis*) et empreintes végétales (*Alnus glutinosa*, *Acer campestris*, *Carpinus betulus*, *Pinus sylvestris*); ou de tripolis à Diatomées, également riches en Dicotylédones, comme à Rathenow et dans la Lüneburger Heide.

Les formations fluviatiles sont représentées par les argiles et les sables à Paludines du sous-sol de Berlin, avec *Sphærium solidum*, *Pisidium pusillum*, *Neritina fluviatilis*, *Valvata naticina*, *Paludina diluviana*, *Bithinia tentaculata*, et par les sables à Valvées et Bivalves de Rathenow.

b) Quaternaire moyen.

Nous réunissons, sous la dénomination de Quaternaire moyen, les phases suivantes qu'ont traversées le massif Scandinave et les régions avoisinantes après la période chaude qui correspond au Cromerien :

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

1° période de refroidissement intense et avancée du glacier Scandinave;
2° maximum d'extension de la calotte glaciaire;
3° seconde période interglaciaire du Nord;
4° nouvelle extension glaciaire et formation des moraines baltiques;
5° stades de retrait du glacier et formation des moraines scandinaves;
6° affaissement du sol et invasion marine.

Nous allons passer en revue successivement ces diverses phases.

Refroidissement et avancée du glacier. — Nous connaissons mal la phase qui a précédé immédiatement le maximum d'extension de la calotte glaciaire scandinave. Il existe cependant, sur la périphérie de la région que nous envisageons, des dépôts dont la faune et la flore indiquent un refroidissement intense, qui nous permet de supposer que le centre du massif Scandinave était déjà couvert de glace.

Dans le *Norfolk*, le Forest bed supporte en concordance des couches marines à *Yoldia myalis*, qui indiquent un affaissement local du sol. Leur faune comprend notamment les espèces suivantes, en majeure partie arctiques : *Mytilus edulis*, *Yoldia myalis*, *Astarte borealis*, *Cyprina islandica*, *Tellina baltica*, *Mya truncata*, *Littorina litorea*, *Chrysodomus antiquus*, *Buccinum undatum*.

Au-dessus viennent des argiles bleues et des sables, qui renferment des Végétaux arctiques (*Betula nana*, *Salix polaris*, Mousses), des Mollusques terrestres (*Succinea oblonga*, *putris*, *Helix hispida*, *Pupa muscorum*) et fluviatiles (*Valvata*, *Pisidium*) et des restes de Rongeurs (*Spermophilus*) [XL, 38; 44] et qui supportent immédiatement l'argile à blocaux du maximum d'extension glaciaire.

Dans le *Nord de l'Allemagne* des formations fluvio-glaciaires, constituées par des graviers et des sables, dont les éléments sont d'origine septentrionale, précèdent en maints endroits la moraine de fond de la grande glaciation [49]. On n'y a pas signalé de restes organiques caractéristiques.

Maximum de la glaciation. — Si les étapes successives de l'avancée du glacier scandinave au début du Quaternaire moyen sont encore inconnues, on peut, par contre, délimiter avec une certaine précision les limites extrêmes qu'il a atteintes, bien qu'elles ne soient pas marquées par des moraines frontales. Plusieurs auteurs ont figuré ces limites sur la carte d'Europe et leurs tracés concordent assez bien [0,1; 3, 5, 312] (fig. 458). Toutes les plaines situées à l'intérieur de cette ligne sinueuse sont couvertes d'argile à blocaux et jonchées de blocs erratiques originaires du massif Finno-Scandinave. La limite de ces éléments erratiques, dont le transport était autrefois attribué à des glaces flottantes, marque la limite de l'extension de la calotte glaciaire (*inlandsis*). Toute la Russie centrale était envahie et le bord de la glace décrivait plusieurs festons : un lobe très large atteignait presque la ville de Perm; un second dépassait la Volga et occupait toute l'étendue comprise entre le Don et son affluent la Medveditsa; un 3e suivait le cours du Dniepr jusqu'à Ekaterinoslav.

La nappe de glace s'étendait sur la Pologne jusqu'aux premiers contreforts des Karpates. En Allemagne, les Sudètes, l'Erzgebirge, le Thüringerwald et le Harz faisaient obstacle à son avancée vers le sud. Plus à l'ouest, Dortmund, Wesel et Rotterdam jalonnent sa limite méridionale.

En Angleterre, le glacier scandinave atteignait les comtés de l'Est, depuis le Yorkshire au nord, jusqu'à la Tamise au sud. Dans sa moraine de fond des éléments erratiques d'origine norvégienne se trouvent mélangés à des éléments locaux. La calotte glaciaire devait donc franchir la mer du Nord, ce qui est facilement conciliable avec la faible profondeur actuelle de cette

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

cuvette. Elle confinait à l'ouest à des glaciers locaux, qui couvraient une grande partie des îles Britanniques. De même, à l'est, le glacier scandinave rencontrait, le long de la chaîne du Timan, le glacier de l'Oural septentrional.

La moraine de fond qui, sous la forme d'argile à blocaux (till, boulder-clay, Geschiebemergel), recouvrait une grande partie de la surface occupée par le glacier, a souvent disparu par dénudation, de sorte que l'on voit alors apparaître son substratum poli, strié, moutonné, présentant en un mot toutes les traces de l'usure glaciaire. La direction des cannelures et des stries indique la direction du mouvement de la glace et, en relevant le sens des stries, on a pu mettre en évidence l'écoulement du glacier vers la périphérie, à partir d'une ligne qui coïncidait à peu près avec l'axe orographique de la péninsule Scandinave. Le transport des blocs erratiques s'est effectué suivant les mêmes directions. En Scanie, les stries correspondant à la seconde glaciation sont en général dirigées N.E.-S.W., par conséquent à angle droit avec la direction moyenne des stries de la 1re glaciation [XXXII, 19] (fig. 459).

A en juger d'après l'inlandsis actuel du Grœnland et du continent Antarctique, l'épaisseur du glacier scandinave, lors de son maximum d'extension, devait être énorme et il est manifeste que la progression d'une pareille masse de glace devait exercer sur la moraine de fond et sur le substratum une pression tangentielle comparable à tous égards à celle d'une nappe de charriage en mouvement; aussi l'argile à blocaux présente-t-elle souvent des plis déversés dans le sens de la poussée, qui mettent bien en évidence le rôle de « traîneau écraseur » joué par la nappe de glace. En outre, des lames du substratum sont souvent englobées dans l'argile glaciaire. Ces plissements ont été décrits depuis longtemps en Angleterre sous le nom de *contorted drift* et ils ont reçu dès 1880 leur interprétation vraie de la part de Clement Reid [44]. Le sens de leur déversement, sur la côte du Norfolk, indique une poussée de la glace originaire du N.E.

Antérieurement le même phénomène avait été observé par le géologue danois Johnstrup [51] dans l'île de Rügen et attribué dès 1876 à la marche du glacier, alors qu'en Allemagne la théorie qui attribuait la formation de l'argile à blocaux à un transport par les glaces flottantes était encore généralement admise. Depuis, les exemples se sont multipliés, notamment en Poméranie et en Scanie, où les couches supérieures de la Craie blanche ont été souvent refoulées sur la moraine de fond (fig. 460), et quelquefois englobées dans cette formation. L'argile à blocaux alterne fréquemment avec des sables et des graviers, qu'il faudrait se garder d'envisager comme des formations interglaciaires. Ce sont en général des dépôts qui ont pris naissance en avant du front du glacier, lors de temps d'arrêt dans la progression de la nappe glaciaire et à des moments où les eaux de fonte étaient assez abondantes pour remanier la moraine de fond.

En arrière du front se formaient les *âsar*, dont la direction coïncide avec le trajet de la glace et par suite avec celle des stries. Il est très difficile de faire le départ de ceux qui appartiennent à la seconde et de ceux qui appartiennent à la troisième glaciation scandinave.

Seconde période interglaciaire du Nord. — Après son maximum d'extension, le glacier scandinave a dû se retirer très rapidement, sans longues périodes d'arrêt, car il n'a pas laissé, en avant de son front, des moraines correspondant à des stades de retrait. Les éléments qui permettraient de préciser ses limites lors de son minimum d'extension font entièrement défaut, mais

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

on ne connaît pas, dans le centre du massif Finno-Scandinave, de formations interglaciaires, de sorte que l'on est en droit d'admettre qu'une nappe glaciaire, très réduite, il est vrai, subsistait dans cette région.

On a attribué, sans preuves sérieuses, à la seconde période interglaciaire des restes de Mammouth trouvés, en différents points, dans les pays scandinaves, dans des conditions de gisement insuffisamment connues. Si cette attribution se vérifiait, on pourrait en déduire qu'en Scandinavie le climat serait resté assez rigoureux entre les deux dernières glaciations.

Au Danemark et dans l'île de Rügen, la seconde période interglaciaire est principalement représentée par une formation marine, les argiles à *Cyprina islandica*, qui renferment en outre *Mytilus edulis*, *Ostrea edulis*, *Cardium edule*, *Corbula gibba*, *Mya truncata*, *Cerithium reticulatum*, *Aporrhais pes pelecani*, *Buccinum undatum*, *Nassa reticulata* et de nombreux Foraminifères.

Dans le Nord de l'Allemagne, on a surtout affaire à des sables stratifiés

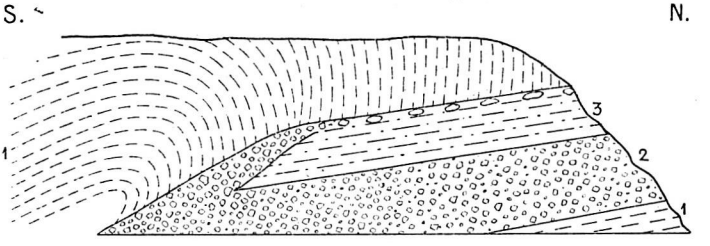


Fig. 460. — Charriage de la Craie sur les dépôts glaciaires sous l'action de la poussée horizontale exercée par le glacier scandinave. Ile de Rügen (d'après E. Philippi).

1, craie sénonienne; 2, argile à blocaux;
3, sables quaternaires, pincés en synclinal dans l'argile à blocaux.

et à des argiles marneuses, qui atteignent une assez grande épaisseur, mais ne contiennent que localement des niveaux fossilifères [5, 49]. Ce sont tantôt des couches à Diatomées, comme à Klieken, sur l'Elbe, et à Schwichow, en Poméranie; tantôt à Mollusques d'eau douce (*Valvata piscinalis*, *Bithinia tentaculata*, *Limnæa stagnalis*, *Pisidium amnicum*, *Dreissensia polymorpha*), comme à Potsdam et à Werder; tantôt des couches à Mammifères terrestres, comme à Rixdorf, Königs-Wusterhausen, Mittenwalde, etc.

La localité de Rixdorf, près Berlin, a fourni une faune interglaciaire des plus intéressantes. On y rencontre notamment *Canis lupus*, *Equus caballus*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Merckl*, *Bos primigenius*, *Bison priscus*, *Ovibos moschatus*, *Rangifer grœnlandicus*, *Alces machlis*, *Cervus elaphus*, *Elephas primigenius*. La prédominance de la « faune froide » sur les éléments caractériques de la « faune chaude » et l'absence d'*Elephas antiquus* et d'*Hippopotamus major* s'expliquent par la latitude élevée du gisement.

On signale enfin des tourbières interglaciaires à Klinge, près Kottbus, à Lauenburg et à Purmallen, dans la Prusse orientale. A Klinge on a même trouvé des squelettes entiers de Cervidés.

Sur les côtes septentrionales de la Russie, on connaît depuis longtemps d'importants dépôts marins interglaciaires, dont l'extension a été attribuée à une grande « transgression marine boréale ». On les avait envisagés comme postglaciaires, mais W. Ramsay a montré [XXVIII, 19] que non seulement ils reposent sur les dépôts de la glaciation principale du Nord de l'Europe, mais qu'ils supportent eux-mêmes, en quelques points, des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

dépôts morainiques de la dernière glaciation. Ils occupent, dans la presqu'île de Kola, des altitudes qui vont jusqu'à 150 m au-dessus du niveau actuel de la mer et qui n'ont jamais été atteintes par des dépôts marins plus récents.

Leur faune indique un climat plus modéré que le climat actuel. Elle ne comprend pas *Yoldia arctica*, qui indique des eaux très froides, et renferme

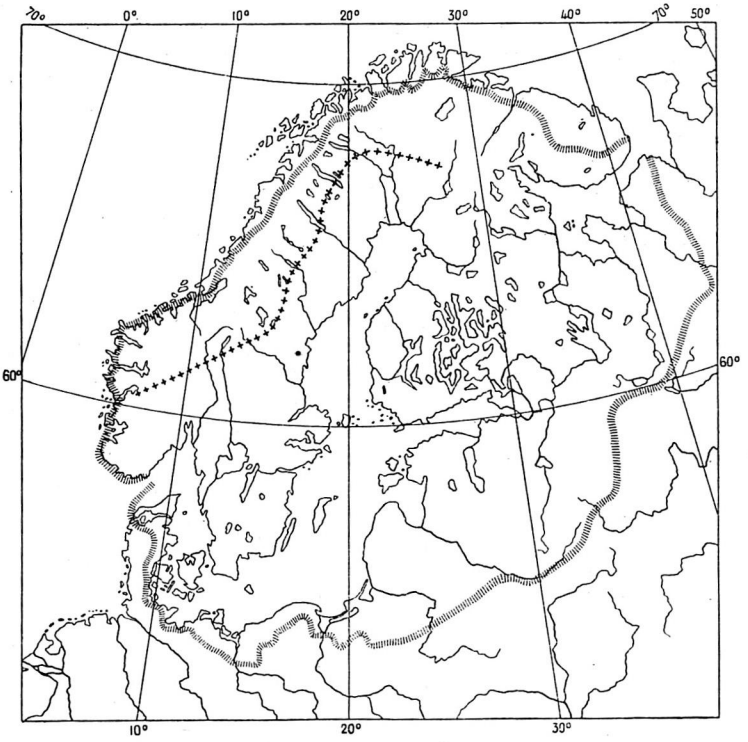


Fig. 461. — Carte représentant l'extension du glacier scandinave lors de la première phase de retrait de la dernière glaciation (d'après N. V. Ussing).

La ligne de croix indique l'emplacement du faîte de la calotte glaciaire (d'après Munthe).

par contre *Cardium edule* et *Astarte sulcata*, qui ne vivent plus actuellement sur les côtes septentrionales de la Russie.

La seconde période interglaciaire correspond, dans le Nord de la Russie, à une phase d'affaissement du sol, qui n'a pas son équivalent sur les bords de la Baltique.

Troisième extension glaciaire et moraines baltiques. — Après la seconde période interglaciaire, le glacier scandinave est de nouveau entré en crue et s'est étendu sur de vastes surfaces qu'il avait précédemment abandonnées. Il se faut de beaucoup, toutefois, qu'il recouvre des espaces aussi considérables que lors de la seconde glaciation. Le Centre de la Russie et les plaines situées au pied des chaînes hercyniennes ne sont plus recouverts et la nappe glaciaire n'atteint plus la Hollande et l'Est de l'Angleterre. Les limites extrêmes de cette troisième glaciation ne peuvent pas être déterminées avec précision, car il n'est pas toujours facile de séparer l'argile

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

à blocaux de la seconde glaciation de celle de la troisième. Les moraines frontales qui longent la côte méridionale de la Baltique ont été souvent envisagées comme le bord de la nappe glaciaire de la troisième période, mais elles ne sont en réalité que des moraines stadiaires, correspondant à des phases de retrait successives.

Ces *moraines baltiques* sont maintenant connues sur plus de 650 km, depuis le Jutland jusque dans la Prusse orientale (fig. 462). Elles forment des remparts parallèles, séparés par des plaines ou par des lacs. On les suit souvent sans interuption sur de grandes longueurs, leur tracé est sinueux et les divers lobes ont toujours leur concavité dirigée vers le nord. Elles ne sont pas contemporaines, comme le croyait G. De Geer [XXVII, 18], de celles de la Suède centrale et de la Finlande méridionale, qui appartiennent à une phase de retrait plus récente; elles font partie, comme l'ont établi W. Ramsay [XXVII, 19] et N.-W. Ussing [53], d'une traînée qui forme un circuit fermé autour du massif Finno-Scandinave (fig. 461). La presque totalité des innombrables lacs glaciaires de l'Europe septentrionale se trouve située à l'intérieur de ce tracé.

Dans le Sleswig-Holstein [54], les moraines baltiques constituent, non loin de la côte occidentale, une traînée de collines dirigée N.-S. Dans le Jutland [53], cette direction se poursuit jusqu'à la hauteur de Viborg, où elle subit une brusque inflexion vers l'ouest (fig. 461) et amorce ainsi le raccordement avec les moraines de la côte occidentale de la Norvège. Celles-ci se trouvent en général situées à une certaine distance du rivage et en sont séparées par une ancienne plaine d'abrasion marine, décrite par Hans Reusch [56], qui s'élève en pente douce vers l'intérieur, jusqu'à une altitude moyenne de 100 m, et qui est couverte de dépôts fluvio-glaciaires.

Les moraines baltiques de l'Allemagne du Nord ont fait l'objet de nombreux travaux de détail, que F. Wahnschaffe [48] et K. Keilhack [50] ont synthétisés dans une carte d'ensemble (fig. 462). A la traînée du Sleswig-Holstein se relie à l'est la ceinture mecklenbourgoise. Puis vient, au sud de Stettin, la ceinture de l'Uckermark et de la Neumark, qui correspond à un lobe bien individualisé du glacier. La ceinture poméramienne la rattache à l'est aux moraines de la Prusse occidentale et de la Prusse orientale. Les moraines situées entre l'Elbe et l'Aller, celles de la province de Saxe, celles du Brandebourg méridional et les trois ceintures parallèles de la Posnanie et de la Basse-Silésie appartiennent à des phases de retrait plus anciennes. Leur prolongement vers le S.W., en Pologne, n'a pas encore été étudié en détail. De même, les moraines baltiques du Nord-Ouest de la Russie sont encore insuffisamment connues, elles semblent constituer la ligne de partage entre les eaux qui, d'une part, vont à la mer Blanche, et celles qui, d'autre part, vont à la mer Noire et à la Caspienne.

En avant des ceintures morainiques se trouvent des formations fluvio-glaciaires, constituées par des graviers et des sables (*Sandr*), ordinairement couverts de bruyères. Elles se raccordent avec les formations glaciaires par des cônes de transition, dont la pente est extrêmement douce.

En arrière des moraines se développe le paysage morainique, avec ses lacs, ses mares sans écoulement (*Sölle*), ses drumlins, ses âsar, ou encore de grandes plaines relativement fertiles, dont le sol est formé de moraine de fond.

La présence de la calotte glaciaire et de remparts morainiques élevés a

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

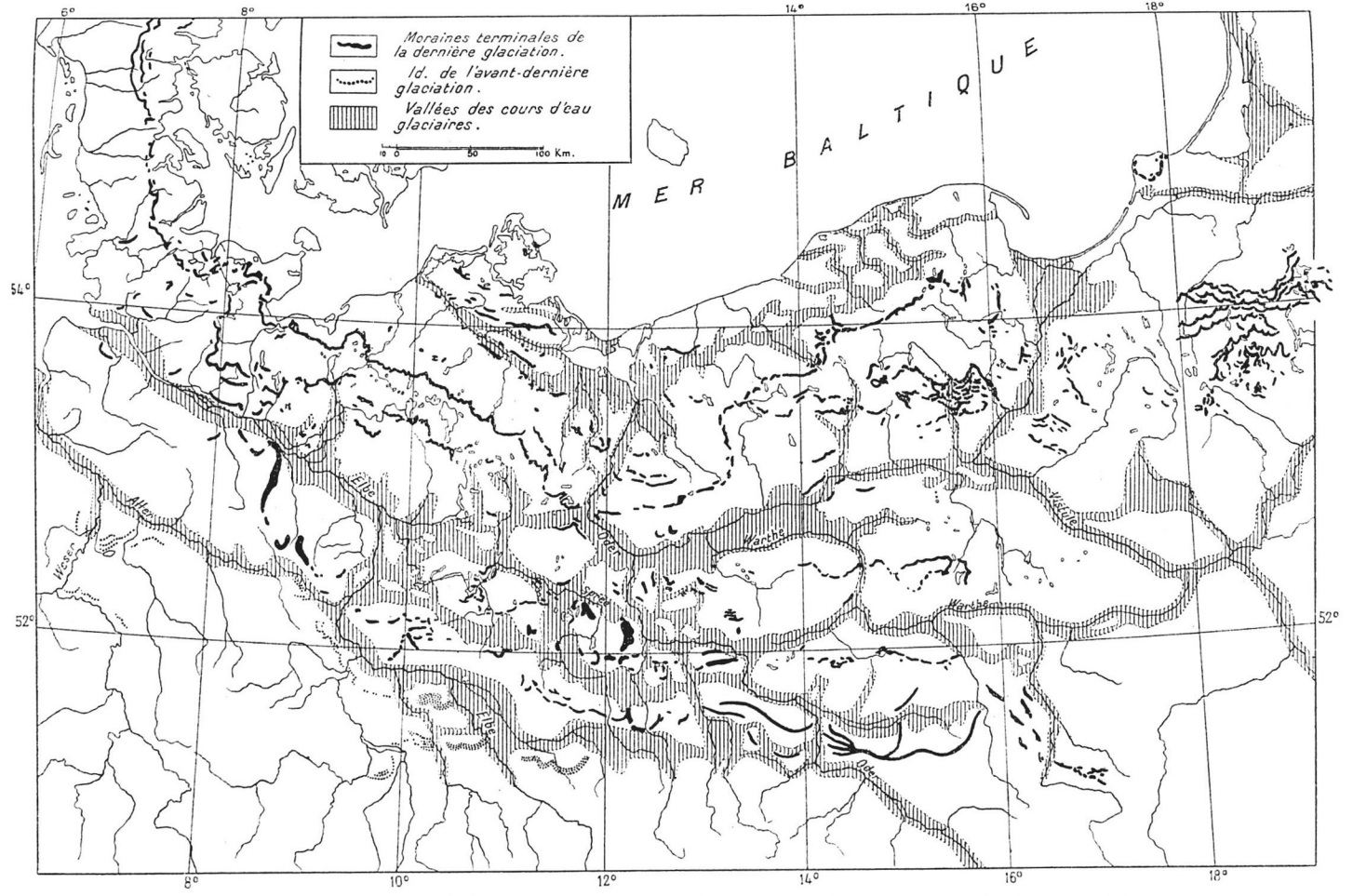


Fig. 462. — Les moraines terminales et les vallées glaciaires dans l'Allemagne du Nord (d'après K. Keilhack).

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

causé, dans le réseau hydrographique, de grandes perturbations, décrites magistralement par K. Keilhack [50]. Les grands cours d'eau de l'Allemagne du Nord ne pouvaient naturellement plus se déverser dans la mer Baltique et devaient chercher leur chemin vers l'ouest, c'est-à-dire vers la mer du Nord. C'est ainsi que, lors du maximum de la troisième glaciation, un grand fleuve longeait le front du glacier, comprenant le cours supérieur de l'Oder, le cours moyen de l'Elbe et se jetait par l'Aller dans la Weser (fig. 462). Lors d'une première phase de retrait du glacier, ce cours d'eau se trouva reporté plus au nord, l'Oder devint tributaire, non plus de la Weser, mais du cours inférieur de l'Elbe. Lors des phases suivantes, un fleuve unique drainait toute la plaine de l'Allemagne du Nord, depuis les confins de la Pologne jusqu'à l'embouchure de l'Elbe. Son ancienne vallée correspond à une dépression, traversée aujourd'hui par des tronçons de la Vistule, de la Netze, de l'Oder et de l'Elbe. Le réseau hydrographique actuel n'a commencé à s'établir que lorsque le glacier eut abandonné les rives méridionales de la Baltique. Les cours d'eau se frayèrent un passage au travers des ceintures morainiques.

W. Ramsay [XXVIII, 19] a signalé, dans le Nord de la Russie, des déviations de cours d'eau tout à fait analogues et dues aux mêmes causes. L'extension de la nappe glaciaire au delà de la mer Blanche a eu pour résultat de refouler vers l'est les cours d'eau qui se jettent actuellement dans cette mer et de rendre la Dvina et la Pinega tributaires du golfe de Mesen.

Nous savons peu de chose sur les premières phases de la dernière glaciation en Suède. Il est établi, par la direction des stries, que dans le Sud de la Scanie [XXXII, 18; XXXIII, 22 *bis*] l'écoulement de la glace se faisait du S.W. au N.E. (fig. 459), c'est-à-dire suivant une direction perpendiculaire à celle qui caractérise la seconde glaciation et à peu près conforme à celle de la première. Cette même direction se retrouve dans l'île de Bornholm. Par contre, on n'observe, dans le Nord de la Scanie, que la direction N.W.-S.E. On est en droit dès lors de se demander si les stries généralement attribuées à la seconde glaciation ne datent pas en réalité du début de la troisième, la calotte glaciaire ayant continué à occuper toute la Suède méridionale pendant la seconde période interglaciaire. La glace ayant fondu dans la région située plus au nord, le changement de direction des stries résulterait alors du fait que le courant de glace venant du N.E. avait cessé de dévier vers le sud le courant qui suivait la dépression de la Baltique et qui pouvait désormais s'étendre librement sur la Scanie. Conformément à cette hypothèse, on constate que les âsar à direction N.E. se raccordent immédiatement par une conversion avec ceux dont la direction est E.S.E.

Stade de retrait du glacier et moraines scandinaves. — En arrière des moraines baltiques se développent, dans le Sud de la Norvège et de la Suède et sur les bords du golfe de Finlande, les *moraines scandinaves*, qui correspondent à des phases de retrait plus récentes de la calotte glaciaire.

Les plus anciennes se trouvent dans le Sud de la Suède, elles forment, au nord de la Scanie, trois ceintures parallèles. Elles suivent d'abord la côte du Kattegat et décrivent ensuite une grande courbe, concave vers le nord. Les deux plus septentrionales traversent, en subissant un rebroussement, le détroit de Kalmar, puis l'île d'Œland. La seconde se retrouve dans l'extrême sud de l'île de Gotland, la troisième dans l'île d'Œsel et en Esthonie [57, 61].

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Les moraines les plus internes ont été suivies sur une longueur bien plus considérable. Dans le Sud de la Norvège une grande moraine, connue dans le pays sous le nom de *ra*, longe la côte du Skagerrak, traverse le fjord de Christiania, en changeant brusquement de direction, pour gagner la

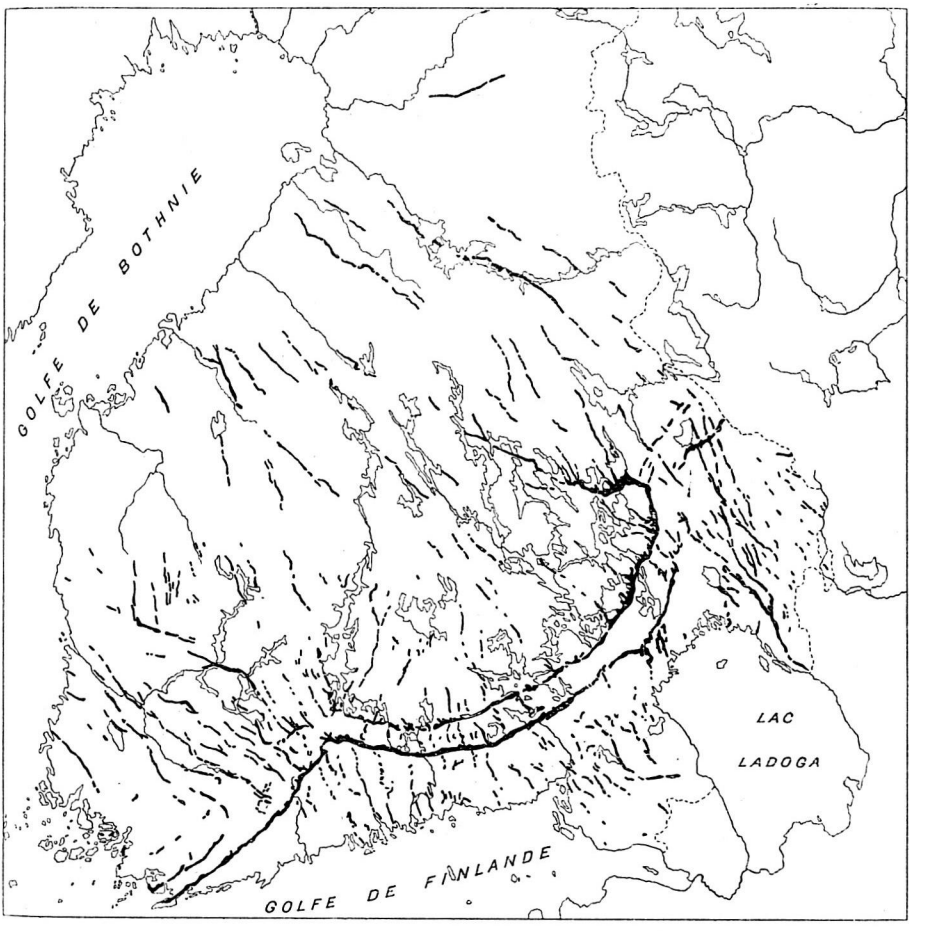


Fig. 463. — Les deux moraines de retrait (*salpausselkä*) et les åsar dans la Finlande méridionale (d'après J. J. Sederholm).

Suède et se raccorder avec l'un des groupes de la région des Grands Lacs. Elle est accompagnée de plusieurs moraines moins importantes, qui lui sont parallèles. Nous aurons l'occasion d'y revenir.

Quelques moraines assez effacées se trouvent au sud de la dépression du lac Vettern, mais les plus importantes ceintures morainiques de la Suède méridionale sont au nombre de trois. Elles sont à peu près parallèles et décrivent une immense courbe, largement ouverte vers le nord. Elles coupent la pointe sud du lac Venern, traversent le lac Vettern et aboutissent à la Baltique à l'est de Norköping. Elles se poursuivent, quoique très atténuées, vers le N.E., dans le sud de l'archipel de Stockholm.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

On les retrouve dans le Sud de la Finlande (fig. 463), sous la forme de deux grands remparts morainiques parallèles, distants de 20 à 30 km [55]. Le plus méridional, qui est aussi le plus important, est connu dans le pays sous le nom de *Salpausselkä*. Il s'étend de Hangö à Lahtis, avec une orientation S.W.-N.E., puis change de direction et forme un grand arc de cercle ouvert au N.W., que l'on suit jusqu'en Carélie, où il cesse de former une ligne continue. Il offre un grand intérêt économique, car le tracé des routes et des chemins de fer s'est adapté à son parcours, à cause de ses ressources en cailloutis et du substratum relativement stable qu'il leur fournissait.

La plupart de ces moraines terminales, principalement en Norvège et en Finlande, au lieu d'être constituées, comme à l'ordinaire, par un amas confus de blocs, sont plus ou moins stratifiées et sont composées de couches alternantes de graviers et de sable, quelquefois avec intercalations de matériaux plus grossiers, présentant l'aspect morainique habituel. On explique cette particularité en attribuant à ces moraines une origine sous-marine ou sous-lacustre.

Les âsar jouent, aussi bien en avant qu'en arrière des moraines terminales scandinaves, un rôle tout à fait capital; ils constituent un des traits dominants de la topographie, notamment dans la Suède méridionale et centrale et en Finlande, où ils figurent sur les belles cartes des formations quaternaires dues à G. De Geer [57] et à Sederholm [55]. Ils forment des remparts plus ou moins crêtés, hauts d'une cinquantaine de mètres environ et peuvent être suivis sur une très grande longueur, perpendiculairement à la direction des moraines frontales. Vers l'amont, on les voit fréquemment se bifurquer. Ces caractères ne laissent aucun doute sur leur origine, qui a été indiquée précédemment (p. 462). Les coupes naturelles ou artificielles permettent d'ailleurs d'y observer toutes les particularités de la stratification torrentielle.

Un de ces âsar traverse la ville de Stockholm. Un autre, situé plus à l'ouest, servait de base, à Gamle Upsala, aux célèbres tumulus de l'âge du Bronze (pl. CXXXI, 1). Il a été suivi vers le sud jusqu'à la mer.

La direction des stries glaciaires est presque partout rigoureusement parallèle à celle des âsar. Il en est de même des alignements de drumlins. Un grand nombre de lacs sont également orientés de telle sorte que leur axe suit cette même direction. Il ne peut ainsi subsister aucun doute quant à leur origine par creusement glaciaire (pl. CXXXI, 2).

D'autres lacs finno scandinaves sont, par contre, des lacs de barrage, soit que la moraine frontale ait fonctionné comme digue, soit que le glacier lui-même ait fait obstacle à l'écoulement de l'eau. C'est dans cette dernière catégorie que viennent se ranger les nombreux lacs glaciaires qui, dans le Norrland, occupent le haut de toutes les vallées, à l'est de la ligne de partage des eaux actuelles, et qui, avant le retrait complet des glaces, couvraient des surfaces beaucoup plus étendues que de nos jours. Ils ont fait récemment l'objet d'un magnifique mémoire d'Axel Gavelin et A. G. Högbom [62, 63]. Leur situation toute particulière s'explique de la manière suivante.

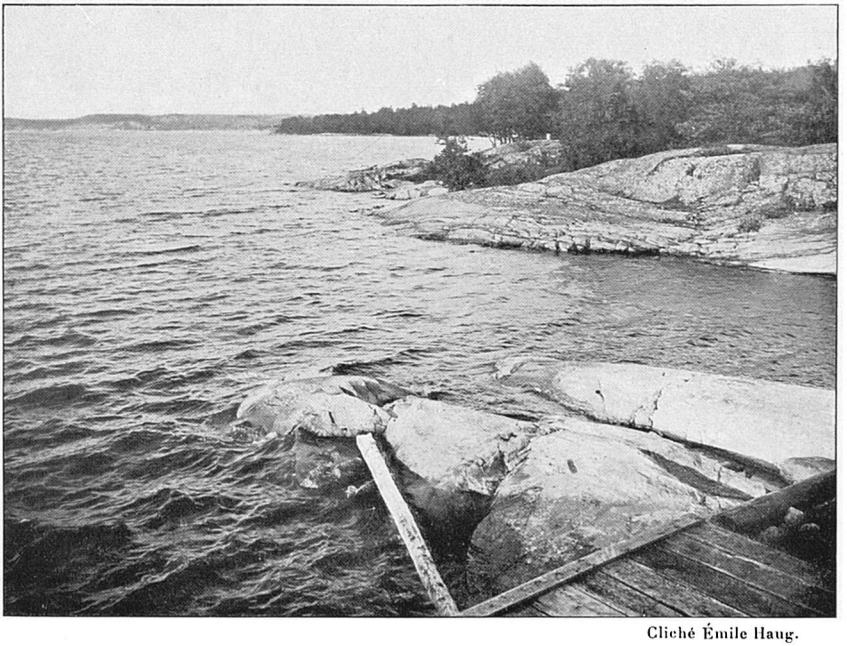
Vers la fin de la dernière époque glaciaire, l'axe du glacier scandinave, c'est-à-dire la ligne de part et d'autre de laquelle se faisait l'écoulement de la glace, était situé à peu près à égale distance de la côte norvégienne et du golfe de Bothnie (fig. 461). Il ne coïncidait pas avec la ligne de partage des eaux actuelle. Sa direction était N.N.E.-S.S.W.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Cliché Émile Haug.

Âs de gamla upsala (Suède)



Cliché Émile Haug.

EXCAVATIONS CREUSÉES PAR LE GLACIER SCANDINAVE.

Archipel de Stockholm.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Lorsque le glacier eut abandonné la crête des montagnes, ses eaux de fonte continuèrent à se déverser vers l'Altantique et se frayèrent un passage par les cols. Tandis que le glacier se retirait graduellement, les

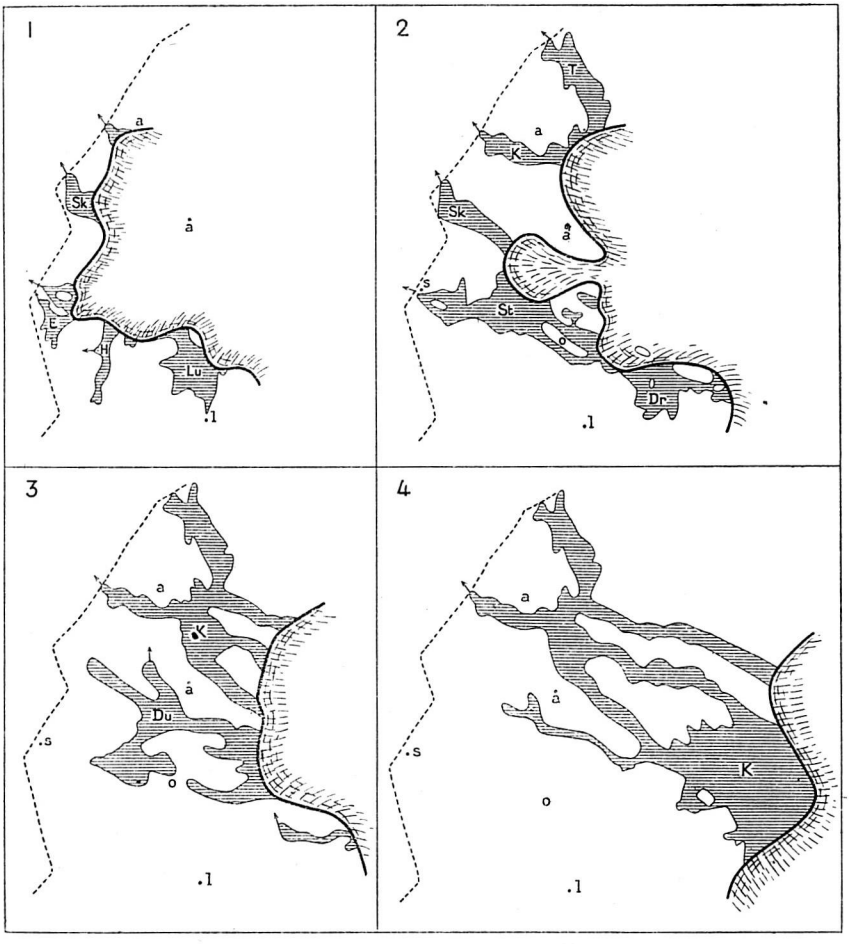


Fig. 464. — Lacs glaciaires du Norrland (Suède) pendant les phases de retrait de la dernière glaciation (d'après A. G. Högbom).

1, 2, 3, 4, phases successives du retrait. — Le grisé horizontal indique l'extension des lacs; le trait interrompu représente la ligne de partage des eaux actuelle; le trait plein indique l'emplacement du front du glacier lors des retraits successifs. — T, lac de Torrö; K, lac de Kall; Sk, lac de Skal; St, lac de Storlie; Du, lac de Dufed; Dr, lac de Drom. *a*, Anjeskutan; å, Areskutan; *o*, Ottfjäll; *s*, Storlien.

eaux s'accumulaient dans la dépression située entre son front et la crête des montagnes et il se forma des lacs (fig. 464). A mesure que le front du glacier reculait, les lacs augmentaient de surface, mais ils continuaient à se déverser par des gorges étroites vers la côte de Norvège. Ce n'est que lorsque la calotte glaciaire eut entièrement disparu que les lacs se frayèrent une issue vers le golfe de Bothnie. Les gorges qui précédemment servaient

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

de passages à leurs émissaires furent abandonnées et transformées en vallées sèches ou occupées par de simples ruisseaux. Des terrasses, dont le sommet est beaucoup plus élevé que le niveau actuel, ont permis de reconstituer l'ancienne extension des lacs.

Invasion marine. — Pendant que le glacier scandinave se retirait graduellement, les espaces qu'il abandonnait étaient envahis en grande partie par la mer, d'autres régions étaient occupées par des lacs, d'autres enfin restaient exondées et se couvraient de végétation. On a conclu de l'invasion marine à un affaissement du sol s'étendant à tout le massif Finno-Scandinave. Le résumé des observations locales va nous révéler des faits plus complexes.

L'une des régions où la succession des dépôts postérieurs à la dernière glaciation a été analysée avec le plus de succès est celle de Christiania; les changements de niveau dont elle a été le théâtre ont fait l'objet, de la part de W. C. Brøgger [XXVII, 20], d'un mémoire d'une importance capitale.

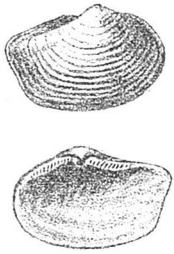


Fig. 465. — *Yoldia* (*Portlandia*) *arctica*, gr. nat. (d'après W. C. Brøgger).

Argiles à *Yoldia*. Ranviken, Norvège.

Il a déjà été question plus haut du *ra*, cette grande moraine frontale, qui marque un temps d'arrêt dans la fusion du glacier. En avant de ce rempart, on rencontre, sur la côte méridionale, les argiles à *Yoldia* inférieures, qui reposent sur des dépôts glaciaires, mais font entièrement défaut en arrière du ra. On peut admettre que l'on est en présence d'une boue fine, déposée dans la mer, en avant du front du glacier, par les eaux de fonte. La faune comprend de nombreux Mollusques arctiques, qui vivent, pour la plupart, de nos jours dans la mer de Kara, à des profondeurs ne dépassant pas 30 m (*Yoldia* ou *Portlandia arctica* de grande taille, fig. 465; *Tellina* ou *Macoma calcaria*).

Les argiles à *Yoldia* se continuent sous la mer, sur toute la côte de Norvège, jusqu'à des profondeurs de plus de 70 brasses, comme l'indiquent les coquilles fossiles que la drague a rapportées. On peut en conclure que le dépôt de ces argiles a été suivi d'un affaissement général de la région littorale.

Au-dessus vient une argile à *Yoldia* plus récente, dans laquelle les espèces caractéristiques atteignent des dimensions moindres que dans le niveau inférieur. On y trouve aussi des formes d'un type moins arctique, mais indiquant une plus grande profondeur de la mer : 40 à 60 m. L'affaissement s'est donc continué.

Ces argiles sont recouvertes par une série d'argiles à *Arca glacialis*, indiquant des profondeurs croissantes et un caractère de moins en moins arctique de la faune. En même temps, le glacier s'est retiré graduellement, stationnant encore une fois un temps insuffisamment long pour permettre la formation, en arrière du ra, d'une grande moraine frontale, le ra intérieur. L'argile à *Arca* moyenne se rencontre entre les deux ras, qui ont dû se former au-dessous du niveau de la mer, comme l'indique la disposition stratifiée des sables et des graviers qui les constituent. Trois moraines frontales se formèrent encore en arrière des deux précédentes, et la mer continua d'envahir l'espace qu'elles occupaient, déposant des argiles dans leurs intervalles.

C'est à ce moment que l'affaissement de la région de Christiania atteint son maximum; la mer s'élevait à un niveau supérieur de 215 m environ au niveau actuel. Désormais le sol va subir une élévation graduelle, marquée

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

par une succession de plages anciennes, étagées à des altitudes décroissantes.

On peut encore attribuer au Quaternaire moyen des bancs littoraux, à *Mya truncata* var. *uddevallensis* (fig. 466), *Buccinum undatum*, *grœnlandicun*, etc., dont la faune ne comprend qu'un petit nombre d'espèces arctiques et indique des conditions de température analogues à celles que l'on rencontre de nos jours dans le Nord de la Norvège.

Les argiles à *Yoldia* affleurent également dans la presqu'île de Vendsyssel, la pointe septentrionale du Jutland. Elles sont recouvertes par des sables à *Zirphæa crispata*, *Mytilus edulis*, *Cyprina islandica*, qui s'élèvent jusqu'à une altitude de 25 m.

Les dépôts marins de la fin de la dernière période glaciaire jouent un rôle assez important sur la côte occidentale de la Suède méridionale, jusqu'en Scanie. Ceux de la région d'Uddevalla sont célèbres par les coquilles arctiques que l'on y rencontre. Ils étaient déjà connus de Linné. G. De Geer [59] les a étudiés avec beaucoup de soin et de sagacité et a reconnu, à Kapellbacken, près d'Uddevalla, la succession suivante :

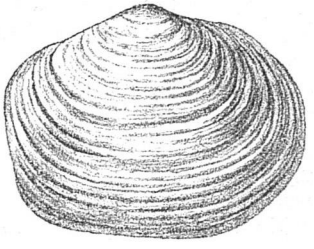


Fig. 466. — *Mya truncata*, gr. nat. (d'après W. C. Brøgger). Argiles à Yoldia. Nidelven, Norvège.

1° dépôts morainiques;

2° argile (3 m) à *Yoldia* (*Portlandia*) *arctica*, *Arca glacialis*, *Tellina* (*Macoma*) *calcaria* de grande taille, (phase « gothiglaciaire »);

3° lit coquillier (5 m), avec *Mytilus edulis*, *Anomia ephippium*, *Cardium edule*, *Tellina calcaria*, *Mya truncata*, *Saxicava rugosa*, *Littorina litorea*, *Hydrobia ulvæ*, *Trophon clathratum*, *Balanus crenatus* (régression « finiglaciaire »);

4° argile sableuse (1 m), avec *Mytilus edulis*, *Crenella virgata*, *Astarte borealis*, *Saxicava rugosa*, *Puncturella noachina*, *Cingula castanea*, *Trophon clathratum*, *Balanus Hameri*, *crenatus*, *Verruca Strœmia* (transgression « finiglaciaire »);

5° sables et lits coquilliers, avec *Mytilus edulis*, *Ostrea edulis*, *Cardium edule*, *Saxicava rugosa*, *Littorina rudis*, *litorea*, *Lacuna divaricata*, *Rissoia membranacea*, *Bittium reticulatum*, *Nassa reticulata* (régression « postglaciaire »).

La présence d'un lit coquilier (3), déposé incontestablement à une très faible profondeur, entre deux couches d'argiles, dont le dépôt s'est effectué à une profondeur beaucoup plus considérable, a conduit G. De Geer à conclure à l'existence d'une phase de soulèvement, séparant deux phases d'affaissement et préludant en quelque sorte à la phase de soulèvement postglaciaire. La succession des mouvements serait donc plus complexe qu'en Norvège.

La mer qui déposait des argiles à *Yoldia* pendant le retrait du glacier ne s'est pas avancée seulement sur le Sud de la Norvège et sur la région littorale de la Suède occidentale, elle a envahi également la Suède centrale et orientale, c'est-à-dire toute la région des grands lacs, l'archipel de Stockholm et les plaines situées au nord de la capitale. La Suède méridionale se trouvait ainsi séparée par un bras de mer du massif Scandinave; elle était, par contre, reliée par un isthme étroit aux îles Danoises, qui étaient elles-mêmes réunies au Jutland et au continent. La mer Baltique occupait une surface beaucoup plus vaste qu'à l'époque actuelle : elle occupait toutes les plaines basses qui entourent le golfe de Bothnie; elle débordait au delà des rivages actuels du golfe de Riga et englobait le lac Peïpous; elle recouvrait toute la Finlande méridionale et s'étendait vers l'est sur la

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

région des lacs Ladoga et Onéga, communiquant avec la mer Blanche et l'océan Arctique par d'étroits chenaux. La salure de cette « mer à *Yoldia* » n'était voisine de la normale que dans l'Ouest de la Suède, où sa faune comprend des Foraminifères, des Lamellibranches (*Pecten islandicus*, *Mytilus edulis*, *Yoldia arctica*, *lenticula*, *Astarte borealis*, *Banksi*, *Cyprina islandica*, *Mya truncata*, *Saxicava arctica*, *Corbula gibba*), des Gastéropodes (*Natica grœnlandica*, *Buccinum grœnlandicum*, *terræ novæ*, *Neptunea despecta*, *Trophon clathratum*), des Ostracodes, des Cirripèdes, un Isopode (*Idothea entomon*), des Poissons, des Cétacés (*Balæna mysticetus*, *Delphinapterus leucas*, *Balænoptera rostrata*, *Monodon monoceros*), des Pinnipèdes (*Phoca barbata*, *grœnlandica*). C'est là une association d'espèces qui indique des eaux dont la température était celle des mers arctiques. *Yoldia arctica* se trouve de nos jours dans des mers dont la température est comprise entre 0 et + 2°.

La faune devient de plus en plus pauvre à mesure que l'on se dirige vers l'est. Les Mollusques se réduisent à *Yoldia arctica*, qui, à Skara, est de très petite taille. Dans les dépôts de même âge des bords de la Baltique les fossiles ont entièrement disparu, en raison sans doute de la dessalure complète de la mer par les eaux de fonte du glacier et des ice-bergs [61].

Les dépôts de la mer à *Yoldia* sont principalement des argiles, mais les sables et les galets de plage ne font pas défaut. Les argiles renferment souvent des concrétions de formes bizarres, connues sous le nom de *pierres d'Imatra*. L'altitude à laquelle on rencontre aujourd'hui les dépôts de la mer à *Yoldia* est essentiellement variable. On a vu précédemment (p. 502) qu'en reliant les points où ces dépôts se trouvent à la même cote G. De Geer a pu construire les isobases de la mer à *Yoldia* (fig. 193), et mettre ainsi en évidence les déformations qu'a subies le massif Finno-Scandinave postérieurement à l'affaissement qui a donné lieu à l'invasion marine de la fin de l'époque glaciaire. Mais le caractère le plus intéressant de l'argile à *Yoldia* c'est l'aspect fréquemment stratifié ou plus exactement zoné qu'elle présente au voisinage du front du glacier et qui est dû aux variations saisonnières dans la sédimentation, les lits clairs étant déposés pendant la saison d'été, les lits foncés pendant la saison d'hiver.

G. De Geer [58] a tiré parti de cette particularité pour évaluer en années le temps nécessaire au retrait des glaces, le nombre des lits clairs en un lieu donné correspondant au nombre d'années qu'a nécessité leur dépôt. Or, comme on devait s'y attendre, le nombre des lits va en augmentant du nord vers le sud, car chaque été le front de la glace reculait d'un cran et le lit annuel s'étendait transgressivement sur une bande que le lit de l'année précédente n'avait pas atteinte. L'épaisseur du lit formé au cours d'un été varie d'une année à l'autre, suivant l'intensité de la fonte. De même la distance entre deux fronts successifs varie suivant la température de l'été. Les recherches de G. De Geer et de ses élèves ont montré qu'au début le retrait annuel n'était que de 50 m par an, le climat étant resté assez rigoureux. Plus tard, lorsque le front du glacier se fut retiré jusque vers la région des Grands Lacs, le retrait était plus rapide et variait de 100 à 130 m par an. Les grandes moraines terminales de la Suède centrale correspondent à un stationnement du front du glacier d'une durée de 100 à 200 ans. Le retrait ne fut plus, pendant environ 300 ans, que de 20 m par an. Puis le climat devint plus doux et le retrait annuel s'éleva graduellement à 75, 100, 150 et même 200 m par an. A Stockholm, il était déjà de 250 m, à Upsal de 300 et, plus au nord, il atteignait 400 m.

Partant de ces données, G. De Geer s'est trouvé conduit à évaluer à

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

environ 5 000 ans le temps qu'il a fallu au glacier pour se retirer depuis le Nord-Est de la Scanie jusque dans le Norrland.

Les résultats fournis par l'analyse des lits de l'argile marine sont complétés par l'étude des formations fluvio-glaciaires.

Les âsar sont constitués, comme il a été dit plus haut, par les cônes de déjection successifs formés, en avant du front du glacier, au débouché des torrents sous-glaciaires. A chaque retrait se forme un nouveau centre de sédimentation; les cônes successifs s'ajoutent bout à bout et donnent à l'âs une disposition en chapelet (pl. CXXXI, 1), qui permet d'évaluer la part qui revient à chaque année.

Lorsque le front du glacier restait stationnaire pendant un ou plusieurs siècles, les matériaux rejetés tous les ans par le torrent sous-glaciaire s'accumulaient en avant de la moraine stadiaire, donnant naissance à un *âs transversal*, qui peu à peu se transformait en une *terrasse marginale*, constituée par des couches de gravier superposées. Celles-ci se déposaient sur le fond du lac ou de la mer qui baignait le talus extérieur de la moraine et en général le sommet de la terrasse atteignait presque le niveau maximum occupé par les eaux. Comme ensuite un chenal a entamé la terrasse marginale pour laisser passer les eaux de fonte du glacier, G. De Geer admet que ce creusement ne peut s'expliquer que par un soulèvement contemporain du retrait de la glace. Dans son esprit, le pays avait déjà subi son maximum d'affaissement au moment où il portait la calotte glaciaire; contrairement à l'opinion courante, la fonte du glacier aurait été accompagnée, non d'un affaissement du sol, mais d'un soulèvement. Nous aurons à revenir plus loin sur cette profonde divergence dans l'interprétation des faits entre plusieurs auteurs d'une rare autorité.

Dans les régions de la Suède méridionale qui n'ont pas été envahies par la mer à *Yoldia* et notamment dans la partie centrale de la Scanie, on a signalé depuis longtemps des argiles et des sables avec Végétaux arctiques, qui fournissent de précieux renseignements sur le climat de la région aussitôt après le retrait des glaces. Découverts en 1870 par Nathorst et envisagés tout d'abord comme préglaciaires ou interglaciaires, ces dépôts datent en réalité de la fin de la dernière époque glaciaire [64], ainsi que le montre leur superposition constante à la moraine de fond de cette glaciation. Ils ont manifestement pris naissance dans des lacs de petites dimensions.

Les espèces les plus communes sont les suivantes : *Salix herbacea*, *polaris*, *Betula nana*, *Dryas octopetala*. Les couches supérieures renferment d'ordinaire *Salix phylicifolia* et *Lapponum*. D'autres niveaux ont fourni des Végétaux aquatiques, tels que *Potamogeton prælongus*, *filiformis*, *Myriaphyllum spicatum*, *Batrachium confervoides*. Toutes ces espèces indiquent un climat beaucoup plus rigoureux que le climat actuel et se retrouvent soit au Spitzberg, soit au Grœnland.

Cette flore arctique n'est pas connue dans le Centre de la Suède, où les surfaces abandonnées par le glacier et restées au-dessus du niveau de la mer se sont tout de suite couvertes de forêts de *Pinus sylvestris*, essence qui n'est représentée, dans les couches à *Dryas octopetala* de Scanie, que par son pollen, probablement transporté par le vent de contrées lointaines, telles que l'Allemagne du Nord ou la Pologne.

Les Végétaux sont quelquefois accompagnés d'ossements de Renne et d'autres Vertébrés (*Lagopus albus*, *Arvicola raticeps*). Les Crustacés sont représentés par *Cytheridea torosa* et *Lepidurus glacialis*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Des dépôts renfermant les mêmes espèces végétales que les couches à *Dryas octopetala* de Scanie ont été rencontrés également au Danemark et dans la plaine de l'Allemagne du Nord. On peut citer notamment les gisements de Projensdorf, dans le Sleswig-Holstein, des environs de Lübeck, de diverses localités du Mecklenbourg, du lac de Krampwitz, en Poméranie, et de Schroop, dans la Prusse occidentale [66].

c) Quaternaire récent.

Les divers pays de l'Europe septentrionale qui ont été atteints par la dernière glaciation scandinave se sont comportés d'une manière très différente au cours de la période qui a suivi la phase de retrait des glaces. Aussi est-il nécessaire d'étudier séparément, dans chacun d'eux, les événements géologiques qui se sont succédé pendant le Quaternaire récent.

Côte occidentale et septentrionale de la Norvège. — La dernière phase du Quaternaire a été, pour le massif Finno-Scandinave, une période de soulèvement. Sur les côtes atlantiques de la Norvège ce mouvement se traduit par un abaissement par saccades du niveau de la mer. A chaque temps d'arrêt dans le soulèvement correspond la formation d'une terrasse (*mo*), constituée par des sables, des graviers, des amas de coquilles, accolés à un niveau constant sur les parois des fjords. Généralement on observe en outre, au-dessus de chaque terrasse, une ligne de rivage (*seter*), sous la forme d'une entaille dans les escarpements du littoral, qui dessine à peu près une courbe de niveau. Tandis que les terrasses sont des sédiments déposés dans le fond des fjords, les lignes de rivage marquent le niveau qu'occupait la mer et sont dues à l'action des vagues sur le littoral.

La plus haute terrasse a son sommet à 180 m au-dessus du niveau de la mer, les terrasses plus récentes se trouvent respectivement aux altitudes de 170, 112 et 76 m.

La surface des terrasses et le tracé des lignes de rivage ne sont pas rigoureusement horizontaux, leur niveau s'élève insensiblement vers l'intérieur des terres. Nous savons déjà (p. 501) que, postérieurement au dépôt des argiles à *Yoldia*, le massif Finno-Scandinave a subi un soulèvement en masse, qui a atteint son maximum dans le centre, tandis que sur la périphérie se trouve une ligne suivant laquelle le soulèvement était nul. Cette isobase passait au large de la côte actuelle de la Norvège (fig. 193).

Environs de Christiania. — Les travaux de W. C. Brøgger [XXVIII, 20; 67] permettent de donner une analyse détaillée des oscillations qu'a subies la région de Christiania postérieurement à l'époque glaciaire.

Nous avons encore attribué au Quaternaire moyen les bancs à *Mya truncata* qui marquent le début du soulèvement consécutif du retrait du glacier. La série des formations postglaciaires débute par des argiles à *Cardium*, soulevées aujourd'hui à une altitude que l'on peut évaluer à 50-60 % du soulèvement total. On distingue au-dessus de ces argiles d'abord des bancs à *Ostrea edulis*, puis une succession de bancs littoraux à *Tapes decussata*, auxquels correspondent, au large, des argiles à *Isocardia cor* et des argiles plus récentes à *Scrobicularia piperata*. Dans ces dépôts successifs, les faunes se modifient graduellement : dans la plus ancienne faune postglaciaire, on rencontre, pour 4 espèces arctiques, 12 espèces boréales et 6 espèces lusitaniennes; dans la plus récente, la proportion est de 3 espèces arctiques, pour 9 espèces boréales et 10 espèces lusitaniennes. Ces faunes postgla-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

ciaires renferment un certain nombre d'éléments qui n'existent pas dans la faune actuelle du littoral de la Norvège méridionale et qui indiquent une température un peu plus élevée que celle de l'époque actuelle.

La formation des bancs à *Tapes decussata* correspond à un temps d'arrêt dans le soulèvement, que l'on peut évaluer à 66 à 97 % du soulèvement total.

Les argiles récentes à *Mya arenaria* et les plages correspondantes se rencontrent souvent à quelques mètres au-dessus du niveau de la mer. Le soulèvement s'est donc continué jusqu'à l'époque actuelle.

De grands tranchets, « Skivespalter », du début du Néolithique ont été trouvés au niveau des bancs inférieurs à *Tapes decussata*. Des haches polies ont été rencontrées, par contre, dans les argiles à *Scrobicularia* et au niveau le plus récent des couches à *Tapes*.

Bassin de la Baltique. — Tandis que sur les côtes de Norvège la série post-glaciaire est représentée exclusivement par des formations marines, il n'en est pas de même dans le bassin de la Baltique, dont la forme générale ne différait pas beaucoup de la forme actuelle, mais dont la salure était soumise à de grandes variations. Les travaux classiques de G. De Geer [XXVIII, 18] et de H. Munthe [61, 68, 69] ont fait connaître les phases successives de l'histoire de la Baltique au cours de l'époque Quaternaire récente.

Par suite d'un soulèvement des régions méridionales du bassin, que Munthe évalue à environ 125 m par rapport au niveau actuel, les communications de la mer à *Yoldia* avec l'Océan furent coupées et la mer fut graduellement transformée en un lac d'eau douce, le LAC A ANCYLUS, ainsi nommé d'un de ses habitants les plus caractéristiques, *Ancylus fluviatilis*. Ce lac se déversait d'abord par la Néricie, puis par la région de Karlsborg et finalement par le Sund. Sa surface était beaucoup plus considérable que celle de la Baltique actuelle (570 000 km² au lieu de 440 000), car tout l'archipel de Stockholm était sous les eaux, ainsi que les régions littorales du golfe de Bothnie, et le lac de Ladoga faisait partie intégrante du golfe de Finlande [XXVIII, 18].

Au large se déposaient des argiles très riches en Diatomées. Les plages, particulièrement bien développées en Néricie, aux environs d'Upsal, dans l'île de Gotland [61, 69] et en Esthonie, étaient constituées par des graviers et des sables. On y trouve plusieurs espèces de *Pisidium*, de nombreux Gastéropodes (*Neritina fluviatilis*, *Paludina impura*, *Valvata cristata*, *Bithinia tentaculata*, *Planorbis contortus*, *Limnæa palustris*, *ovata*, *Ancylus fluviatilis*, *lacustris*), des Ostracodes, des restes de Poissons, de Pinnipèdes (*Halichœrus grypus*).

Les altitudes auxquelles se trouvent portées actuellement les plages du lac à *Ancylus* oscillent entre — 20 m (Courlande) et + 100 m [69]. A Gothland, elles sont comprises entre 19 et 45 m, et la surface de l'île n'atteignait pas la moitié de sa surface actuelle.

Une nouvelle phase d'affaissement fait suite à la phase de soulèvement qui avait isolé le lac à *Ancylus*. La mer envahit de nouveau la région des détroits danois. Le bassin de la Baltique communique largement avec l'Océan, et devient une mer, connue sous le nom de *mer à Littorines*, dont la salure est supérieure à celle de la Baltique actuelle. Des dépôts marins reposent, dans la Suède méridionale, sur des tourbières contemporaines du lac à *Ancylus*. Sur les côtes du Holstein, du Mecklenbourg, la mer à Littorines pénétrait dans les estuaires. Dans les provinces Baltiques de la

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Russie, ses plages forment un cordon parallèle au rivage actuel. Le golfe de Finlande débordait vers le nord et englobait le lac Ladoga. L'archipel de Stockholm était encore sous les eaux et le golfe de Bothnie occupait une surface supérieure à son étendue actuelle.

Les dépôts de la mer à Littorines sont principalement des argiles, mais les cordons littoraux sont, ici aussi, constitués par des sables et des graviers.

La faune comprend des Foraminifères, des Lamellibranches (*Mytilus edulis, Cardium edule, Tellina baltica*), des Gastéropodes (*Neritina fluviatilis, Rissoia inconspicua, Littorina litorea, Hydrobia ulva*), des Ostracodes, des Poissons, des Pinnipèdes (*Phoca fœtida, grœnlandica*).

H. Munthe [68, 69] conclut des dimensions de certaines espèces de Mollusques que la salure allait, comme aujourd'hui, en diminuant depuis les détroits jusqu'au fond du golfe de Bothnie, mais qu'à égale distance de l'entrée, elle était plus élevée dans la mer à Littorines que dans la Baltique actuelle. La composition de la faune indique également une température supérieure à celle d'aujourd'hui, car certaines espèces se rencontraient à des latitudes plus élevées.

G. De Geer [XXVIII, 18] et H. Munthe [68] ont pu reconstituer les isobases de la mer à Littorines. Leurs tracés décrivent des courbes fermées concentriques et en général parallèles à celles de la mer à *Yoldia*, mais l'altitude maximum à laquelle on rencontre actuellement les lignes de rivage de la mer à Littorines ne dépasse guère 80 m. A Gotland l'altitude des lignes de rivage oscille entre 14 et 27 m, les plages occupent donc un niveau moins élevé que celles du lac à *Ancylus* [69].

Il est hors de doute qu'un soulèvement lent de tout le massif Finno-Scandinave, qui se poursuit jusqu'à nos jours, a eu lieu postérieurement à l'époque de la mer à Littorines. La Baltique a pris peu à peu ses contours actuels, aussi ne rencontre-t-on que rarement des dépôts marins plus récents que ceux dont il vient d'être question. Les détroits du Danemark ont pris leur largeur et leur profondeur actuelles, de sorte que l'apport d'eau salée est devenu plus difficile. Les conditions de salure et de température de l'époque actuelle n'ont pas tardé à s'établir.

A Gotland, H. Munthe [69] a rencontré des dépôts plus récents que ceux de la mer à Littorines, dans lesquels on ne trouve plus ni *Rissoia*, ni *Littorina*, tandis qu'on voit reparaître *Limnæa ovata* var. *baltica*, qui vivait dans le lac à *Ancylus*.

L'époque actuelle est caractérisée par l'immigration, dans la Baltique, de *Mya arenaria*, qui n'est connue dans aucun dépôt soulevé au-dessus du niveau actuel de la mer.

Scandinavie continentale. — Dans la partie de la péninsule Scandinave qui n'a pas été envahie par le lac à *Ancylus* ou par la mer à Littorines se trouvaient de nombreux lacs d'origine glaciaire et des tourbières [1], dont les dépôts fournissent, dans une certaine mesure, une chronologie de l'époque Quaternaire récente. Les travaux de Blytt, Sernander [71, 315], L. von Post [72], Gunnar Andersson [70, 315], H. Munthe [61], basés sur la succession des associations végétales dans ces dépôts, permettent également de se faire une idée des vicissitudes par lesquelles a passé le climat

1. L'étude stratigraphique des tourbières de Suède sortirait du cadre de cet ouvrage. Elle nécessiterait un exposé détaillé des résultats d'ordre phytogéographique auxquels ont été conduits les botanistes de l'école d'Upsal.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

de la Scandinavie pendant cette période. Voici, très brièvement résumée, la série des phases qu'a traversées la région.

Après le dépôt des couches à *Dryas octopetala*, qui datent de la fin du Quaternaire moyen et qui renferment une flore arctique (*période arctique*, de Blytt), le climat s'est rapidement amélioré. Au début de la période à *Ancylus*, le Tremble (*Populus tremola*) et le Bouleau (*Betula odorata*), suivis bientôt du Pin (*Pinus sylvestris*), ont envahi la Suède méridionale (*période subarctique*). Les Mollusques dulçaquicoles et terrestres (*Pupa muscorum*) deviennent abondants. L'Élan et le Castor habitent la région. La partie récente de l'époque à *Ancylus* est caractérisée par l'apparition du Coudrier (*Corylus avellana*), de l'Aune (*Alnus glutinosa*), de l'Orme (*Ulmus montana*), puis du Tilleul (*Tilia europæa*) et du Chêne pédonculé (*Quercus pedunculata*). Le climat, d'après Sernander [315], devient sec et chaud (*période boréale*). Les forêts étaient fréquentées par l'Aurochs (*Bos primigenius*), le Bison, le Sanglier, le Cerf. On signale des outils paléolithiques en Scanie et jusque près de Norrköping.

L'amélioration de la température s'est encore accentuée lors de la transgression de la mer à Littorines. Aux essences de la période précédente viennent s'ajouter l'Épicéa (*Picea excelsa*), l'Érable (*Acer campestris*) et le Hêtre (*Fagus silvatica*), auxquels s'associent le Lierre (*Hedera helix*) et la Macre (*Trapa natans*). Cette dernière espèce, qui actuellement a sa station la plus septentrionale en Scanie, s'étendait vers le nord jusque sur les bords du lac Mälaren et jusque dans la Finlande méridionale [73]. Le Coudrier, qui aujourd'hui n'est pas connu en Suède au nord de Gefle, dépassait dans le Norrland le 64e parallèle. Le climat était plus maritime que de nos jours, les automnes étaient chauds et prolongés (*période atlantique*). Les restes de l'industrie humaine correspondent au début du Néolithique.

Après le maximum de la transgression de la mer à Littorines, la température commença à s'abaisser de nouveau et il semble bien que cet abaissement, qui s'est continué jusqu'aux temps historiques, coïncide avec la phase de soulèvement du massif Finno-Scandinave. Le climat était encore sec et relativement chaud pendant le retrait de la mer à Littorines (*période subboréale*) et la végétation présentait des associations xérophiles (*Stipa pennata*). Les essences méridionales se retiraient peu à peu, tandis que l'Épicéa et le Hêtre envahissaient le Norrland.

La dernière phase du Quaternaire est marquée par un climat humide et froid (*période subatlantique*) et le retrait des forêts vers le sud va en s'accentuant. C'est de cette dernière époque que datent les belles sépultures de l'âge du Bronze de Gamla Upsala (pl. CXXXI, 1).

Finlande et Russie septentrionale. — Il a déjà été question de l'extension du lac à *Ancylus* et de la mer à Littorines dans l'Ouest et dans le Sud de la Finlande. Dans la partie émergée du pays, des tourbières s'étaient établies qui ont fourni à Gunnar Andersson [73] des restes végétaux d'un bel état de conservation, grâce auxquels ce savant a pu obtenir des résultats précis sur la succession des flores et sur les variations de climat, qui concordent fort bien avec ceux que lui a livrés l'étude des tourbières de Suède.

Sur les côtes de la presqu'île de Kola, W. Ramsay [XXVIII, 19] a observé une ancienne plage, située en contre-bas de celle de la mer à *Yoldia*, qu'il attribue à la mer à Littorines. La faune de ces dépôts comprend, outre les éléments de la faune actuelle de la mer Blanche, des espèces, telles que *Venus gallina*, *Trochus tumidus*, *cinerarius*, *Utriculus truncatulus*, qui n'existent

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

plus aujourd'hui sur les côtes de la Russie septentrionale. D'autre part, *Yoldia arctica* y fait complètement défaut, tandis qu'elle vit actuellement dans la mer de Barents. Knipovitch [74] a conclu de cette disparition momentanée d'une des espèces les plus caractéristiques des mers arctiques que la température de la mer postglaciaire était plus élevée que celle de la mer Blanche actuelle.

Ce résultat est conforme aux données fournies par la faune terrestre, car, à l'époque de la mer à Littorines, le Cerf, le Chevreuil, le Sanglier vivaient dans les environs du lac Ladoga, attestant un climat plus doux que celui de la période actuelle.

Le refroidissement de la température qui s'est produit dans tout le massif Finno-Scandinave vers la fin du Quaternaire coïncide avec le soulèvement de la région. Il est probable qu'il y a là une relation de cause à effet. W. Ramsay [XXVIII, 19] a d'ailleurs montré que, dans la presqu'île de Kola, les hautes montagnes d'Oumptek et de Louïavr-Ourt ont été le siège d'une glaciation locale, postérieure à la dernière glaciation générale.

Dans la presqu'île de Kanin, qui ne fait plus partie du massif Finno-Scandinave, on n'observe aucune trace soit d'affaissements postérieurs à la période glaciaire, soit de soulèvements subséquents [75].

Danemark. — L'histoire postglaciaire du Danemark diffère de celle de la Norvège par l'absence de dépôts marins antérieurs aux couches à *Tapes*. Immédiatement après le dépôt des argiles à *Yoldia*, le Jutland et les îles subirent un soulèvement et furent reliés à la Suède méridionale. Des tourbières, contemporaines des couches à *Ancylus*, ont fourni *Betula odorata*, *Populus tremula*, *Rubus saxatilis* et des restes de l'Élan, du Renne, du Bison, du Castor, du Lynx, etc. Les premiers produits de l'industrie humaine remontent à cette époque, ce sont des outils néolithiques.

Les couches à *Tapes* et les couches à *Mya arenaria* se rencontrent dans les parties basses du Jutland et des îles, souvent au-dessous du niveau de la mer. Le soulèvement qui s'est fait sentir en Norvège ne s'est pas produit au Danemark. Les célèbres *Kjökkenmöddinger*, restes de cuisine de l'Homme néolithique, sont contemporains des couches à *Tapes*. Les couches à *Mya arenaria* datent de l'âge du Bronze.

Allemagne du Nord. — La partie de la plaine de l'Allemagne du Nord qui, lors de la dernière glaciation, était couverte d'une calotte de glace, a passé, au cours de la période postglaciaire, par des phases en tous points comparables à celles qu'a traversées la partie continentale de la Scandinavie. Le pays s'est couvert de forêts et des tourbières se sont établies, dont l'étude détaillée a permis de se rendre compte des variations successives de la flore et du climat. En d'autres points se déposaient des tufs calcaires ou des craies lacustres, qui ont fourni des empreintes végétales et des coquilles dulçaquicoles et terrestres. Ailleurs encore se formaient des dunes avec cailloux à facettes façonnés par le vent.

Les auteurs allemands [65, 66] s'accordent aujourd'hui à distinguer, dans le Quaternaire supérieur de l'Allemagne septentrionale, trois époques successives, caractérisées chacune par une végétation arborescente et par une faune spéciales.

Immédiatement après l'époque de *Dryas octopetala*, qui appartient à la fin de la période glaciaire, vient l'*époque du Pin et du Bouleau*, qui correspond à peu près à l'époque à *Ancylus*. Elle est caractérisée par la prédominance de l'Élan. C'est la zone à *Planorbis Stroemi* de Hans Menzel. Le climat est subarctique.

L'*époque du Chêne et du Tilleul* est à peu près l'équivalent de l'époque à Littorines.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

L'Élan est en décroissance et le Cerf prédomine. C'est la zone à *Planorbis umbilicatus* et *Bithinia tentaculata* de Menzel. Le climat est d'abord chaud et sec (continental), puis tempéré.

L'*époque du Hêtre*, qui correspond approximativement à l'époque à *Mya arenaria* de la Baltique, est divisée par Menzel en deux zones :

1° la zone à *Planorbis corneus* et *Paludina vivipara*, caractérisée par la présence du Cerf et du Chevreuil, avec climat tempéré, légèrement humide;

2° la zone à *Dreissensia polymorpha* et *Helix pomatia*, caractérisée par la prédominance du Daim et du Chevreuil et la diminution du Cerf, avec climat tempéré sec.

Sur les côtes de la Baltique, on peut réunir des preuves multiples d'un affaissement du sol vers la fin du Quaternaire. Des tourbières sous-marines ont été observées dans la rade de Kiel. Les couches à *Ancylus* et à Littorines se trouvent au-dessous du niveau de la mer, par suite de l'important affaissement qui s'est produit pendant l'époque à Littorines. Ce mouvement positif du niveau de la mer n'a pas été suivi, comme sur toute l'étendue du massif Finno-Scandinave, d'un mouvement négatif, dû à un mouvement orogénique. L'affaissement de la côte méridionale de la Baltique semble s'être poursuivi jusqu'à l'époque historique.

Europe occidentale et centrale en dehors des limites des glaciations scandinave et alpine. — A l'ouest et au sud de la région occupée par le glacier scandinave lors de son maximum d'extension s'étendent des régions dont la glaciation est due à des glaciers locaux ou qui sont restées libres de toute invasion par les glaces. Elles confinent à l'ouest et au sud au domaine de la glaciation alpine, que nous étudierons plus loin.

Des centres de glaciation indépendants existaient dans le Nord de la Grande-Bretagne, dans les Vosges et la Forêt Noire, dans le Riesengebirge, dans le Plateau Central de la France, dans les Pyrénées et peut-être dans quelques massifs de l'Espagne. Les plaines et les régions de moyenne montagne qui ont échappé à l'action glaciaire méritent aussi de retenir notre attention, car elles nous fournissent des données particulièrement précises sur la succession des faunes et des civilisations humaines.

Iles Britanniques. — Nous n'avons pas à revenir ici sur le Sud-Est de l'Angleterre, qui s'est trouvé sous la dépendance du glacier scandinave, lors de son maximum d'extension. C'est la seule partie des îles Britanniques qui permette l'étude du Quaternaire inférieur.

Le Quaternaire moyen débute par la *grande glaciation*, contemporaine du maximum d'extension du glacier scandinave. Ses moraines de fond recouvrent toute la Grande-Bretagne, au Nord de la Tamise, et la plus grande partie de l'Irlande et cachent à l'observateur les dépôts du Quaternaire inférieur qui auraient échappé à la destruction par l'avancée de la calotte glaciaire. Elles sont constituées par une argile à blocaux (boulder clay) ou par une argile durcie par pression et devenue souvent schisteuse, que l'on désigne sous le nom de *till*. En tenant compte de la marche qu'ont suivie les blocs erratiques depuis leur lieu d'origine et en observant la direction des stries sur le substratum, on a été conduit à admettre l'existence de plusieurs centres de glaciation indépendants, d'où s'irradiaient en tous sens les coulées de glace, pour se confondre ensuite dans les dépressions intermédiaires (fig. 467).

Le principal centre de glaciation était situé dans les Highlands d'Écosse. De là la glace s'écoulait vers l'est dans la mer du Nord, où elle rencontrait le glacier scandinave, qui obligeait la coulée à se bifurquer, une branche septentrionale se dirigeant vers le nord, pour s'étendre sur les Orcades et les

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Shetland, tandis que la branche méridionale apportait des roches écos-

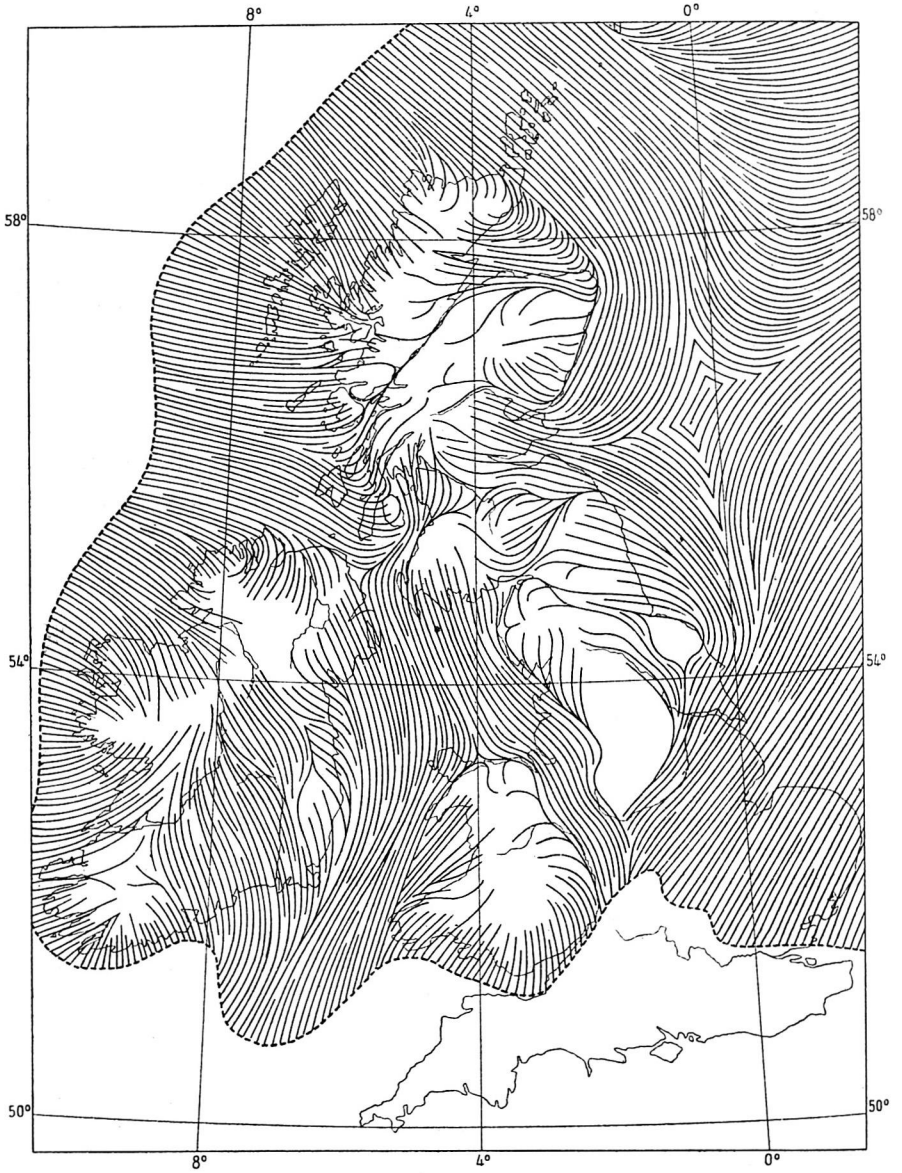


Fig. 467. — Directions suivies par l'écoulement des glaciers dans les îles Britanniques lors du maximum de la glaciation (d'après James Geikie).

Les parties laissées en blanc correspondent, dans le Nord et dans l'Ouest, aux massifs d'où rayonne en tous sens l'écoulement de la glace; dans l'Est et dans le Sud, aux régions non couvertes de glace.

saises sur les côtes du Yorkshire. Une autre coulée se dirigeait vers l'ouest et recouvrait les Hébrides. Enfin, une coulée dirigée vers le S.W. gagnait

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

la mer d'Irlande et le canal Saint-Georges et se confondait avec les coulées originaires de l'Irlande, du Sud-Ouest de l'Écosse, du Cumberland et du Pays de Galles. La glace qui émanait de ces centres indépendants couvrait toute l'Irlande et le Centre de l'Angleterre, où les éléments erratiques originaires de l'Écosse venaient se mélanger à ceux que le glacier scandinave apportait de Norvège.

Le Derbyshire et le Nord du Yorkshire étaient contournés par l'inlandsis qui, à l'exception du Sud de l'Angleterre et de quelques nunataker, recouvrait tout le reste de la surface des îles Britanniques et s'étendait sans doute vers l'ouest jusqu'au bord du seuil continental. Le niveau de la mer se trouvait probablement à 90 m au-dessous du niveau actuel.

Le maximum d'extension glaciaire du Quaternaire moyen fut suivi d'une *période interglaciaire*, au cours de laquelle les îles Britanniques subirent un affaissement général d'environ 150 m. Une partie de l'Écosse fut envahie par la mer, c'est ainsi qu'à Cleongart, dans le Kintyre, et à Clava, près d'Inverness, on observe [76], en superposition sur les argiles à blocaux de la grande glaciation, des argiles marines, riches en Foraminifères et en Mollusques (*Mytilus edulis*, *Leda pernula*, *Yoldia lenticula*, *Astarte elliptica*, *Cardium edule*, *Cyprina islandica*, *Macoma calcarea*, *Margarita helicina*, *Natica groenlandica*, *Littorina litorea*, *Buccinum undatum*), qui supportent à leur tour des dépôts glaciaires de la seconde glaciation.

Ailleurs, les formations interglaciaires sont fluviatiles ou lacustres. C'est à cette deuxième catégorie qu'appartiennent les argiles à *Megaceros hibernicus* des environs de Dublin, qui sont comprises entre deux argiles glaciaires et renferment des squelettes entiers de ce grand Cervidé et un nombre bien plus considérable de têtes, provenant sans doute d'individus noyés, dont les corps putréfiés auraient flotté et auraient été entraînés par le courant [77].

La *deuxième période glaciaire* a eu une extension bien moindre que la première. Les glaciers sont restés confinés dans les régions montagneuses, mais ils sont fréquemment descendus jusqu'au niveau de la mer. La topographie morainique de cette époque a conservé une remarquable fraîcheur. On rencontre partout de beaux exemples de moraines frontales, de drumlins, d'äsar (appelés *kames* en Écosse, *eskers* en Irlande).

Le QUATERNAIRE SUPÉRIEUR des îles Britanniques est caractérisé, comme en Scandinavie et dans l'Allemagne du Nord, par le grand développement des forêts et des tourbières. Ce régime a été interrompu, d'après James Geikie [3, 16], par une *récurrence glaciaire*, qui s'est manifestée surtout dans les hautes vallées d'Écosse, où des glaciers locaux se sont établis, déblayant les moraines laissées par les glaciations antérieures et creusant de profondes dépressions (*rock basins*) dans les roches anciennes. Les moraines frontales ont donné lieu, après le retrait des glaciers, à de nombreux lacs de barrage.

Comme en Scandinavie, la seconde moitié de l'époque Quaternaire supérieure a été marquée en Écosse par un soulèvement lent, s'effectuant par saccades et donnant lieu, sur tout le pourtour du pays, à des plages soulevées (*raised beaches*) étagées à des altitudes décroissantes. On chercherait en vain des dépôts d'une pareille régularité dans l'Est et le Sud de l'Angleterre.

Bords de la Manche. — Le QUATERNAIRE ANCIEN est fort mal connu dans les régions littorales de l'Angleterre. On ne peut guère lui attribuer avec certitude que les sables à *Elephas meridionalis* et *antiquus* de Dewlish, dans le

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Dorsetshire, qui reposent sur la Craie, à une hauteur d'environ 300 m au-dessus du thalweg des vallées voisines [XL, 38 *bis*]. L'association des deux espèces d'Éléphants est caractéristique du Cromerien.

Le QUATERNAIRE MOYEN est, par contre, aussi bien développé dans le Sud de l'Angleterre que sur le littoral français de la Manche.

Dans les grandes vallées anglaises, en particulier dans celle de la Tamise, il est représenté par deux terrasses emboîtées, correspondant, selon toute vraisemblance, à deux phases d'alluvionnement, contemporaines des deux dernières périodes glaciaires et séparées par une phase de creusement d'âge interglaciaire. C'est à la base de la basse terrasse que l'on observe les sables avec lits de graviers, dans lesquels on rencontre *Corbicula fluminalis*, *Unio littoralis* et d'autres Mollusques, ainsi que des restes d'*Elephas antiquus* et d'*Hippopotamus major*. Ces couches, incontestablement interglaciaires, ont été signalées notamment à Summertown, près Oxford [80], à Erith, en aval de Londres [81], ainsi que dans le Sussex [0,6]. Elles supportent des graviers à *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, etc., tandis que, dans le Holderness [79], elles reposent sur des argiles à blocaux de la grande glaciation du Nord.

Sur la côte méridionale de l'Angleterre, on observe souvent des plages soulevées, amas de silex, de graviers, de coquilles, dont la base se trouve à des hauteurs assez variables au-dessus du niveau de la mer. Les effets de la gelée sont fréquemment visibles sur les silex, où elles ont produit des éclatements particuliers.

Sur les côtes de Bretagne, on a signalé, en de nombreux points, des poudingues à gros blocs éboulés et à galets roulés étrangers, dont le transport est attribué, par Ch. Barrois [82], à des courants fluviatiles charriant des glaces flottantes. Au Mont-Dol (Ille-et-Vilaine), Sirodot [84] a trouvé dans ces alluvions des restes nombreux d'*Elephas primigenius*.

Au Catel, près Saint-Aubin, dans le Calvados, une ancienne plage a fourni *Cardium edule*, *Patella vulgaris*, *Buccinum grœnlandicum*, *Purpura lapillus*, *Trophon antiquum*, avec *Nummulites lævigatus* roulés [85].

Un soulèvement général des côtes de la Manche a amené ces dépôts à des altitudes très variables : 2 m au Catel, 6 m dans le Sud du Finistère, 10 m dans le Nord, 14 m au Mont-Dol, 7 m à Sangatte, dans le Pas-de-Calais. Une couverture de limons, tout à fait analogues au loess, mais dont la formation est ici assez généralement attribuée au ruissellement, s'étale sur les « plages soulevées » et sur les terrains de tout âge depuis Plouguerneau jusqu'à la mer du Nord [83]. On y a trouvé *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus* et des silex moustiériens.

Au début du QUATERNAIRE RÉCENT, la formation des limons fait place à l'établissement, jusqu'au littoral, de vastes tourbières, dans lesquelles on trouve une industrie néolithique. Un affaissement, qui semble avoir été très général sur tout le littoral de la Manche, a déterminé l'invasion par la mer des tourbières et des forêts contemporaines. Plusieurs exemples en ont été donnés précédemment (p. 492); on peut ajouter celui des cours d'eau qui débouchaient à Cherbourg, à Caen et à Dives et dont le lit se trouve aujourd'hui respectivement à 6, à 7 et à 6 m au-dessous des plus basses mers [85], et celui des dépôts tourbeux littoraux de Plougasnou-Primel, qui accusent trois invasions successives de la mer [86]. Rappelons que, dans l'estuaire de la Bresle, près du Tréport, une couche renfermant des poteries du IIIe et du IVe siècle est recouverte par des sables marins [XXXIX, 4]. L'affaissement a donc continué jusqu'à une époque très récente. Il semble

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

que l'on doive lui attribuer la séparation définitive de l'Angleterre et du continent, préparée par le creusement d'une large vallée d'érosion sur l'emplacement du pas de Calais.

La dernière phase du Quaternaire récent est caractérisée par l'établissement de grandes dunes sur les côtes de la Picardie et de l'Artois.

Hollande et Belgique. — Le QUATERNAIRE ANCIEN n'est représenté, en Hollande, que par son terme supérieur, le Cromerien, qui a été récemment découvert, par E. Dubois [87], à Tegelen, dans le Limbourg, sous la forme de couches très fossilifères. Les Végétaux sont représentés par *Abies pectinata*, *Stratiotes Websteri*, *Nuphar luteum*, *Vitis vinifera*, *Cornus mas*, *Trapa natans*, etc.; les Mollusques, par *Helix hispida*, *arbustorum* et par des formes d'eau douce, spécifiquement indéterminables; les Vertébrés, par *Cistudo lutraria*, *Trogontherium Cuvieri*, *Equus Stenonis*, *Rhinoceros etruscus*, *Hippopotamus amphibius*, *Cervus tegulensis*, *rhenanus*.

En Belgique, il semble que l'on puisse attribuer aux dernières phases du Quaternaire ancien le creusement, dans une ancienne terrasse, probablement néogène, de larges vallées, situées à 20 m au-dessus des thalwegs actuels, et le remblaiement de ces vallées par un cailloutis qui s'élève à 65 m au-dessus de ces thalwegs [90].

Lors de la grande glaciation du début du QUATERNAIRE MOYEN, le bord de la calotte glaciaire se trouvait dans le Nord de la Hollande. L'argile à blocaux ne s'étend guère vers le sud au delà des limites de la Frise et de la Drenthe.

Pendant ce temps, les parties méridionales de la Hollande et la Belgique étaient soumises à un creusement qui abaissait le thalweg des vallées jusqu'au niveau des vallées actuelles. Le remblaiement consécutif donnait naissance aux cailloutis de la *basse terrasse* de Rutot. Celle-ci correspond, comme on le verra plus tard, à la haute terrasse du bassin de Paris et de la vallée du Rhin.

Les sables et les glaises qui reposent sur les graviers de cette terrasse contemporaine du maximum d'extension du glacier du Nord correspondent rigoureusement à l'*Interglaciaire* anglais, car ils renferment *Elephas trogontherii*, *Rhinoceros Mercki*, *Hippopotamus major* et le Bison, c'est-à-dire la « faune chaude » du Quaternaire moyen. La base des sables déposés sur la basse terrasse belge a fourni en outre des débris végétaux, témoignant de la présence du Chêne, du Pin, du Bouleau et du Coudrier.

Les graviers de la basse terrasse, ainsi que les sables et les glaises qui les surmontent, constituent, dans la classification de Rutot [89-94], le MOSÉEN, terme employé précédemment par Mourlon [88] dans un sens beaucoup plus large.

L'époque correspondant à la dernière glaciation du Nord débute en Belgique par un nouveau creusement, suivi d'un dépôt de graviers, dont le sommet se trouve à 10 m au-dessous de la basse terrasse belge. Ces graviers, avec les sables et les glaises qu'ils supportent, forment le CAMPINIEN. Rutot y signale *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Equus caballus*, *Bison europæus*, *Cervus tarandus*, *elaphus*, *Megaceros hibernicus*, *Ursus spelæus*, *Hyæna spelæa*. Cette faune, qui indique un climat froid, continue à vivre jusqu'à la fin du Quaternaire moyen. Au sommet du Campinien se trouvent des dépôts tourbeux, riches en Mousses et en Insectes.

Après le Campinien, un épais manteau de limon argileux stratifié, l'HESBAYEN des géologues belges, se déposa sur tout le pays, s'étendant jusque sur des plateaux élevés. A. Rutot [89] attribue sa formation à une crue de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

130 m, occasionnée par la fonte des glaces; mais cette interprétation est bien peu vraisemblable et il n'y a aucune raison de ne pas envisager le limon hesbayen comme un lœss comparable à celui des régions voisines. La fin de l'époque fut marquée par un nouveau creusement, entamant les limons, et par l'établissement de marécages tourbeux dans les dépressions.

Le BRABANTIEN de Rutot, qui fait suite à l'Hesbayen, est un limon formé de sable fin, poussiéreux. Son origine éolienne, même pour Rutot, ne fait aucun doute.

Le FLANDRIEN comprend, d'après Rutot [88, 89], à côté du faciès continental, un faciès marin.

Le faciès continental est un limon sableux stratifié, correspondant à l'*ergeron* du Nord de la France. Rutot explique sa formation par une crue de 60 m, qui se serait fait sentir dans tout le Sud de la Belgique. La série se termine par la *terre à briques*, qui semble être un limon décalcifié et ne renferme pas de restes organiques.

Le faciès marin est constitué par des sables et des argiles avec fossiles marins et *Corbicula fluminalis* remaniée. Il repose indifféremment sur le Londinien, le Bartonien, le Rupélien ou le Pœderlien [88]. Sa formation est due à un affaissement général de toute la Flandre, certainement contemporain de celui qui a affecté les côtes de la Manche à une époque très récente, car les restes d'industrie que l'on y rencontre datent principalement du début du Moyen Age.

Il paraît dès lors difficile d'attribuer le même âge au Flandrien marin, qui appartient à la fin du QUATERNAIRE RÉCENT, et à l'ergeron, car celui-ci renferme en France des outils moustiériens et appartient par conséquent au Quaternaire moyen.

Si l'interprétation que Rutot a donnée du mode de formation des limons est difficilement acceptable et si les parallélismes avec les phases successives de la période glaciaire dans les Alpes proposés par ce savant prêtent le flanc à la critique, il est incontestable que la série des dépôts quaternaires de Belgique est une des mieux étudiées de l'Europe. Aussi est-il utile de donner quelques indications sur les restes de l'industrie humaine qui ont été rencontrés aux divers niveaux. Leur âge se trouvera ainsi déterminé avec précision.

Le Moséen renferme exclusivement des éolithes, dont l'interprétation donnée par Rutot [36, 38, 89] est, comme on sait, très discutée [40-42]. Sur la moyenne terrasse des géologues belges reposent des silex du type *Reutélien*. Ceux du type *Mafflien* ont été trouvés sur la basse terrasse. Ceux du type *Mesvinien* se rencontrent un peu plus haut, et Rutot y voit les premiers indices de taille intentionnelle.

Le Campinien renferme, à la base, des silex, précurseurs du type Chelléen, dont Rutot a fait un type spécial, le *Strépyien*. Un peu plus haut se trouvent des exemplaires que l'on peut rapporter au *Chelléen*. L'*Acheuléen* est à cheval sur le Campinien et sur l'Hesbayen. Le *Moustiérien* appartient à la fin de ce dernier « étage ».

Enfin, les limons attribués par Rutot au Brabantien ont fourni des outils de l'*Aurignacien* et du *Magdalénien*.

Allemagne centrale. — En avant des plaines de l'Allemagne du Nord, qui ont été occupées par le glacier scandinave lors de ses deux maxima d'extension, se trouvent des régions de moyenne montagne, traversées par de nombreuses vallées, où les dépôts quaternaires offrent un intérêt particulier, car ils constituent le lien naturel entre ceux du Nord et ceux des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

massifs montagneux et des hautes plaines de l'Europe centrale. Malheureusement leur chronologie n'est pas encore établie d'une manière définitive.

On ne peut guère attribuer avec certitude au QUATERNAIRE ANCIEN que les graviers à Mastodontes de la Hesse et de la Thuringe, qui alternent avec des limons, des argiles smectiques et des couches ligniteuses. A Rippersroda, ils forment une terrasse située à 30-60 m au-dessus du niveau actuel des vallées. On y trouve des débris végétaux (*Chara*, *Picea*, *Corylus*, *Magnolia*, *Trapa*, *Cytisus*), des Mollusques d'eau douce spécifiquement indéterminables, des ossements d'Oiseaux et de Mammifères. Parmi ces derniers, on peut citer notamment *Hystricomys thuringiacus*, *Cervus Ernesti*, *Mastodon arvernensis*, *Borsoni*, *Elephas meridionalis* [92]. L'association de cette dernière espèce et des Mastodontes ne laisse aucun doute sur l'âge villafranchien des gisements.

On a envisagé comme « préglaciaires » des cailloutis fluviatiles formant terrasse et nettement recouverts par la moraine de fond de la grande glaciation du Nord, mais, en raison de l'absence de fossiles vraiment caractéristiques, on ne peut leur attribuer un niveau précis.

Le QUATERNAIRE MOYEN comprend, dans le Centre de l'Allemagne, outre les moraines de l'avant-dernière glaciation, qui s'étendent très loin vers le sud, des cailloutis fluvio-glaciaires ou fluviatiles, formant, dans les grandes vallées, deux terrasses principales, qui semblent correspondre aux deux glaciations. Leur étude est encore peu avancée. Les relations des *formations interglaciaires* avec ces cailloutis sont également assez confuses. La plus connue de ces formations est le *gravier de Süssenborn*, en Thuringe, qui forme un lambeau assez étendu, situé à plus de 30 m au-dessus du niveau actuel de l'Ilm. Ses éléments sont originaires du Thüringerwald.

On y observe des intercalations sableuses et argileuses, riches en Mollusques terrestres et dulçaquicoles. Les espèces les plus abondantes ou les plus caractéristiques sont les suivantes [93] : *Pisidium amnicum*, *fossarinum*, *Ancylus fluviatilis*, *Planorbis* pl. sp., *Limnæa ovata*, *truncatula*, *Carychium minimum*, *Succinea oblonga*, *Clausilia pumila*, *Pupa muscorum*, *antivertigo*, *pygmæa*, *Cochlicopa lubrica*, *Buliminus montanus*, *Helix pulchella*, *costata*, *Patula pygmæa*, *ruderata*, *Hyalina Hammonis*, *cristallina*. Les Mammifères trouvés dans les graviers appartiennent, d'après E. Wüst, aux espèces suivantes : *Rhinoceros etruscus*, *Equus süssenbornensis*, *germanicus*, *Alces latifrons*, *Elephas meridionalis*, *trogontherii*, *primigenius*, *antiquus*. *Elephas meridionalis* n'est représenté que par une seule molaire; par contre, *Rhinoceros etruscus* est assez abondant. Ces deux espèces confèrent à la faune un caractère archaïque, compensé, il est vrai, par la présence de l'Élan et d'*Elephas primigenius*. Wüst attribue le gisement de Süssenborn au « 1er interglaciaire », c'est-à-dire au Cromerien, mais en même temps il l'identifie aux gisements de Mosbach, Mauer, Hangenbieten, dont il sera question plus loin et qui appartiennent incontestablement au « 2e interglaciaire ».

On pourrait peut-être assimiler au Cromerien, ou même à un niveau plus ancien, les graviers à *Elephas meridionalis* de Wendelstein, dans la vallée de l'Unstrut, dont les Mollusques sont assez différents de ceux de Süssenborn; par contre, pour d'autres gisements de la Thuringe, l'attribution à la période interglaciaire du Quaternaire moyen paraît tout à fait certaine. On peut citer, parmi ceux-ci, les graviers de la Saale d'Uichteritz, près Weissenfels; les graviers et les argiles à *Corbicula fluminalis*, *Melanopsis acicularis* et *Lithoglyphus naticoides;* enfin, les célèbres *tufs de Taubach*, près

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Weimar. Ici les Mollusques sont encore plus abondants qu'à Süssenborn [94], mais les 3/4 des espèces de cette localité se retrouvent à Taubach.

Les Clausilies sont particulièrement communes à Taubach et il en est de même des Hélicidés (*Zonites præcursor*, *Helix Cauthensis*, *Tonnensis*, *alpicola*, *vindobonensis*, *hortensis*, *pomatia*). Les Mammifères y sont représentés [92, 96] par *Sus antiqui*, *Rhinoceros Mercki*, *tichorhinus*, *Equus germanicus*, *Cervus Germaniæ*, *Belgrandi*, *capreolus*, *Rangifer tarandus*, *Bison priscus*, *Bos primigenius*, *Elephas antiquus* (commun), *primigenius* (rare). C'est là incontestablement une « faune chaude » interglaciaire. Les Végétaux (*Salix cinerea*, *Quercus sessiflora*, *Acer campestris*, *Ilex aquifolium*) conduisent au même résultat. Le caractère de la faune est certes moins archaïque que celui de la faune de Süssenborn [92] et on doit attribuer les tufs de Taubach à la fin de la dernière période interglaciaire, d'autant plus qu'ils se trouvent au fond d'une vallée, creusée probablement au début de cette période. Ajoutons que les silex trouvés à Taubach [30], en même temps que des dents d'enfants, quoique peu typiques, doivent être attribués au Moustiérien.

Les dépôts datant de la *fin de la période glaciaire* sont particulièrement intéressants dans l'Allemagne centrale, car ils nous renseignent sur le climat qui régnait dans ce pays à l'époque où le glacier scandinave s'était retiré au delà de la Baltique. Ces dépôts font partie de l'importante formation connue sous le nom de *lœss* (v. p. 1765), qui se recontre, dans l'Allemagne centrale, à peu près exclusivement sur le bord méridional de la région occupée par le glacier scandinave lors de son maximum d'extension. Considérée tantôt comme interglaciaire, tantôt comme postglaciaire, elle semble en réalité devoir être répartie entre les deux époques. En effet, K. Keilhack [97] a rencontré dans la sablière municipale d'Altenburg, au-dessus de l'argile à blocaux de la grande glaciation du Nord, un lœss ancien, séparé d'un lœss plus récent, par une couche de lehm formée par décalcification aux dépens du lœss ancien. Cette couche n'a pu se former qu'à l'air libre, au cours d'une période à climat humide. Comme son épaisseur est double de celle d'une couche récente de lehm, formée aux dépens du lœss récent, Keilhack conclut que le temps écoulé entre le dépôt des deux lœss a été plus long que celui qui s'est écoulé depuis le dépôt du lœss récent jusqu'à nos jours.

Le lœss ancien est fort mal connu dans l'Allemagne du Nord. Le lœss récent a fourni, par contre, des restes de Mammifères qui projettent une lumière éclatante à la fois sur l'origine du lœss et sur le climat de la fin de l'époque glaciaire.

A. Nehring [8] a recueilli, principalement à Thiede et à Westeregeln, dans des couches sableuses qui occupent la base du lœss et dans le lœss lui-même, les restes de deux faunes successives. Les assises inférieures renferment des espèces qui indiquent un climat froid et humide et qui devaient vivre non loin du front du glacier, lors de son retrait vers le nord.

Les plus caractéristiques sont le Renne (*Rangifer tarandus*), le Bœuf musqué (*Ovibos moschatus*), le Lièvre des neiges (*Lepus variabilis*), le Lemming de Norvège (*Myodes lemmus*), le Lemming à collier (*Myodes torquatus*), le Glouton (*Gulo borealis*).

C'est une faune comparable à celle des *toundras* de Sibérie. Dans les assises supérieures, on rencontre la Gerboise (*Alactaga jaculus*), plusieurs Spermophiles, *Arctomys bobac*, *Lagomys pusillus*, l'Antilope Saïga, l'Hémione (*Equus hemionus*). C'est une faune de steppes, comparable à celle qui vit actuellement dans le Sud-Est de la Russie et l'Asie centrale.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

La faune du lœss proprement dit indique un climat sec à températures extrêmes, qui est conforme à celui qu'exige la théorie éolienne. Un autre argument en faveur de cette théorie est fourni par la présence, à la base de la formation, notamment dans la Saxe, d'un véritable pavage de cailloux à facettes [12, 48]. Quant à l'origine des matériaux accumulés par le vent qui ont donné naissance au lœss, elle doit être cherchée dans les moraines des deux glaciations, qui ont subi, après le retrait du glacier scandinave, une désagrégation intense.

Le QUATERNAIRE SUPÉRIEUR de l'Allemagne centrale ne présente qu'un intérêt local.

Bassin de Paris. — Une étude stratigraphique d'ensemble des terrains quaternaires du bassin de Paris fait encore défaut à l'heure qu'il est. Néanmoins, en laissant de côté les essais de synthèse trop anciens [99, 100], quoique pleins de faits nouveaux et de vues intéressantes, et tels essais plus récents, entachés d'erreurs initiales [102], on peut, en se basant sur d'excellents travaux de détail, tenter de présenter un aperçu chronologique de ces terrains, qui, dans les grandes lignes tout au moins, doit assez bien correspondre à la réalité.

Les plus anciens dépôts du QUATERNAIRE INFÉRIEUR que l'on connaisse dans le bassin de Paris sont ceux de Saint-Prest, près Chartres [103-105]. Ce sont des sables grossiers et des graviers à petits galets, faisant partie d'une terrasse, dont le sommet se trouve à moins de 30 m au-dessus du niveau actuel de l'Eure. On y a signalé *Trogontherium Cuvieri*, *Equus Stenonis*, *Rhinoceros* sp., *Hippopotamus major*, *Cervus Carnutorum*, *Elephas meridionalis*. C'est là incontestablement une « faune chaude », que l'on est en droit de considérer comme interglaciaire. L'absence des Mastodontes interdit de l'attribuer au Villafranchien, celle d'*Elephas antiquus* lui confère un âge plus ancien que le Cromerien. On peut en faire le type d'un étage indépendant, le *Saint-Prestien*.

Desnoyers a trouvé en 1863, dans les sables de Saint-Prest, des os présentant des traces d'incisions qui semblent avoir été faites par l'Homme. Les silex taillés recueillis par l'abbé Bourgeois sont aujourd'hui considérés comme des éolithes. Laville [105] les attribue au type reutélien.

Les sables à *Elephas meridionalis* supportent, à Saint-Prest, des sables avec très gros galets, dont les angles sont imparfaitement arrondis. Laville y a ramassé des silex reutéliens et mesviniens. Il est probable que ces sables supérieurs, qui supportent directement des limons, appartiennent, en raison de leur altitude, au *Sicilien* ou *Mindelien*.

Cet étage est constitué, en effet, dans le bassin de Paris, par des graviers à gros éléments, très altérés, formant une nappe d'*alluvions des plateaux*, conservée seulement par lambeaux, dont le plus connu est celui de la forêt de Sénart, à l'altitude de 75 à 85 m, c'est-à-dire à 40 à 50 m au-dessus du niveau de la Seine.

D'ordinaire l'ancien lit de la Seine à l'époque Sicilienne se traduit seulement par l'existence d'une terrasse supérieure, débarrassée de ses alluvions et recouverte, par exemple au-dessus de Villejuif, par des limons beaucoup plus récents.

Les mêmes alluvions, toujours sans fossiles, s'observent encore en différents points, non seulement dans le bassin de la Seine, mais encore le long des rivières qui vont directement à la mer.

On ne peut citer jusqu'ici, dans le bassin de Paris, aucune formation que l'on soit en droit d'attribuer au Cromerien.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le QUATERNAIRE MOYEN est mieux connu, dans le bassin de Paris, que les termes inférieur et supérieur du système. Les deux terrasses de cailloutis qui accompagnent le cours des fleuves et des grandes rivières fournissent d'excellents points de repère pour sa chronologie.

On les désigne d'ordinaire sous les dénominations de *haute terrasse* et de *basse terrasse*, qui correspondent à celles de *hauts niveaux* et de *bas niveaux*, employées par Belgrand [99]. Par analogie avec la Tamise, avec le Rhin et les vallées subalpines et sous-pyrénéennes, on est en droit d'attribuer ces deux nappes de cailloutis à la 1re et à la 2e glaciation du Quaternaire moyen. Comme d'habitude, ces deux terrasses sont emboîtées et la haute terrasse est en contre-bas de la nappe d'alluvions des plateaux. La haute terrasse a son sommet, à la Maison Blanche, à la cote 60; la basse terrasse, à Ivry-sur-Seine, à la cote 35. Les deux terrasses ont donc leur sommet respectivement à 30 m et à 5 m au-dessus du niveau de la Seine. La basse terrasse a été en majeure partie envahie par la Seine lors de la grande crue de janvier-février 1910. La surface de contact des cailloutis et de leur substratum tertiaire est très irrégulière et indique des ravinements intenses. Les éléments des graviers sont principalement empruntés à la Craie, de sorte que les silex prédominent. Ils sont en général assez bien roulés. Dans les deux nappes de graviers, on rencontre fréquemment, aux environs de Paris, des blocs de granite originaires du Morvan, qui peuvent atteindre de grandes dimensions, au point de rappeler les blocs erratiques. Il est probable qu'ils ont été transportés par des glaces flottantes, mais on a supposé également qu'ils ont été amenés à leur emplacement actuel par des affouillements successifs.

Les restes organiques sont peu abondants dans les deux nappes de cailloutis.

Dans les graviers de la haute terrasse, Laville [106] a signalé la découverte, rue du Pont-Neuf, à Gentilly, d'une belle molaire d'*Elephas meridionalis* et en a conclu à l'âge « pliocène » de ces graviers, sans tenir compte du fait que cette espèce a été rencontrée également, quoiqu'en un exemplaire unique, à Süssenborn, dans des couches probablement plus récentes que la haute terrasse. Les Mammifères que Belgrand indique comme provenant des hauts niveaux sont en réalité originaires de sables et de graviers interglaciaires, qui reposent sur les graviers de la haute terrasse.

La basse terrasse est plus fossilifère, on y a rencontré fréquemment, et dans Paris même, des molaires et des défenses d'*Elephas primigenius*, associées à des restes de *Rhinoceros tichorhinus*, *Cervus tarandus*, etc. C'est essentiellement la « faune froide ». Laville a recueilli en outre à Arcueil, dans la vallée de la Bièvre [107], dans des graviers appartenant à la basse terrasse, des silex chelléens, acheuléens et moustiériens.

Les formations interglaciaires et postglaciaires du bassin de Paris sont cependant infiniment plus riches en restes organiques et en documents archéologiques que les cailloutis glaciaires.

Les *formations interglaciaires* appartiennent à deux catégories bien différentes : les formations fluviatiles et les formations subaériennes. Ces dernières comprennent les limons, dont une grande partie est postglaciaire.

Les *formations fluviatiles* interglaciaires sont principalement représentées par des sables, des graviers fins et des argiles. Leur dépôt s'est effectué soit immédiatement avant le creusement de la vallée dans laquelle se sont déposés les cailloutis de la basse terrasse et, dans ce cas, elles reposent en concordance sur les cailloutis de la haute terrasse, comme, par exemple,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

à Montreuil; soit immédiatement après ce creusement, auquel cas elles supportent les cailloutis de la basse terrasse, comme à Chelles et à Grenelle. Dans les deux cas, la faune est sensiblement la même, si ce n'est qu'à Villejuif Laville [107] a recueilli des molaires d'*Elephas trogontherii* dans un limon sableux avec lits de galets, qui repose sur les cailloutis de la haute terrasse. La faune interglaciaire habituelle comprend, aux environs de Paris, les espèces suivantes : *Trogontherium Cuvieri*, *Hyæna spelæa*, *Ursus spelæus*, *Equus* sp., *Rhinoceros Mercki*, *Hippopotamus major*, *Cervus Belgrandi*, *Elephas antiquus*.

Toutes ces espèces, éminemment caractéristiques de la « faune chaude », ont été rencontrées à Chelles [108], dans des ballastières situées à quelques mètres au-dessus du niveau de la Marne. Elles proviennent exclusivement de sables et de graviers agglomérés, visibles à la base des exploitations, dont la surface supérieure est ravinée et supporte immédiatement les cailloutis de la basse terrasse à *Elephas primigenius*. Les célèbres coups de poing chelléens, taillés sur les deux faces, ont été rencontrés exclusivement dans les couches à *Elephas antiquus*, tandis que les couches à *Elephas primigenius* ont fourni des silex moustiériens.

Elephas antiquus a été également rencontré à Cergy, près Pontoise [109-111], dans des sables, alternant avec des graviers à gros galets, qui renferment, avec des outils chelléens, de nombreux Mollusques fluviatiles et terrestres, tels que *Pisidium amnicum*, *Corbicula fluminalis*, *Belgrandia gibba*, *Valvata piscinalis*, *Bithinia tentaculata*, *Limnæa auricularia*, *Helix arbustorum*. C'est la faune interglaciaire classique d'Erith, sur la Tamise.

Corbicula fluminalis a été trouvé en outre dans la vallée de la Somme, près d'Abbeville [81], dans des sables bien stratifiés, situés à la base de la basse terrasse et renfermant, avec des coups de poing chelléens, les Mammifères les plus caractéristiques de la faune interglaciaire : *Hippopotamus major*, *Rhinoceros Mercki*, *Elephas antiquus*, associés à *Sus scrofa*, *Equus caballus*, *Cervus canadensis*, *elaphus*, *Bos primigenius*, *Bison priscus*, etc.

Les *formations subaériennes*, désignées d'ordinaire, dans le bassin de Paris, sous le nom de *limons*, ont été assimilées depuis longtemps au *lœss* de la vallée du Rhin et à ses produits d'altération, mais leur classification n'a pu être tentée que du jour où Ladrière [112] en eut fait une étude lithologique détaillée. Avec une persévérance digne d'éloges, ce géologue réussit à distinguer, dans tout le bassin de Paris, une série de limons à caractères constants, qui se retrouvent partout dans le même ordre. On ne peut toutefois attribuer qu'une valeur tout à fait relative à la répartition de ces limons dans les trois groupes du Quaternaire — ce terme étant pris, par Ladrière, dans un sens beaucoup plus restreint que dans le présent ouvrage.

Voici cette succession, qui est devenue le point de départ des études ultérieures :

Assise supérieure.	Limon supérieur, brun rougeâtre. Limon fin, jaune d'ocre (*ergeron*). Gravier supérieur (simple lit de très petits éclats de silex, galets tertiaires et parfois instruments moustiériens).
Assise moyenne.	Limon gris cendré ou blanchâtre, avec manganèse, Succinées, débris végétaux. Limon fendillé. Limon doux, jaunâtre, avec points noirs charbonneux. Limon panaché, argileux, grisâtre, très sableux à la base. Gravier moyen formé de galets tertiaires, de silex éclatés et usés.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Assise inférieure.	Limon noirâtre tourbeux, ou tourbe. Glaise gris verdâtre, ou bleue, argileuse ou sableuse. Sable grossier, argileux, verdâtre, avec éclats de silex. « Diluvium » ou gravier inférieur, formé de sable grossier, et de blocs assez volumineux et de galets, avec *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*.

L'assise inférieure est exclusivement alluviale. L'assise moyenne ne comprend guère que des limons sableux et des limons argileux dépourvus de calcaire, vraisemblablement décalcifiés. L'assise supérieure est constituée, au-dessus d'un gravier de base, par un limon fin très calcaire, identique au lœss de la vallée du Rhin, surmonté d'un limon brun rougeâtre, qui représente un produit d'altération superficielle de ce lœss. Il existe donc, dans le bassin de Paris, comme dans l'Allemagne du Nord, deux lœss superposés, un lœss inférieur, entièrement décalcifié, et un lœss supérieur, dont la partie terminale seule est altérée.

Si la succession établie par Ladrière était réellement conforme à la chronologie, comme on l'a cru longtemps, tous les limons du bassin de Paris seraient postérieurs aux graviers à *Elephas primigenius* de la basse terrasse et appartiendraient donc à la phase tout à fait terminale de notre Quaternaire moyen. En réalité, il n'en est rien. Les minutieuses recherches de Laville dans le bassin de Paris [106, 107, 113, 115], confirmées par les observations de Commont [116, 117] dans la vallée de la Somme, ont montré que l'assise supérieure seule repose sur la basse terrasse. L'assise moyenne n'est connue que sur la haute terrasse et à des altitudes plus élevées (fig. 468). Elle a pris naissance à une époque où les fleuves n'avaient pas encore entamé les cailloutis de la haute terrasse, c'est-à-dire au début de la période interglaciaire. Ce n'est que postérieurement à la dernière phase de creusement et postérieurement à la phase d'alluvionnement, au cours de laquelle furent déposés les cailloutis de la basse terrasse, que se formèrent les limons de l'assise supérieure. Ils sont donc seuls postglaciaires Mais ils s'élèvent en outre sur la haute terrasse et même sur les plateaux siciliens et recouvrent les pentes qui raccordent entre elles les trois terrasses.

Les restes organiques sont rares dans l'assise moyenne, ils n'ont pas échappé à la décalcification. Dans la terrasse supérieure, on retrouve les Mammifères caractéristiques de la basse terrasse. Localement, comme aux Hautes Bruyères, près Villejuif, l'ergeron renferme des terriers qui ont fourni à Laville des squelettes de *Spermophilus superciliosus*, espèce caractéristique de la faune des steppes, qui a donc existé dans le bassin de Paris à la même époque que dans l'Allemagne du Nord.

Les limons du bassin de Paris présentent encore un intérêt de tout premier ordre, en raison des outils paléolithiques que l'on y a rencontrés et qu'il est possible maintenant de dater géologiquement, ce qui n'était pas le cas à l'époque de leur découverte et des recherches classiques de Boucher de Perthes, de Gabriel de Mortillet, d'Ault du Mesnil, etc.

On peut d'abord constater que les limons de l'assise moyenne de Ladrière n'ont fourni jusqu'ici aucun document paléolithique authentique, pas plus d'ailleurs que les graviers de la haute terrasse, sur lequels ils reposent. Les outils chelléens des alluvions interglaciaires à *Elephas antiquus* sont donc bien les instruments les plus anciens que l'on connaisse dans le bassin de Paris.

C'est dans les limons supérieurs et dans les alluvions de la basse terrasse que Laville a rencontré, aux environs de Paris et de Châteaudun, l'associa-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

tion de silex chelléens, acheuléens et moustiériens qu'il a qualifiée de *Chelléo-Moustiérien* [114]. Le niveau le plus riche est le lit de cailloux anguleux, formé par ruissellement, qui occupe la base de l'ergeron. Laville dit y avoir trouvé également des outils magdaléniens. Ceux-ci sont surtout abondants dans l'ergeron lui-même.

Les résultats obtenus par Commont [116, 117] dans la vallée de la Somme, et notamment à la localité célèbre de Saint-Acheul, sont un peu différents. Les instruments acheuléens les plus typiques ont été trouvés principalement dans un limon rouge, sablonneux, inférieur à l'ergeron, mais qui paraît néanmoins appartenir au groupe des limons supérieurs. L'association d'outils acheuléens et moustiériens est caractéristique du cailloutis de base de l'ergeron. Des cailloutis plus élevés, formant deux lits intercalés dans l'ergeron, ont fourni exclusivement des silex moustiériens. Enfin, les instruments aurignaciens se rencontrent dans une terre à briques, limon décalcifié qui occupe le sommet de la série.

Ainsi la succession

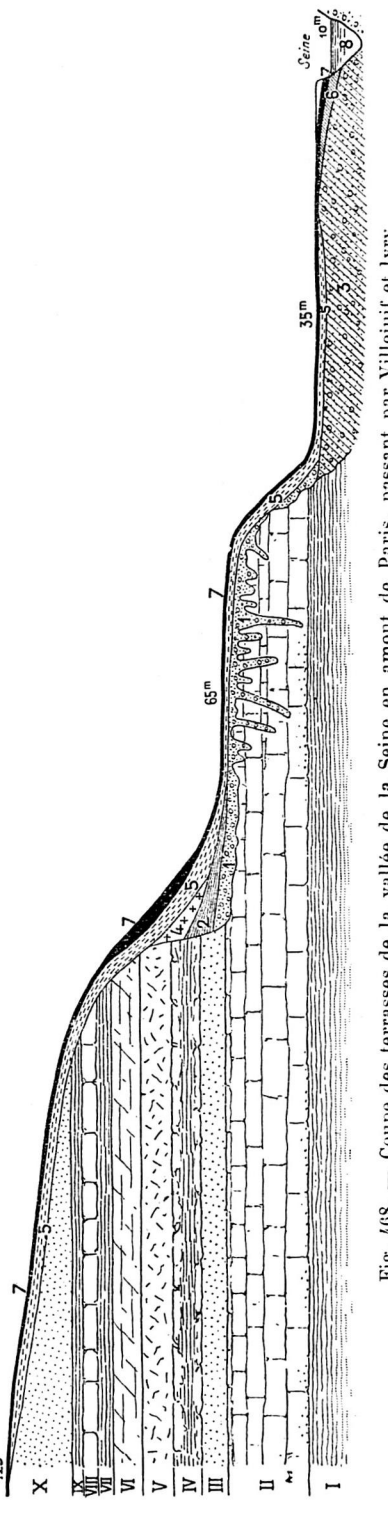


Fig. 468. — Coupe des terrasses de la vallée de la Seine en amont de Paris, passant par Villejuif et Ivry (d'après A. Laville, interprétation de l'auteur).

I, Sparnacien (Argile Plastique); II, Lutétien (Calcaire Grossier); III, Auversien (sables de Beauchamp); IV, Bartonien (calcaire de Saint-Ouen); V, Ludien (Gypse); VI, Sannoisien (marnes supra-gypseuses); VII, id. (argile verte); VIII, id. (calcaire de Brie); IX, Rupélien (marnes à Huîtres); X, id. (sables de Fontainebleau). 1, graviers et sables de la haute terrasse; 2, loess ancien, plus ou moins sableux, décalcifié; 3, graviers et sables de la basse terrasse; 4, remplissage de cailloutis à éléments anguleux identique à celui qui est à la base de 5 et qui, vu l'échelle, n'a pu être figuré; 5, loess récent (ergeron); 6, limon gris, provenant du lavage par ruissellement des limons antérieurs; 7, limons jaunes ou rouges, entièrement décalcifiés, avec haches néolithiques à la base.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

des industries du *Chelléen*, de l'*Acheuléen*, du *Moustiérien* et de l'*Aurignacien* est donc confirmée par les études stratigraphiques.

A côté des limons, les *tufs calcaires*, déposés par des sources, méritent encore d'attirer notre attention. Les plus connus sont ceux de la Celle-sous-Moret (Seine-et-Marne), qui forment, sur les bords de la Seine, un gisement très étendu, autrefois exploité sur une grande échelle. Il est célèbre par l'abondance et la belle conservation des empreintes végétales qu'il renferme [118, 119]. Les tufs reposent directement sur des alluvions attribuées, sans preuves bien certaines, à l'interglaciaire à *Elephas antiquus;* leur base se trouve à environ 15 m au-dessus du niveau actuel de la Seine et leur épaisseur atteint une quinzaine de mètres. Grâce à une tranchée du chemin de fer de Melun à Montereau, Munier-Chalmas [XXXIX, 4] a pu y relever la succession suivante :

1° bancs argileux, avec Mollusques d'eau douce (*Bithinia tentaculata*, *Valvata*) et terrestres (*Cyclostoma elegans*, *Patula ruderata*, *Helix hispida*);

2° tufs calcaires à *Zonites acieformis* et nombreuses empreintes de plantes;

3° zone atteignant 2 m d'épaisseur et formée par plus de 180 couches annuelles, avec Saules, Bouleaux, Peupliers et, au milieu, lit de feuilles et de cônes de *Pinus austriaca;*

4° couches à feuilles (*Acer pseudo-platanus*, *Laurus nobilis*, *Ficus carica*, *Buxus sempervirens*), avec, à la base, lit à *Chondrus quadridens*, espèce sénestre très abondante dans la vallée du Rhône;

5° couches avec nombreuses *Succinea;*

6° couches où *Zonites acieformis* est remplacé par *Zonites sequanicus*, associé à *Clausilia filograna*, *Petasia bidens*, sans Végétaux d'espèces méridionales.

La flore des couches inférieures et moyennes comprend, à côté d'un certain nombre d'espèces qui vivent encore de nos jours dans le bassin de Paris, plusieurs espèces méditerranéennes, telles que le Figuier (*Ficus carica*), l'Arbre de Judée (*Cercis siliquastrum*), le Buis (*Buxus sempervirens*), qui indiquent un climat plus doux que le climat actuel.

La faune de Mollusques comprend également, outre un grand nombre d'espèces qui vivent encore actuellement dans la région parisienne, quelques espèces éteintes, comme *Helix Chouqueti*, *Zonites acieformis*, *Succinea Joinvillensis*, et plusieurs formes qui vivent de nos jours dans des régions plus méridionales, ou plus orientales, comme *Helix limbata*, *cinctella*, *Petasia bidens*. *Clausilia filograna*.

Le caractère de la flore et de la faune est en accord avec les données stratigraphiques et permet de conclure à l'âge interglaciaire des tufs de la Celle. Et ce résultat est encore confirmé par la découverte de silex chelléens dans ces tufs et de silex moustiériens dans des limons qui les surmontent immédiatement.

Des tufs datant probablement de la même époque se rencontrent en divers points du bassin de Paris, par exemple à Saint-Pierre-lès-Elbeuf, à Montigny, près Vernon, à la Perle, dans l'Aisne. Ceux de Resson, dans l'Aube [120], sont, par contre, plus récents, car on y trouve *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Cervus tarandus*, et les espèces méditerranéennes y font défaut.

Les lignites de Jarville, près Nancy, contiennent, d'après Bleicher et Fliche [121], surtout du Mélèze, du Pin de Montagne et de l'Épicéa, qui indiquent un climat plus froid que le climat actuel. Ils datent probablement de la dernière période glaciaire.

Il convient d'intercaler ici quelques indications sur les grottes de la Cure et de l'Yonne, étudiées par l'abbé Parat [122], qui fournissent des renseignements précieux sur la succession des faunes et des industries à la fin du Quaternaire moyen.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Deux de ces grottes, celle des Fées et celle du Trilobite d'Arcy-sur-Cure (Yonne), étaient envahies par les eaux de la Cure au moment des grandes crues et habitées dans les intervalles, d'où des alternances d'alluvions et de couches archéologiques se succédant régulièrement.

La couche archéologique appartient au MOUSTIÉRIEN. Elle renferme des restes de Rongeurs, de Carnassiers des cavernes, de Cheval, de Rhinocéros, d'Hippopotame, de Renne, de Cerf élaphe, de Bison, de Mammouth, etc., associés à des silex moustiériens et à des amandes de Saint-Acheul.

La couche moyenne représente l'AURIGNACIEN, avec les mêmes animaux, moins le Lion et l'Hippopotame, avec en plus le Renard polaire, le Bouquetin, le Chamois, l'Élan. Les outils sont d'abord lourds et quelquefois en roche locale, ils atteignent ensuite une grande perfection; des os incisés et gravés, du type d'Aurignac, se trouvent à la partie supérieure.

La couche supérieure doit être attribuée au MAGDALÉNIEN, le Solutréen étant mal développé ici. Elle ne contient plus guère que du Renne, du Cheval et du Bison; le Rhinocéros, le Mammouth et les Carnassiers des cavernes ont disparu. On rencontre encore des os gravés, mais le dessin artistique manque.

Nous retrouverons la même succession dans les grottes du Sud-Ouest.

La chronologie des dépôts du QUATERNAIRE RÉCENT est encore mal connue dans le bassin de Paris. Certains tufs paraissent dater du début de la période. Il en est de même de la *terre à briques*, qui est un limon plus récent que l'ergeron et renferme des outils néolithiques [115]. Les *tourbières*, si développées dans la Somme, dans l'Oise, etc., appartiennent à la seconde moitié de la période. Leur étude stratigraphique et paléontologique est encore tout entière à faire.

Vosges, Forêt-Noire et vallée du Rhin. — Les Vosges et la Forêt-Noire constituaient, entre la Scandinavie et les Alpes, deux centres de glaciation indépendants, d'où les eaux de fonte s'irradiaient dans toutes les directions : vers la Moselle, à l'ouest; vers le Doubs, au sud; vers le Danube et le Neckar, à l'est; mais principalement vers la vallée du Rhin, où se mélangeaient les cailloutis alpins et les cailloutis des vallées latérales. Nous aurons donc ici une très bonne occasion d'établir un parallélisme rigoureux entre la série quaternaire de l'Europe centrale et celle de la région alpine.

Le QUATERNAIRE ANCIEN de la vallée du Rhin et des massifs montagneux environnants est encore très imparfaitement connu, surtout au point de vue paléontologique. On peut toutefois affirmer, dès à présent, l'existence d'au moins deux nappes de cailloutis datant de cette époque et correspondant, suivant toute probabilité, à deux séries de moraines, conservées dans un petit nombre de localités privilégiées.

La présence de cailloutis d'origine vosgienne dans la vallée du Doubs a conduit depuis longtemps divers géologues à supposer que la vallée du Rhin était partiellement occupée, au début du Quaternaire, par un lac, qui était dépourvu d'écoulement vers le nord et qui se déversait dans le bassin du Rhône par la trouée de Belfort. Ses dépôts ne sont connus que dans le bassin de Mayence, où des argiles et des lignites renferment, notamment aux environs de Francfort-sur-le-Mein, une flore très riche, comprenant surtout, d'après Kinkelin [123], des Conifères (*Pinus strobus*, *Picea vulgaris*, *Larix europæa*), associés à des représentants des genres *Betula*, *Quercus*, *Fagus*, *Juglans*, etc.

Dans le Nord de l'Alsace, les plus anciens dépôts quaternaires sont des sables fluviatiles, souvent entièrement décolorés, recouverts de cailloutis, qui formaient, au pied des Basses-Vosges, une nappe probablement continue, dont quelques témoins subsistent encore au sommet des collines. Ce sont les *sables de Riedselz* [XXXIX, 114; 125, 126].

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

On attribue le même âge aux plus anciennes moraines d'Epfig. Ce sont des argiles micacées, jaunâtres, avec gros blocs polis de grès Vosgien et de granite fortement décomposé.

Une nappe de cailloutis occupant un niveau moins élevé que les sables de Riedselz semble représenter le Sicilien. Dans le nord de la région, elle est connue sous le nom de *cailloutis du Taunus*. Elle est représentée au pied des Vosges par de nombreux lambeaux, mais elle est surtout développée dans le sud de la vallée du Rhin, où son identité avec le « Deckenschotter » principal du Nord de la Suisse (Mindelien) a été établie par voie de continuité. Les eaux se déversaient encore vers le S.E. et le lac existait toujours, bien qu'avec une extension moindre dans le Nord. Les matériaux des cailloutis sont d'origine alpine dans le Sud, d'origine locale dans le Nord.

On peut placer au même niveau les moraines d'Ittersweiler, près Epfig, caractérisées par leur richesse en blocs de grès Vosgien et de grès permiens, qui ont conservé leur couleur rouge originale.

On ne connaît pas, dans la vallée du Rhin, de dépôts que l'on puisse attribuer au Cromerien, mais c'est sans doute à cette époque qu'a eu lieu le creusement des principales vallées latérales et c'est à ce moment que les eaux du Rhin ont commencé à s'écouler vers le nord, en traversant, dans une étroite gorge d'érosion, le massif schisteux Rhénan, en aval de Bingen.

Au QUATERNAIRE MOYEN appartiennent les deux terrasses fluviatiles principales de la vallée du Rhin. Elles se relient, en amont, aux environs de Bâle, aux deux terrasses fluvio-glaciaires de la Suisse septentrionale, que l'on sait être contemporaines des deux dernières glaciations (Riss et Würm).

On distingue en outre, aussi bien aux environs de Bâle [127] que dans la partie de la vallée du Rhin située en aval du massif schisteux Rhénan [128], une *moyenne terrasse*, mais celle-ci n'est autre que la basse terrasse, tandis que la plus basse terrasse de ces régions n'a qu'une valeur locale.

La *haute terrasse* est bien visible entre Bâle et Sierentz; plus en aval, elle est cachée sous des dépôts plus récents. Elle est, par contre, fort bien développée tout le long de la vallée de la Moselle en aval d'Épinal [129, 130] et dans la basse vallée du Rhin aux environs de Bonn [128]. Dans les vallées latérales des Vosges, on peut lui attribuer des graviers ferrugineux, qui occupent une altitude moins élevée que les cailloutis siciliens. Les moraines du Taunus et de l'Odenwald et quelques moraines anciennes des Vosges, comme celle de la gare d'Epfig et celle d'Éloges, en amont d'Épinal, sont contemporaines de la haute terrasse.

La *basse terrasse* occupe de vastes surfaces dans le Haut-Rhin et aux environs de Strasbourg. On a trouvé, dans ses cailloutis, *Elephas primigenius* et *Bos priscus*. Elle accompagne également le cours de la Moselle. Au débouché des vallées latérales, elle se raccorde avec de grands cônes de déjection torrentiels, constitués par des sables ou par des graviers. Ces alluvions locales font place en amont, de même que les alluvions de la Moselle, à des glaciers de vallées, qui ont laissé des traces de leur passage, sous la forme de cirques et de moraines frontales d'une belle conservation, dans les vallées de Lapoutroie, de Münster, de Saint-Amarin, de Massevaux, de Giromagny, et, sur le versant lorrain, dans la haute vallée de la Moselle, dans la vallée de la Moselotte et dans celle de la Vologne [131-133]. Dans la Forêt-Noire [136], les glaciers ont surtout occupé le massif du Feldberg, d'où ils ont rayonné dans toutes les directions, en suivant les vallées. Les vestiges des premières glaciations ont en grande partie disparu, et il est probable que les « phases » distinguées par Steinmann appartiennent

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

toutes trois à la dernière glaciation. Le dernier stade ne comprend que des glaciers de cirques.

Les formations quaternaires de la vallée du Rhin de beaucoup les plus intéressantes sont les dépôts qui recouvrent la haute et la basse terrasse et qui sont immédiatement postérieures à l'avant-dernière et à la dernière glaciation. Ce sont, comme dans le bassin de Paris, les deux lœss, avec leurs produits d'altération et les sables sous-jacents.

Les sables qui reposent en concordance sur les cailloutis de la haute terrasse et qui doivent par conséquent être attribués à la *dernière période interglaciaire* sont particulièrement fossilifères à Hangenbieten, près Strasbourg. Leurs Mollusques ont fait l'objet d'un excellent mémoire, dû au regretté A. Andreæ [137]. Parmi les 79 espèces signalées, il convient de citer les suivantes, en raison de leur abondance ou de leur présence dans d'autres gisements du même âge : *Pisidium amnicum*, *Valvata macrostoma*, *Limnæa palustris*, *truncatula*, *Planorbis umbilicatus*, *rotundatus*, *Vitrina Kochi*, *Hyalinia cristallina*, *Zonitoides nitidus*, *Patula rotundata*, *Alhardæ*, *solaria*, *Helix pulchella*, *bidens*, *hispida*, *arbustorum*, *Buliminus montanus*, *Cochlicopa lubrica*, *Pupa muscorum*, *Clausilia pumila*, *Succinea putris*, *Pfeifferi*, *oblonga*, *Carychium minimum*. 5 % des espèces sont éteintes, 15 % ne vivent plus de nos jours dans la vallée du Rhin. Les différences entre la faune de Hangenbieten et celle des tufs de la Celle, qui possèdent le même âge, résultent de la différence de faciès. Les sables de Hangenbieten sont, en effet, fluviatiles ; ils présentent une stratification entre-croisée bien marquée ; ils sont intercalés entre deux couches marneuses.

Dans le nord de la région qui nous occupe, il existe deux gisements qui renferment une faune de Mollusques très semblable à celle de Hangenbieten et qui, de plus, ont fourni d'assez nombreux restes de Mammifères. Ce sont les sables de Mosbach, non loin de Wiesbaden, et de Mauer, près Heidelberg. Sur 79 espèces de Hangenbieten, 69 se retrouvent, d'après Andreæ, à Mosbach, il ne peut donc y avoir de doute sur la contemporanéité des deux dépôts.

Les Mammifères sont représentés à Mosbach et à Mauer par les espèces suivantes [138, 139] : *Trogontherium Cuvieri*, *Castor fiber*, *Meles taxus*, *Felis spelæa*, *Hyæna spelæa*, *Canis neschersensis*, *Ursus Deningeri*, *arvernensis*, *caballus*, *Rhinoceros etruscus*, *Mercki*, *Hippopotamus amphibius* (ou *H. major*), *Sus scrofa*, *Cervus capreolus*, *elaphus*, *Alces latifrons*, *Bison priscus*, *Elephas trogontherii*, *primigenius*, *antiquus*. La présence de l'Hippopotame indique bien que l'on a affaire à une faune interglaciaire ; celle d'*Elephas antiquus* et de *Rhinoceros Mercki* montre nettement qu'il s'agit de l'Interglaciaire compris entre l'avant-dernière et la dernière glaciation, c'est-à-dire du Chelléen, et non de l'Interglaciaire qui a précédé l'avant-dernière glaciation, c'est-à-dire du Cromerien, comme divers auteurs persistent à le croire. Le caractère général de la faune est incontestablement plus récent que celui de la faune du Forest bed. On a cité de Mosbach *Elephas meridionalis* et *Equus Stenonis*, mais sur des échantillons de musées, dont le niveau n'est pas absolument certain.

Süssenborn, Mosbach, Mauer, Hangenbieten sont des gisements contemporains. La stratigraphie ne laisse aucun doute sur l'âge des sables de Hangenbieten. Les quatre gisements sont donc postérieurs à l'avant-dernière glaciation, comme les gisements chelléens du bassin de Paris.

On ne saurait trop insister sur cette conclusion, car le gisement de Mauer a acquis une célébrité mondiale, grâce à la découverte, faite le 20 octobre 1907, d'une mâchoire inférieure humaine pourvue de ses dents (fig. 469).

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Cette pièce unique, qui constitue le plus ancien reste humain connu en Europe, provient d'une couche de gravier située près de la base d'une série de sables gris ou jaunes avec bancs de graviers intercalés. Étudiée avec le plus grand soin par Schœtensack [140], elle a été attribuée par ce savant à une espèce spéciale, *Homo heidelbergensis*, caractérisée par l'état d'évolution très primitif de la mandibule. Mais ses affinités étroites avec la race du Neanderthal sont incontestables.

Aux sables de Mauer, de Mosbach et de Hangenbieten fait suite régulièrement le *Lœss ancien*, qui s'appuie sur la haute terrasse et ne se rencontre jamais sur la basse terrasse (fig. 470). Il a donc pris naissance avant le creusement qui a précédé le dépôt des alluvions de cette basse terrasse

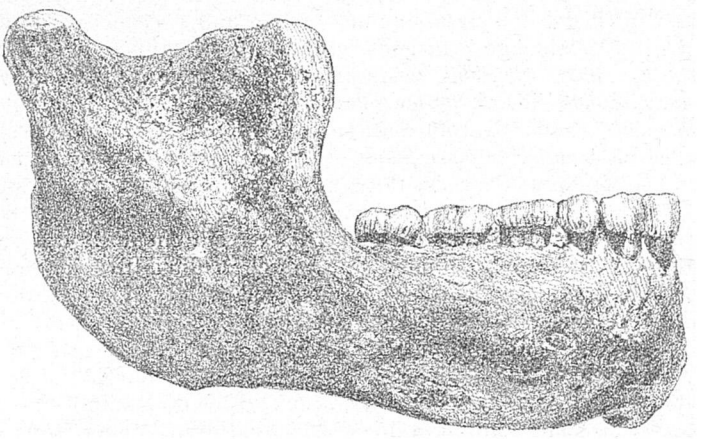


Fig. 469. — Mandibule droite de la mâchoire de Mauer, près Heidelberg (d'après Schœtensack). 2/3 gr. nat.

et doit être envisagé, de même que les sables sur lesquels il repose, comme interglaciaire. Il est riche en concrétions calcaires et renferme en abondance *Helix hispida*, *Succinea oblonga*, *Pupa muscorum* et quelques espèces moins communes. Sa partie supérieure est complètement décalcifiée (lehm), de sorte que les restes organiques ont entièrement disparu. Localement, on observe trois zones d'altération, séparées par du lœss non décalcifié [XXXIX, 117], d'où l'on a conclu à des alternances de climat sec, favorisant l'accumulation des dépôts éoliens, et de climat humide, favorisant la décalcification. Sur le bord des Vosges, où le lœss ancien a débordé bien au delà des limites de la haute terrasse, la transformation a affecté toute la masse.

Au cours de la phase de creusement qui marque le début de la dernière glaciation, la nappe de lœss ancien et les alluvions qui la supportent ont été profondément entamés, un talus abrupt a pris naissance, qui limite, sur les deux rives du Rhin, la terrasse au pied de laquelle se déposeront, au cours de la dernière période glaciaire, les alluvions du fleuve. Aux environs de Strasbourg cette terrasse est connue sous le nom de *terrasse de Mundolsheim* [124, 141].

Les alluvions de la basse terrasse, formées en contre-bas de la terrasse de Mundolsheim, supportent le *lœss récent*, qui débute, comme le lœss ancien, par une formation sableuse. Mais il s'étend en outre — et dans ce

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

cas son substratum sableux fait généralement défaut — non seulement sur le lœss ancien, qu'il recouvre quelquefois entièrement, mais encore sur les cailloutis siciliens ou sur les couches secondaires et tertiaires des collines sous-vosgiennes. Il ne présente pas de stratification et sa teinte jaune clair rappelle beaucoup celle de l'ergeron. On y rencontre presque exclusivement les trois espèces de Mollusques terrestres si communes dans le lœss ancien. La partie supérieure est profondément altérée et transformée en lehm.

Un dernier creusement, postérieur à la formation du lœss récent, a donné naissance à la *terrasse de Schiltigheim*, au pied de laquelle se sont déposées les alluvions récentes du Rhin, de l'Ill, de la Bruche, etc. (fig. 470).

C'est dans les couches immédiatement inférieures au lœss récent et à la base de ce lœss lui-même que sont principalement localisés les restes de Mammifères recueillis jusqu'à ce jour dans la vallée du Rhin : le Mammouth,

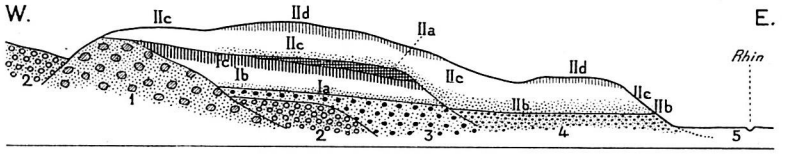


Fig. 470. — Coupe schématique représentant la disposition des dépôts quaternaires dans la vallée du Rhin, sur la rive gauche du fleuve, à la latitude de Strasbourg (d'après E. SCHUMACHER).

1, cailloutis günziens (?); 2, cailloutis et moraines du Mindelien; 3, cailloutis de la haute terrasse (Rissien); 4, cailloutis de la basse terrasse (Würmien); 5, alluvions récentes du Rhin.
Ia, lœss sableux ancien; Ib, lœss ancien; Ic, lœss ancien décalcifié; IIa, lœss remanié, avec foyers; IIb, lœss récent sableux; IIc, lœss récent; IId, lœss récent décalcifié.

le Rhinocéros à narines cloisonnées, le Renne, le Cheval, le Spermophile, la Marmotte, le Lièvre des Neiges [142].

Une faune beaucoup plus riche a été cependant trouvée à Vœklinshoffen, près Colmar, dans les intervalles d'un amas de blocs de grès Vosgien, au milieu d'un lœss mélangé de sables. Elle comprend notamment les espèces suivantes [143] : *Talpa europea*, *Arctomys marmotta*, *Myodes lemmus*, *torquatus*, *Spermophilus guttatus*, *Lepus variabilis*, *Canis lupus*, *vulpes*, *Ursus spelæus*, *arctos*, *Gulo borealis*, *Hyæna spelæa*, *Felis spelæa*, *lynx*, *catus*, *Equus caballus*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Sus scrofa*, *Rangifer tarandus*, *Cervus elaphus*, *Capella rupicapra*, *Bos primigenius*, *taurus*, *Elephas primigenius*. Il y a là, d'après Döderlein [144], un mélange d'espèces généralement considérées comme caractéristiques de la faune des toundras, de la faune des steppes et de la faune des forêts, mélange qui s'explique par l'altitude de la station.

C'est également au lœss récent que l'on attribue maintenant le célèbre crâne d'Eguisheim, trouvé en 1865. Il résulte de mensurations précises, auxquelles s'est livré Schwalbe [145], que ce crâne n'appartient pas au type primitif de Spy, Neanderthal, Bréchamps, mais qu'il se rapproche, par sa dolichocépalie, du type de Cro-Magnon et de divers crânes anciens d'Alsace, dont les conditions de gisement sont mal connues. Il s'écarte de nouveau du type actuel du pays, qui est manifestement brachycéphale.

Les restes d'industrie paléolithique trouvés dans la vallée du Rhin proviennent, pour la plupart, de la partie inférieure des sables qui supportent le lœss récent. Il sont associés à des fragments de charbon et à des ossements brisés. Les grottes d'Istein, de Kandern, de Sierentz, etc., ont également fourni quelques objets intéressants. Dans celle de Kleinkems a été

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

trouvé un crâne de la race du Neanderthal. Le gisement le plus important est celui de Munzingen, près Fribourg-en-Brisgau, envisagé autrefois comme interglaciaire par Steinmann [146], mais qui appartient certainement au lœss récent. Il a fourni de nombreux instruments magdaléniens.

Au QUATERNAIRE RÉCENT appartiennent les alluvions du Rhin déposées en contre-bas de la terrasse de Schiltigheim, les tourbières et peut-être les plus récentes formations glaciaires des vallées vosgiennes. En effet, dans les Vosges méridionales, en particulier dans les vallées de la Doller et de la Thur, les alluvions de la basse terrasse sont recouvertes par des moraines frontales très fraîches, qui indiquent une récurrence « postglaciaire » des glaciers, vraisemblablement synchronique de celle qui se produisit en Écosse, en Scandinavie, dans le Jura et dans les Alpes. On en possède aussi des traces manifestes dans la Forêt-Noire.

Souabe. — Quoique le Quaternaire du Jura Souabe et de la vallée du Neckar soit, en quelque sorte, une dépendance de celui de la Forêt-Noire, au même titre que celui de la vallée de la Moselle se rattache à celui des Vosges, il est nécessaire de le traiter à part, car il va nous fournir quelques enseignements nouveaux.

Le QUATERNAIRE ANCIEN est plus mal connu encore que dans la vallée du Rhin. On peut lui attribuer les formations sidérolithiques les plus récentes de l'Albe, qui, en divers points, ont fourni des restes d'*Equus caballus*, *Rangifer tarandus*, *Cervus* sp., *Bos taurus*, *Elephas primigenius*, etc. [XXXIX, 390], puis des cailloutis très anciens, situés à de grandes altitudes.

Le QUATERNAIRE MOYEN est représenté sur le versant oriental de la Forêt-Noire par des dépôts glaciaires, souvent en relation avec la présence de cirques [147], et par des formations fluvio-glaciaires, qui, en aval, dans les vallées tributaires du Neckar, passent à des terrasses au nombre de quatre, dont l'âge ne peut être précisé, en l'absence de relations avec des dépôts fossilifères [148].

Dans la vallée du Neckar, E. Koken [149] ne distingue plus que trois terrasses, dont les deux plus élevées supportent du lœss ou des tufs calcaires.

La *haute terrasse*, assimilée quelquefois à tort au « Deckenschotter », ne renferme guère que des éléments empruntés au Trias inférieur. Elle est contemporaine des dépôts glaciaires de Schwalldorf, Waldenbuch et du Ries. Elle supporte, dans la basse vallée du Neckar, des sables fins, contemporains de ceux de Mauer et de Mosbach, qui renferment, à Frankenbach, *Helix hispida*, *Ancylus fluviatilis*, *Pisidium* et des restes de Mammifères : *Equus caballus*, *Rhinoceros* sp., *Bos primigenius*, *Elephas antiquus*, *primigenius*. C'est la faune *interglaciaire*, le Chelléen. En amont, ces sables font place à des tufs calcaires.

La *basse terrasse*, considérée autrefois à tort comme la haute terrasse, est caractérisée par l'abondance des galets calcaires. Elle supporte des limons, riches en ossements de Mammouth et de *Rhinoceros tichorhinus* et en coquilles terrestres, auxquels fait suite le célèbre *tuf calcaire de Cannstatt*, qui est donc nettement postglaciaire. On y trouve en abondance *Zonites præcursor*, *Helix pulchella*, *hispida*, *bidens*, *arbustorum*, *hortensis*, *Buliminus tridens*, *Cionella lubrica*, *Pupa muscorum*, *Succinea oblonga*, *Pfeifferi*, *Limnæa peregra* [151].

Le *lœss* repose indistinctement sur ces tufs ou sur la basse terrasse. Il présente les caractères habituels du lœss récent et renferme les Mollusques terrestres classiques, ainsi que de nombreux représentants de la faune des steppes, associés à des outils du Paléolithique supérieur [150].

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Les renseignements les plus précis sur l'évolution des faunes post-glaciaires et des industries paléolithiques sont fournis par les grottes du Jura Souabe. Celle du Sirgenstein, près Blaubeuren, a été fouillée avec le plus grand soin par R. R. Schmidt [152], qui y a observé une succession de limons superposés, caractérisés chacun par une faune spéciale [98] et par des outils différents.

Les couches inférieures renferment, avec des restes du Renne, du Bison, du Cheval, de l'Ours des Cavernes, du MOUSTIÉRIEN très caractéristique. Puis vient un premier niveau de Rongeurs arctiques. Les couches moyennes ont livré, à la base, l'outillage spécial à l'AURIGNACIEN, avec des restes du Renne, du Cerf, du Lion et de l'Hyène des cavernes, du Cheval, sans Rongeurs arctiques; au sommet, du SOLUTRÉEN, avec du Cheval en abondance et du Renne. Toutes ces couches inférieures et moyennes contiennent en outre le Mammouth, *Rhinoceros tichorhinus* et *Ursus spelæus*.

Les couches supérieures appartiennent au MAGDALÉNIEN et sont de nouveau riches en Rongeurs arctiques. On y distingue un niveau à *Myodes torquatus* et un niveau à *Lagomys pusillus*. Le Renne est encore très abondant, excepté dans les couches tout à fait terminales, où les éléments de la faune forestière (Cerf, Chevreuil, Renard, Lynx) deviennent prédominants.

Le Sirgenstein montre donc, superposées dans une même coupe, les industries caractéristiques des phases successives du Paléolithique supérieur. L'étude des grottes voisines a confirmé cette succession.

Bohême et Moravie. — Dans les montagnes qui entourent la Bohême, ce n'est guère que dans le Riesengebirge que l'on a observé des traces de phénomènes glaciaires. J. Partsch [153] a démontré que ce massif avait été le théâtre de trois glaciations successives, dont les deux plus anciennes sont représentées par de belles moraines frontales, qui passent vers l'aval aux formations fluvio-glaciaires et fluviatiles de la haute et de la basse terrasse. Les moraines les plus récentes appartiennent donc à la phase de récurrence, elles sont en relation avec des cirques d'une grande fraîcheur.

Une étude d'ensemble des terrains quaternaires du Centre de la Bohême fait encore défaut. Au point de vue paléontologique, il y a lieu de signaler les limons de la Bulovka près Košíř, aux environs de Prague, que Woldřich [154] range sans raisons sérieuses dans l'Interglaciaire. Ils ont fourni les espèces les plus caractéristiques de la faune des steppes et notamment les suivantes : *Fœtorius putorius*, *erminea*, *Cricetus vulgaris*, *Arvicola amphibius*, *gregalis*, *Spermophilus rufescens*, *Arctomys primigenius*, *Lepus variabilis*, *Lagomys pusillus*, *Alactaga jaculus*, *Equus caballus*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Bos primigenius*, *Rangifer tarandus*. Dans toute l'Europe occidentale, cette faune est postérieure à la dernière glaciation.

A Předmost, en Moravie, les Rongeurs sont plus rares, mais on a recueilli, dans le lœss, des restes de 800 ou 900 individus d'*Elephas primigenius*, avec des ossements du Bœuf musqué, du Lièvre des neiges, de l'Élan, etc., et des milliers d'instruments solutréens.

Le remplissage de diverses cavernes de la Bohême et de la Moravie date de la même époque [30]. Dans celle de Šipka, près Neutitschein, on a trouvé une mandibule humaine, associée à *Myodes torquatus*, *Lagopus albus*, *Spermophilus rufescens*, *Gulo borealis*, *Ursus spelæus*, *Equus caballus*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Rangifer tarandus*, *Elephas primigenius*. D'autres restes humains ont été rencontrés dans des conditions de gisement très discutables, associés à des outils paléolithiques ou néolithiques.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Plateau Central. — Le Plateau Central de la France va nous fournir une des séries les plus complètes du Quaternaire d'Europe. Les phases successives de la période sont à peu près toutes représentées par des séries riches en ossements de Mammifères, par conséquent faciles à dater.

Les plus anciens dépôts que l'on doive, conformément à la classification adoptée ici, ranger dans le Quaternaire sont les alluvions et les conglomérats ponceux de Perrier, près Issoire (Puy-de-Dôme), et les sables à Mastodontes du Puy. Ils sont attribués par divers auteurs, et en particulier par M. Boule [XXXIX, 362], au « Pliocène moyen », mais Dépéret a montré [15, 158], par des arguments qui paraissent irréfutables, que la faune de ces deux formations est identique à celle du crag de Norwich, des

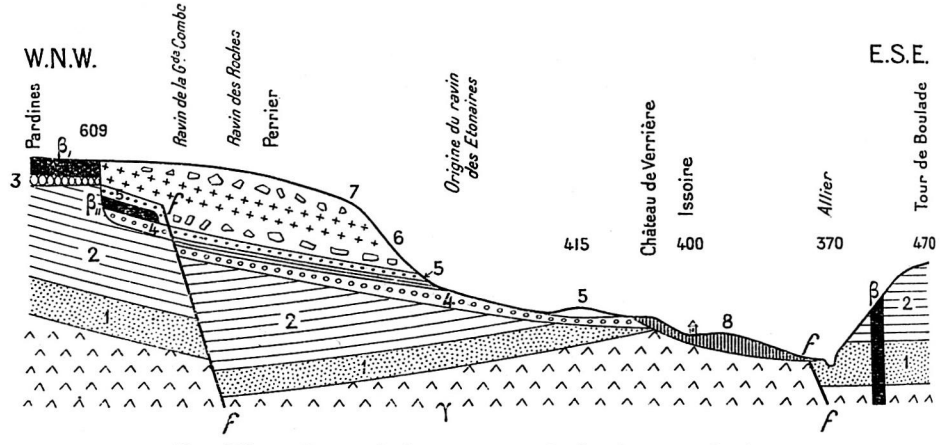


Fig. 471. — Coupe de la montagne de Perrier, près Issoire (d'après Michel-Lévy et Munier-Chalmas).

γ, granite; 1, arkoses; 2, calcaires à Potamides et Limnées; 3, Pontien; 4, poudingue avec galets de basalte, de quartz, de granite, de gneiss; 5, marnes, cinérites et sables, surmontés de cinérites à gros blocs glaciaires; 6, graviers; 7, cinérites à gros blocs glaciaires; β_n, basalte du Néogène supérieur; β_q, basalte du Quaternaire inférieur; β, dyke de basalte; *ff*, failles.

alluvions de Chagny, du val d'Arno, etc., et qu'elle n'a que des rapports lointains avec celle des sables de Montpellier. Elle est caractérisée par la coexistence des derniers Mastodontes avec *Elephas meridionalis*, et par l'apparition brusque des Chevaux et des Bovidés, qui sont totalement inconnus dans l'Astien. Elle appartient donc au Villafranchien, que l'on est peut-être en droit d'envisager comme la première période glaciaire du Quaternaire.

A Perrier [XL, 291; 155] les couches qui nous occupent ont remblayé une vallée profondément creusée dans une coulée basaltique datant du Néogène supérieur, dans des alluvions pontiennes et dans leur soubassement tongrien (fig. 471). Elles comprennent des alternances de graviers et de sables quartzeux, avec des cinérites, qui, en se chargeant de blocs, souvent très volumineux, passent à un véritable conglomérat. Une coulée basaltique s'intercale non loin de la base de la série. Les blocs du conglomérat sont constitués par toutes les roches néogènes du Mont Dore. Ils sont anguleux, quelquefois polis et striés. Julien leur a assigné une origine glaciaire et c'est à cette opinion que se sont ralliés Michel-Lévy [XL, 291] et Munier-Chalmas. Il est certain toutefois que l'on n'est pas en présence d'une

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

moraine de fond et encore moins de moraines de surface. M. Boule nie entièrement la nature glaciaire du conglomérat de Perrier [XL, 242] et invoque d'immenses éruptions boueuses, analogues à celles des volcans actuels de Java. Cette assimilation s'applique fort bien aux brèches andésitiques du Mont Dore et du Cantal, qui se sont formées lors des grandes éruptions de la fin du Néogène. Elle explique moins bien la formation des conglomérats de Perrier, qui est postérieure à toutes les éruptions du Mont Dore, le basalte des plateaux excepté, et pour laquelle on pourrait peut-être proposer l'interprétation suivante. A la fin de l'époque Néogène les grands massifs volcaniques du Plateau Central possédaient une altitude bien supérieure à leur altitude actuelle. M. Boule évalue celle du Cantal à 3 000 ou 4 000 m. Le Mont Dore, qui n'était guère moins élevé, portait certainement sur ses flancs, au début du Quaternaire, des glaciers, dont les moraines ne sont pas conservées. Un réveil passager de l'activité volcanique a sans doute déterminé la fusion brusque de la calotte de neiges et des glaciers du Mont Dore. Ou bien, si la fonte a été plus lente, il a pu se former des lacs glaciaires et il a suffi de la rupture du barrage morainique d'un de ces lacs pour donner lieu à une débâcle, qui a étalé sur de vastes surfaces une très grande épaisseur de matériaux glaciaires d'origine volcanique. La coupe de Perrier montre des alternances de graviers fluviatiles et de conglomérats à éléments de très gros calibre; elle nous révèle, par conséquent, une succession de périodes de fonte normale des glaciers et de débâcles.

Dans tous ces dépôts, on trouve des ossements de Mammifères, et les espèces sont les mêmes dans toute la série, ainsi que le fait remarquer Boule, contrairement à ce que plusieurs observateurs avaient prétendu. La faune peut donc être envisagée en bloc. On a cité jusqu'ici à Perrier les espèces suivantes [15, 155] : *Castor plicidens*, *Ursus arvernensis*, *Hyæna Perrieri*, *arvernensis*, *Canis megamasloides*, *Machærodus crenatidens*, *Hipparion* sp., *Equus Stenonis*, *Tapirus arvernensis*, *Rhinoceros etruscus*, *Gazella borbonica*, *Julieni*, *Palæoreas torticornis*, *Cervus Perrieri*, *cusanus*, *ardeus*, *Bos elatus*, *Mastodon arvernensis*, *Elephas meridionalis* (?).

Cette faune a les plus grandes affinités avec celle du val d'Arno et de Chagny et il ne peut guère y avoir de doute sur son âge villafranchien.

Des couches incontestablement du même âge sont connues dans le Velay sous le nom de *sables à Mastodontes* [XXXIX, 362]. Elles sont exclusivement d'origine fluviatile et représentent les alluvions d'un cours d'eau largement étalé, coulant à un niveau beaucoup plus élevé que la Loire actuelle. Les sables très puissants (100 m), à stratification entre-croisée, généralement très ferrugineux, présentent par places des intercalations d'argiles à Diatomées riches en empreintes végétales, appartenant à des essences exclusivement caractéristiques des régions tempérées, tandis que les Diatomées accusent une prédominance marquée des espèces froides [XXXIX, 364]. Des coulées basaltiques, accompagnées de brèches, s'intercalent à plusieurs niveaux dans les sables. Des graviers associés aux sables renferment des galets de toutes les roches éruptives du Mégal et du Mézenc, ainsi que des éléments granitiques et cristallophylliens.

La faune des sables à Mastodontes est la même que celle de Perrier. Elle renferme, d'après M. Boule [XXXIX, 362], les espèces suivantes : *Machærodus* sp., *Hyæna* sp., *Equus Stenonis*, *Rhinoceros etruscus*, *leptorhinus*, *Tapirus arvernensis*, *Bos elatus*, *Palæoreas torticornis*, *Cervus pardinensis*, *cusanus*, *etueriarum*, *Mastodon arvenensis*, *Borsoni*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Récemment, Arm. Laurent et Broquin [157] ont trouvé au Crozas, près Vals (Haute-Loire), dans un gisement qui a fourni les deux espèces de Mastodontes, une molaire d'*Elephas meridionalis*, qui, quoique appartenant à une variété spéciale, confirme définitivement l'attribution des sables à Mastodontes au niveau du val d'Arno [158].

Une faune tout à fait semblable a été trouvée dans des dépôts meubles tufacés des pentes du mont Coupet, volcan basaltique, situé près de la station de Rougeat. On y observe, comme dans les sables des environs du Puy, l'association de *Mastodon arvernensis* et d'*Elephas meridionalis*, caractéristique du Villafranchien.

On connaît également, dans le Plateau Central, quelques vestiges de dépôts que leur faune permet d'attribuer au SAINT-PRESTIEN. On les a désignés, dans le Cantal et dans le Velay, sous les dénominations d'*alluvions sous-basaltiques* ou de « Pliocène supérieur ».

Glangeaud [XL, 293] signale à Malbattut, en face de Perrier, à l'altitude de 450 m, des alluvions dans lesquelles Pomel a recueilli jadis *Elephas meridionalis*. Boule [XL, 242] décrit, aux environs d'Aurillac, des alluvions sous-basaltiques, qui forment une nappe à 300 m au-dessus des thalwegs actuels, mais qui malheureusement n'ont pas fourni de fossiles.

Aux environs du Puy, par contre, les alluvions sous-basaltiques, qui se distinguent des sables à Mastodontes par leur teinte grise et par la grosseur de leurs galets, renferment à Sainzelles les espèces suivantes [XXXIX, 362] : *Machærodus Sainzellei*, *Felis* sp., *Hyæna brevirostris*, *Canis* sp., *Equus Stenonis*, *Rhinoceros etruscus*, *Hippopotamus major*, *Cervus pardinensis*, *Bos elatus*, *Elephas meridionalis*. Cette dernière espèce a été rencontrée également dans le tuf basaltique de Denise.

Les alluvions sous-basaltiques sont ainsi nommées, parce qu'elles supportent les immenses coulées connues sous le nom de *basaltes des plateaux*, qui, aussi bien sur les bords de la Limagne que dans le Cantal et dans le Velay, forment une nappe immense, autrefois continue, dans laquelle se sont creusées profondément les vallées du Quaternaire moyen. Aux environs du Puy, le sommet des plateaux basaltiques se trouve très uniformément à l'altitude de 800 m.

C'est sur ce basalte des plateaux que reposent, dans le Cantal, les plus anciens dépôts glaciaires authentiques, le *glaciaire des plateaux* de Boule [XL, 242; 159], qui est attribué par ce géologue au « Pliocène supérieur ». Il est dans tous les cas sensiblement plus récent que la faune saint-prestienne de Sainzelles, qui ne peut pas être envisagée comme une faune glaciaire, puisqu'elle comprend *Hippopotamus major*. Quoi qu'il en soit, ce Glaciaire présente, dans le Cantal et dans le Mont Dore, un développement vraiment grandiose, tandis qu'on n'en observe aucune trace dans le Velay. Il est particulièrement net dans le grand hémicycle, ouvert vers l'ouest, formé par le Mont Dore, le Cézallier et le Cantal, où il a fait l'objet, de la part de Marcellin Boule, d'une étude des plus intéressantes.

Les plateaux de cette région sont couverts de milliers de petites buttes elliptiques, offrant, du côté tourné vers les parois de l'hémicycle montagneux (« Stossseite »), des pentes douces, des surfaces arrondies, moutonnées, souvent sillonnées de stries profondes et parallèles (pl. CXXXII, 1), tandis que, du côté opposé (« Leeseite »), la roche a conservé ses angles vifs et forme des escarpements. En contre-bas de ce côté abrupt se trouvent souvent des accumulations de blocs erratiques de toutes grosseurs. D'autres fois les buttes percent un manteau presque continu d'argile à blocaux, où

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

des lacs glaciaires occupent les dépressions. Les galets sont principalement des gneiss à cordiérite, des andésites, des basaltes. Ces derniers sont presque toujours striés. On est certainement en présence de la moraine profonde d'un grand glacier qui remplissait tout l'hémicyle. Les moraines de surface semblent faire défaut, mais vers l'ouest, aux environs de Bort, on observe des alluvions fluvio-glaciaires, formant une véritable terrasse, qui domine la Dordogne de plus de 200 m.

Aux environs d'Aurillac, c'est-à-dire sur le versant sud-est du Cantal, la nappe glaciaire est beaucoup moins continue; elle n'est plus représentée que par des lambeaux peu étendus, qui reposent sur la surface du basalte des plateaux.

C'est dans cette vieille nappe glaciaire que se sont creusées, au cours de la période interglaciaire suivante, les vallées de la Dordogne, de la Cère, de l'Alagnon et, en général, toutes les grandes vallées du Plateau Central, qui appartiennent au même cycle d'érosion. Cette antériorité de la glaciation au creusement des vallées est un argument puissant en faveur de la haute antiquité du Glaciaire des Plateaux, mais nulle part en Europe les vestiges d'une glaciation antérieure au Quaternaire moyen ne sont conservés avec une pareille fraîcheur. On peut expliquer cette anomalie par la faible extension que présente dans le Plateau Central la glaciation rissienne.

La période interglaciaire qui a suivi cette glaciation sicilienne ou mindelienne n'a laissé en Auvergne que fort peu de traces. On peut lui attribuer une partie des *basaltes des pentes* et sans doute aussi les sables et les argiles de Solilhac, près Blanzac (Haute-Loire), qui forment un placage revêtant les parois d'un cirque creusé presque jusqu'au thalweg actuel dans un basalte de l'âge des sables à Mastodontes et dans les marnes tongriennes. Julien attribuait à tort à ces dépôts une origine glaciaire. Leur faune indique un climat chaud, ainsi qu'il résulte de la liste suivante, donnée par Boule [XXXIX, 362] : *Arvicola* sp., *Equus caballus*, *Rhinoceros Mercki*, *Hippopotamus amphibius*, *Cervus elaphus*, *intermedius*, *solilhacus*, *Dama somonensis*, *Megaceros hibernicus*, *Bison priscus*, *Elephas* cf. *meridionalis*. L'association de cette dernière espèce et de nombreux éléments caractéristiques du Quaternaire moyen permet peut-être de placer la faune de Solilhac au niveau du Forest Bed, c'est-à-dire du CROMERIEN, mais il y a autant de raisons d'en faire du Chelléen.

Les phases successives du QUATERNAIRE MOYEN sont encore assez mal connues dans le Plateau Central.

Dans le Puy-de-Dôme, on n'a signalé aucune formation glaciaire, aucun cailloutis fluvio-glaciaire ou fluviatile que l'on puisse d'une manière certaine rapporter au Rissien. Par contre, les alluvions de Binizat, près Issoire, à *Elephas antiquus* et *Hippopotamus major*, semblent appartenir à la période chaude (Chelléen) qui sépare la glaciation rissienne de la glaciation würmienne. Cette dernière est représentée par les alluvions de Sarlièvre, à *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Rangifer tarandus* et silex taillés. On signale également plusieurs stations de l'âge du Renne.

Dans le Cantal, P. Marty [160] et Marcellin Boule [XL, 242] ont fait connaître, dans les vallées de la Jordanne et de la Cère, des moraines latérales et frontales d'une remarquable fraîcheur, qui, vers l'aval, passent aux alluvions de la basse terrasse, quelquefois par alternances répétées de la boue glaciaire et des cailloutis fluvio-glaciaires. La basse terrasse est à 20 m au-dessus des cours d'eau actuels; la haute terrasse est à 40 m et témoigne d'une extension glaciaire plus ancienne, car elle renferme des blocs très

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

volumineux, parfois peu roulés, qui ont été empruntés à une formation morainique encore inconnue.

Dans le Puy-de-Dôme, les alluvions de Sarlièvre à *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Rangifer tarandus*, *Bos primigenius* et silex taillés représentent certainement la basse terrasse.

Au niveau du cours actuel de la Borne, près du Puy, des alluvions plus récentes que la basse terrasse ont fourni des restes bien conservés de *Rangifer tarandus*. M. Boule [XXXIX, 362] en conclut que « depuis l'époque indiquée par ces débris, rien n'a changé dans la topographie du pays. Les environs du Puy avaient acquis, à l'époque du Renne, tous les détails de leur physionomie actuelle ».

Outre les alluvions fluvio-glaciaires et fluviatiles, on connaît, en divers points du Plateau Central, des dépôts détritiques locaux, formés sur les pentes, qui ont quelquefois fourni des restes organiques intéressants.

Au lieu dit les Rivaux, près du Puy, une sorte de cône de déjection, formé aux dépens d'une coulée basaltique voisine, renferme de nombreux ossements, parmi lesquels Boule [XXXIX, 362] cite les espèces suivantes : *Ursus spelæus*, *Hyæna spelæa*, *Canis lupus*, *Equus caballus*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Cervus elaphus*, *Capra ibex*, *Elephas primigenius* et un tibia humain. C'est là évidemment une faune qui date de la fin du Quaternaire moyen. D'autres dépôts détritiques de la région sont plus anciens. Ainsi *Rhinoceros Mercki* a été trouvé dans les produits terreux qui remplissent les fentes des brèches anciennes de la montagne de Denise (pl. CXXXII, 2). C'est en outre sur la pente sud de ce volcan, près de l'Ermitage, qu'ont été découverts, en 1844, dans des couches détritiques bien stratifiées, formées surtout de débris d'origine volcanique, des restes humains, appartenant à la même race que l'Homme du Neanderthal. Ces couches sont certainement inférieures aux amas de scories projetées par le volcan; elles n'ont pu se former qu'avant le creusement de la vallée actuelle, car elles affleurent sur une pente raide et uniforme, où l'eau ne pourrait séjourner. Boule [XXXIX, 362] déduit de ces faits que l'Homme de Denise est « sensiblement contemporain de la faune à *Rhinoceros Mercki* ». Il daterait donc de la dernière période interglaciaire et aurait, par conséquent, à peu près le même âge que l'Homme de Mauer, dont il a été question plus haut. Dès lors, une nouvelle étude très minutieuse de ses caractères crâniens s'impose, en même temps qu'un nouvel examen des conditions de gisement.

Il existe, enfin, dans le Plateau Central, plusieurs stations paléolithiques dont la faune et l'industrie présentent le plus grand intérêt, mais les plus importantes se trouvent sur la périphérie du massif et seront plus avantageusement étudiées avec les dépôts quaternaires du Sud-Ouest de la France et du bassin du Rhône.

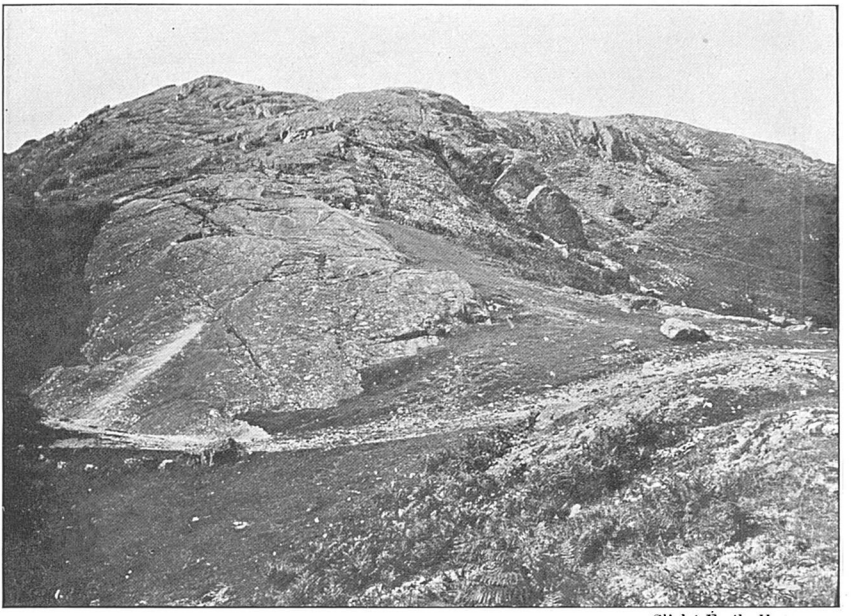
Dans le Puy-de-Dôme, il y a lieu surtout de citer le gisement de Neschers, où ont été trouvés jadis des ossements de Renne, de Chien (*Canis neschersensis*), etc., associés à des silex magdaléniens.

Dans la Haute-Loire, l'abri sous roche du Rond, près Saint-Arcons-d'Allier, a fourni à Boule et Vernière [162] des restes de Rongeurs, de Carnivores (*Hyæna spelæa*, *Canis lupus*, *vulpes*), de Cheval, de Ruminants (*Cervus elaphus*, *Rangifer tarandus*, *Capra ibex*), avec de nombreux instruments en basalte, en silex et en quartz.

L'énumération des gisements néolithiques du Plateau Central sortirait du cadre de ce Traité.

Bassin de l'Aquitaine. — Le bassin hydrographique de la Garonne, de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Cliché Émile Haug.

BUTTE DE GNEISS STRIÉE ET MOUTONNÉE.
Le Peyroux, près Champs (Cantal).



Cliché Émile Haug.

DÉPRESSION DU PUY-EN-VELAY, AVEC LE VOLCAN QUATERNAIRE DE DENISE (au fond, à droite).
Vue prise du rocher Corneille vers le nord.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

l'Adour et de la Charente est une des régions de l'Europe qui ont fourni le plus grand nombre de stations préhistoriques, mais la succession des dépôts quaternaires y est moins complète que dans quelques autres bassins. Ce sont surtout nos connaissances relatives au QUATERNAIRE ANCIEN qui laissent à désirer. On n'a signalé jusqu'ici qu'un petit nombre de gisements de Mammifères qui puissent être rapportés avec certitude à cette époque. Le principal est la poche de phosphate de chaux de Cajarc, dans le Lot, dont la faune, récemment décrite par Ed. Harlé et G. Stehlin [163], comprend un Chien encore indéterminé, le Blaireau (*Meles taxus*), un *Machærodus*, des Cerfs, un grand Bovidé et *Elephas meridionalis*. Cette dernière espèce appartient à une variété plus évoluée que celle du Villafranchien et indiquerait par conséquent un niveau un peu plus récent.

Une dent d'Hyène, voisine d'*Hyæna brevirostris* de Sainzelles, témoigne de la présence du même niveau à Crégols.

Une mâchoire d'*Elephas meridionalis* a été dégagée, par les vagues, d'une couche d'argile, à 6 km au sud de Soulac, non loin de l'embouchure de la Garonne. La présence de couches datant du Quaternaire ancien, au niveau de l'Océan, montre avec certitude que le niveau de base de la Garonne était, à cette époque reculée, à peu près le même qu'aujourd'hui. Ce fait est en opposition absolue avec la théorie qui attribue la formation des terrasses fluviatiles à des mouvements eustatiques.

On peut encore rapporter au Quaternaire ancien, dans le bassin de l'Aquitaine, d'autres dépôts, qui n'ont pas fourni de fossiles, mais qui occupent un niveau assez élevé au-dessus des terrasses fluviatiles du Quaternaire moyen.

Les plus anciens sont ceux du plateau de Lannemezan et des plateaux d'Aurignac et de Ger, généralement considérés comme de vastes cônes de déjection d'anciens cours d'eau qui se déversaient au pied des Pyrénées. Ce sont des cailloutis qui reposent sur une formation détritique et ligniteuse plus ancienne, dont l'âge pontien est établi avec certitude par la faune. Leurs éléments sont très gros, mais ont en partie disparu par décomposition. Seuls de nombreux blocs de quartzite, souvent de grande dimension, ont résisté et jonchent la surface du plateau. Ces blocs, souvent à peine dégrossis et présentant, à côté de faces arrondies, des arêtes vives, doivent être considérés, d'après M. Boule [164], comme de véritables blocs erratiques.

Leur existence sur le plateau ne peut s'expliquer que par un transport par des glaces flottantes. On est donc en présence d'une formation fluvio-glaciaire, qui, vers l'amont, passait vraisemblablement à des moraines, aujourd'hui détruites. Boule [165] a suivi les dépôts du plateau de Lannemezan vers l'aval et a pu constater leur passage à des alluvions qui constituent la plus élevée des quatre terrasses de cailloutis fluviatiles de la vallée de la Garonne, située à 130 m au-dessus du thalweg actuel.

L'âge des cailloutis du Lannemezan peut être déterminé par analogie comme villafranchien.

Une seconde terrasse, située à 100 m au-dessus du niveau actuel de la Garonne, représente probablement le Sicilien. Ses éléments sont fortement altérés, les quartzites seuls ont résisté et les granites sont entièrement décomposés [170].

Plus à l'est, dans la vallée du Salat, Mengaud [171] a assimilé respectivement au cailloutis du Lannemezan et à une glaciation plus récente les graviers des plateaux à éléments uniquement quartzeux et les blocs erratiques siliceux du bois de Montfort.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le QUATERNAIRE MOYEN est représenté dans la vallée de la Garonne par deux terrasses fluviatiles, correspondant en amont à deux séries de formations morainiques, et par des formations interglaciaires.

La *haute terrasse*, qui a son sommet, dans la vallée de la Garonne, à 55 m au dessus du thalweg actuel, est constituée par des cailloutis, dont les éléments sont beaucoup plus frais que ceux de la terrasse de 100 m. Toutefois les granites et les schistes présentent déjà une certaine altération. Les galets calcaires sont assez abondants.

La même terrasse se retrouve dans toutes les grandes vallées pyrénéennes et dans la vallée de la Dordogne. Il semble que l'on doive lui attribuer également des formations glaciaires assez altérées, qui sont conservées, dans les Pyrénées, à l'état de lambeaux situés à un niveau bien plus élevé que les moraines qui correspondent à la basse terrasse, mais les formations fluvio-glaciaires intermédiaires ne sont connues nulle part.

La *basse terrasse*, ou terrasse de 15 m, est constituée par des cailloutis d'une grande fraîcheur, qui renferment cependant des éléments altérés, empruntés à la haute terrasse. Elle est remarquablement bien développée sur la rive gauche de la Garonne, entre Martres et Merville, sur une longueur de 70 km et avec une largeur maximum de 11 km. Elle porte, sur la rive droite, la partie haute de la ville de Toulouse. On l'observe également dans les autres vallées pyrénéennes et dans la vallée de la Dordogne. On y trouve assez fréquemment des restes d'*Elephas meridionalis* et de *Rhinoceros tichorhinus*.

Lorsqu'on suit la basse terrasse de la Garonne vers l'amont, on la voit passer insensiblement, par un cône de transition fluvio-glaciaire, à un très bel amphithéâtre morainique, celui de Labroquère [164-166]. La dépression centrale est occupée par des vases argileuses très épaisses, d'origine lacustre. Il y a donc là un appareil fluvio-glaciaire tout à fait conforme au schéma classique (p. 456, fig. 178). Sa remarquable fraîcheur et sa situation au fond d'une vallée actuelle conduisent à l'attribuer à la dernière glaciation et à l'assimiler aux moraines würmiennes des Alpes. Il n'y a aucun doute que la basse terrasse corresponde à la dernière phase glaciaire.

Les moraines latérales se poursuivent en amont, sur les deux rives de la Garonne.

D'autres vallées pyrénéennes, notamment celles de l'Ariège, de l'Adour, du Gave de Pau, etc., possèdent des moraines non moins bien conservées que celles de la vallée de la Garonne et appartiennent à la même glaciation.

La plaine alluviale de la Garonne, située en contre-bas de la basse terrasse, date donc du Quaternaire supérieur. En amont de Toulouse, le fleuve coule à l'étiage à 7 m environ au-dessous du niveau de la plaine. En aval, par contre, il divague sur cette plaine. Lors des grandes crues, il inonde également la surface située en amont [168].

Contrairement à ce qui a lieu dans le bassin de Paris et dans la vallée du Rhin, le *lœss* n'est pas connu ici sur la basse terrasse. Il recouvre la haute terrasse d'un manteau peu épais, qui s'étend également sur la terrasse plus élevée [170]. Il fait donc ici partie des *formations interglaciaires*, mais n'a fourni jusqu'à présent ni Mammifères ni outils chelléens. Les stations acheuléennes situées sur la haute terrasse paraissent appartenir à une période plus récente.

Inversement, d'autres formations du bassin de l'Aquitaine doivent être envisagées comme interglaciaires en raison de leur faune, mais leurs relations avec les terrasses et avec les moraines ne peuvent être précisées.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Ce sont les remplissages de fentes de Montsaunès, de Montoussé, dans la moyenne vallée de la Garonne, les brèches de Montmaurin, en plein Lannemezan, et d'Es-Taliens, dans la vallée de l'Adour, gisements dont la connaissance est due surtout à Harlé [172-174] et à Boule [175]. Leur faune comprend notamment *Macacus tolosanus* (Montsaunès), *Machærodus latidens* (Montmaurin), *Hyæna striata* (Montsaunès, Es-Taliens), *fusca* (Montmaurin), *Canis lupus*, *vulpes*, *Meles taxus*, *Castor fiber*, *Arctomys marmotta*, *Hystrix major* (Montsaunès), *Equus caballus*, *Cervus elaphus*, *capreolus*, *Bison priscus*, *Sus scrofa*, *Rhinoceros Mercki*. La présence de cette dernière espèce, celle d'espèces méridionales, comme le Magot, l'Hyène rayée, le Porc-Épic, et l'absence complète du Renne montrent avec évidence que l'on est en présence d'une « faune chaude », interglaciaire. Les quatre gisements se trouvent à une certaine altitude au-dessus de la basse terrasse, mais ils sont situés en contre-bas des cailloutis du plateau de Lannemezan [165].

Des graviers et des sables déposés dans un ancien lit de la Charente ont également fourni, près de Gensac-la-Pallue, une faune interglaciaire. Les Mammifères suivants ont été recueillis dans la ballastière de Tilloux et étudiés par Marcellin Boule [176] : *Elephas antiquus*, *meridionalis* (ou *trogontherii*), *primigenius*, *Rhinoceros* cf. *Mercki*, *Hippopotamus* sp., *Cervus* sp. C'est incontestablement une « faune chaude ». Elle est accompagnée de nombreux silex acheuléens.

La partie du Quaternaire du bassin de l'Aquitaine de beaucoup la plus intéressante pour l'histoire paléontologique de l'Homme est la *période postglaciaire* du Quaternaire moyen. C'est à elle qu'appartiennent la plupart des stations préhistoriques qui ont permis de caractériser les industries de l'époque Moustiérienne et de l'« âge du Renne ». Malheureusement tous ces gisements classiques sont des cavernes, où les observations stratigraphiques sont très délicates. Ce n'est qu'exceptionnellement que l'on a pu constater, dans les remplissages, plusieurs couches superposées, caractérisées chacune par une faune différente. Des fouilles très minutieuses ont permis à toute une pléiade de chercheurs de préciser définitivement certaines successions, et c'est en se basant sur ces observations de détail que l'abbé Breuil [177] a été amené à distinguer, dans les assises de l'âge du Renne, au-dessous du Solutréen et du Magdalénien, un étage indépendant, l'Aurignacien, faisant suite directement au Moustiérien.

Il n'est pas encore possible de caractériser par leurs faunes ces quatre périodes du Paléolithique supérieur. Le Moustiérien seul se distingue des périodes suivantes par l'abondance d'*Elephas primigenius* et de *Rhinoceros tichorhinus* et par la rareté du Renne.

Toutes les cavernes datant de cette époque renferment en outre d'innombrables ossements et quelquefois, comme à Gargas (Hautes-Pyrénées) et à L'Herm (Ariège), des squelettes entiers de grands Carnivores : *Ursus spelæus*, *Hyæna spelæa*, *Canis lupus*, *Felis leo* var. *spelæa*. On signale aussi *Bos primigenius*, *Bison priscus*, *Gulo luscus* [178-179]. Cette *faune des cavernes* a vécu, alors que la température était encore froide et humide, immédiatement après le retrait des glaciers pyrénéens, comme le montre la superposition, observée par Obermaier [170], des limons qui en renferment les restes à des dépôts morainiques, dans les grottes de Bouïchéta et de Pradières, près Tarascon-d'Ariège. La plupart de ses espèces se rencontrent aussi, quoique moins abondantes, dans les gisements aurignaciens. La faune de l'âge du Renne, considérée dans son ensemble, est caractérisée par l'abondance de *Rangifer tarandus*, *Equus caballus*, *Saiga tartarica* (fig. 472). Cette dernière

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

espèce vit actuellement dans les steppes de l'Asie centrale. Elle a été trouvée dans un grand nombre de localités du Sud-Ouest, notamment dans la Dordogne, dans la Charente, ainsi qu'à Bruniquel (Tarn-et-Garonne) et à Bourg (Gironde), toujours dans des cavernes, où elle semble avoir été amenée par l'Homme. La présence de *Spermophilus rufescens* dans les grottes du même âge indique également un climat de steppes [174]. Enfin, une crevasse dans les calcaires crétacés de Châteauneuf-sur-Charente a fourni à Chauvet de nombreux ossements, parmi lequels Boule [180] a reconnu la Marmotte, le Spermophile, le Lièvre des neiges, le Campagnol des neiges, le Renard arctique. Il est intéressant de retrouver, dans le Nord du bassin de l'Aquitaine, une faune, qui, en Allemagne, a suivi de près le retrait de la calotte glaciaire et la faune des toundras.

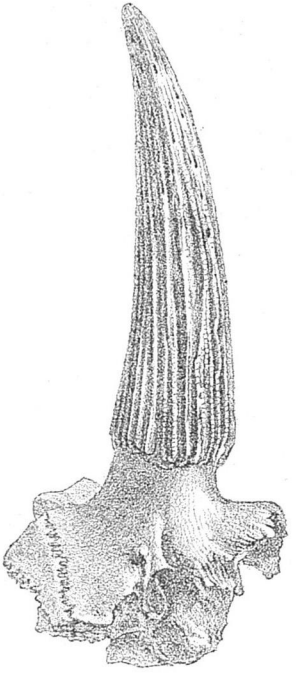


Fig. 472. — Cheville de corne de *Saiga tartarica* (d'après A. GAUDRY). 1/2 gr. nat.
Quaternaire moyen. Rochebertier (Charente).

Au pied des Pyrénées, cette faune des steppes est remplacée par une faune de forêts, représentée à la Tourasse par *Cervus elaphus*, *capreolus*, *Alces latifrons*, etc. Ce gisement date de la fin du Magdalénien (*Tourassien* ou *Azilien*). Des fouilles systématiques, organisées dans certaines cavernes du Sud-Ouest, ont mis à jour successivement, dans ces dernières années, plusieurs squelettes humains plus ou moins complets, dont l'âge moustiérien est établi avec certitude par les silex et par les ossements qui les accompagnent. Tous appartiennent à la race du Neanderthal, représentée également à Spy et à Krapina.

La première découverte eut lieu au Moustier même, le 7 mars 1908. Elle est due à un marchand suisse qui s'empressa de vendre au Musée d'histoire naturelle de Berlin les parties du squelette qui avaient échappé à la destruction. Leur étude fut confiée à H. Klaatsch [181]. Elles proviennent d'un individu jeune qui, par certains caractères, est à un état un peu moins avancé que les individus trouvés à Spy et à Krapina.

La seconde découverte eut lieu, le 3 août 1908, dans la *bouffia* de la Chapelle-aux-Saints, dans le Sud de la Corrèze, grotte située dans un calcaire liasique. Elle est due aux abbés A. et J. Bouyssonie et L. Bardon.

Le squelette est celui d'un vieillard. La tête, une partie des vertèbres, quelques côtes, une clavicule, les os du bras, les iliaques, les deux fémurs, des fragments du tibia et quelques os de la main et du pied ont seuls pu être retrouvés. Ils ont été déposés au Laboratoire de Paléontologie du Muséum, où ils ont fait, de la part de Marcellin Boule [182], l'objet d'une étude très approfondie. La tête est d'une belle conservation, les dents, sauf deux prémolaires, sont tombées en partie pendant la vie du sujet. Ses caractères sont ceux de la race du Neanderthal, qui ont été donnés plus haut (p. 1773). La forme arquée du fémur s'accorde bien avec l'habitat cavernicole de l'Homme moustiérien.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Enfin, la troisième découverte, qui remonte à 1909, a eu lieu dans la grotte de la Ferrassie, où Capitan et Peyrony avaient reconnu cinq couches superposées, renfermant des débris d'industrie de cinq populations quaternaires d'époques différentes, appartenant respectivement à l'Acheuléen, au Moustiérien et aux trois sous-périodes que l'on peut distinguer dans l'Aurignacien. C'est à la limite de la couche acheuléenne et de la couche moustiérienne que les deux préhistoriens mirent à découvert un squelette entier d'un Homme néanderthaloïde, dont les parties avaient encore conservé leurs connexions anatomiques et qui fut généreusement offert par Capitan et Peyrony au Muséum national d'Histoire naturelle.

Avec l'Aurignacien apparaît en France une nouvelle race humaine, qui se substitue à celle du Neanderthal, c'est la race de Cro-Magnon, ainsi nommée d'un abri sous roche, situé près des Eyzies (Dordogne), où furent trouvés, en 1868, cinq squelettes, gisant au sommet d'un dépôt aurignacien. D'autres squelettes du même type furent exhumés ensuite à Laugerie-Basse (Dordogne), à Chancelade (Dordogne), à Duruthy (Landes), à Rochebertier (Charente), toujours dans des grottes ou dans des abris sous roche, qui leur ont servi de sépulture et où ils sont associés à des outils de l'âge du Renne. On sait que la race de Cro-Magnon se distingue de celle du Neanderthal, non seulement par les caractères crâniens qui ont été indiqués plus haut, mais encore par l'allongement et par la forme droite de son fémur, qui permet de le considérer comme un coureur, bien organisé pour se livrer à la chasse dans la steppe.

Si les squelettes humains constituent, dans la partie supérieure du Quaternaire ancien, de grandes raretés, les restes de l'industrie paléolithique sont, par contre, extrêmement abondants dans les gisements du Sud-Ouest. Il importe de donner ici un aperçu très sommaire de leur répartition verticale et des principales stations.

Le MOUSTIÉRIEN tire son nom de la localité du Moustier, située sur la rive droite de la Vézère, dans le département de la Dordogne. On y a observé [183], dans une grotte, une série de couches stratifiées, comprenant des alternances de lits de sables ou de cailloux roulés et de « foyers », qui correspondent au Moustiérien archaïque, au Moustiérien proprement dit, au Moustiérien de transition et à l'Aurignacien. Les outils les plus caractéristiques sont le *racloir*, dont l'un des bords présente des retouches très régulières, le *racloir double*, retouché sur deux bords, le *racloir concave*, la *scie*, le *coupoir*, le *grattoir*, également avec retouches, le *perçoir*, la *pointe*, très régulière et généralement retouchée sur les deux bords, etc. On observe les premières traces du travail de l'os.

Des stations du même âge ont été fouillées aux Eyzies (Dordogne) et à la Quina (Charente).

L'AURIGNACIEN, aussi appelé *Présolutréen* [177, 184, 185], comprend notamment les stations des Cottés (Vienne), de la Chaise (Charente), Gorge d'Enfer, Cro-Magnon, la Ferrassie (Dordogne), le Bouitou (Corrèze), Pair-non-Pair (Gironde), Brassempouy (Landes), Tarté, Aurignac (Haute-Garonne). Les formes moustiérennes sont encore fréquentes, on rencontre surtout des *lames à retouche unilatérale*, des *lames à coches*, des *perçoirs*, des *burins* et des *grattoirs carénés*. L'outillage en os comprend surtout des poinçons, des pointes à base fendue, etc.

Le SOLUTRÉEN peut être divisé dans le Sud-Ouest [185] en deux niveaux : un niveau inférieur, à *feuilles de laurier*, sans pointes à cran, avec aiguilles, figures partiellement découpées, partiellement gravées, et un niveau supérieur, à *pointes à cran* typiques, connu seulement dans la Charente, la Corrèze, la Dordogne et le Lot.

Les principaux gisements sont ceux de Vilhonneur (Charente), la Font-Robert

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

(Corrèze), Laugerie-Haute, Saint-Martin d'Exideuil, Cro-Magnon, les Eyzies (Dordogne), Pair-non-Pair (Gironde), Brassempouy (Landes), Lacave (Lot).

Le MAGDALÉNIEN tire son nom de la grotte de la Madeleine, près Tursac (Dordogne). On n'y fait plus rentrer aujourd'hui que les stations les plus récentes de l'âge du Renne, caractérisées par la perfection remarquable qu'y atteint le travail de l'os, tandis que la taille du silex est en décadence. L'abbé Breuil [185] y distingue trois horizons successifs :

1° un *horizon inférieur* sans harpons, avec plus ou moins d'aiguilles, lames d'os ornées de gravures (Marsoulas supérieur), pointes de sagaies et outillage en silex;

2° un *horizon moyen*, avec harpons à un seul rang de barbelures, harpons à base fourchue, baguettes demi-rondes, très ornées, silex retouchés d'une façon très variée, représenté surtout à Raymonden, Laugerie-Basse, Teyjat (Dordogne), Bruniquel (Tarn-et-Garonne), Gourdan (Hautes-Pyrénées), Mas-d'Azil (Ariège);

3° un *horizon supérieur*, avec harpons à deux rangs de barbelures, nombreux ciseaux à fût cylindrique en bois de Renne, gravures souvent très profondes, petits grattoirs, lames de canif, burins, représenté principalement au Soucy, à la Madeleine (Dordogne), à Sordes (Landes), au Lorthet (Hautes-Pyrénées), au Mas-d'Azil (Ariège).

L'AZILIEN, qui tire son nom de la célèbre grotte du Mas-d'Azil, a été introduit par Piette [187] pour une phase de transition, intermédiaire entre le Paléolithique et le Néolithique, qui est caractérisée surtout par les harpons plats perforés et par les galets coloriés. Les petits grattoirs, les lames de canifs et d'autres outils magdaléniens persistent. Les haches polies font encore défaut. On peut citer, outre le gisement du Mas-d'Azil, de la Tourrasse (Haute-Garonne), ceux du Lorthet et de Lourdes (Hautes-Pyrénées), de Massat, Montfort, Alliat (Ariège), de Reilhac (Lot), de Laugerie-Basse et de la Madeleine (Dordogne). Malgré l'absence de haches polies, il convient de placer l'Azilien à la base du Quaternaire supérieur, car la faune est caractérisée par l'absence du Renne et par l'abondance du Cerf, du Chevreuil, du Sanglier, etc.

Il n'est pas possible de quitter l'étude des grottes de l'âge du Renne dans le Sud-Ouest de la France sans dire quelques mots des manifestations artistiques dont ces grottes ont conservé la trace. L'Homme de l'âge du Renne possédait non seulement un outillage très perfectionné, mais il avait en outre le goût de la parure, comme le témoignent les colliers formés de coquillages ou de dents qui ont été trouvés dans les sépultures. Il était doué d'un sentiment artistique très développé, c'était un sculpteur, un graveur, un peintre, dont les œuvres peuvent quelquefois soutenir la comparaison avec celles des plus belles époques de l'histoire de l'Art. Piette a donné, pour cette raison, à la fin du Quaternaire moyen le nom de *période glyptique* [186].

La sculpture en ronde-bosse a débuté dès l'Aurignacien par des figurines de femme en ivoire, dont on a trouvé quelques exemplaires à Brassempouy. Plus tard, surtout au Magdalénien, la représentation des animaux, principalement du Cheval et du Renne, devint le motif courant, exécuté soit en ivoire, soit en bois de Renne, souvent avec une extraordinaire vigueur. Certaine tête de Cheval du Mas d'Azil (fig. 473) n'est égalée que par celles des frises du Parthénon.

La gravure s'effectuait sur os, sur bois de Renne, sur ivoire, sur schiste, tantôt sur un fond plat, tantôt sur des objets arrondis, tels que propulseurs ou bâtons de commandement. Les sujets étaient très variés : ornements géométriques ou sujets végétaux, figures humaines, Rennes, Mammouths, Rhinocéros, Chamois (fig. 474), Antilopes Saïgas, Oiseaux, Poissons, etc. Tous ces animaux sont dessinés en quelques traits d'une rare fidélité. Les plus belles pièces françaises proviennent de Laugerie-Basse, la Madeleine, Lorthet, Gourdan, Mas-d'Azil, etc.

Les gravures et surtout les peintures pariétales sont une des particularités les plus curieuses des grottes visitées par l'Homme de l'âge du Renne [188-191]. Elles semblent dater au moins de l'époque aurignacienne, car,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

dans plusieurs cas, elles étaient cachées par des dépôts renfermant des outils de cette époque.

Les premières ont été découvertes il y a plus de trente ans sur la voûte de la grotte d'Altamira, dans la province de Santander, en Espagne, par Marcelino de Santuola; dans le Sud-Ouest, quelques-unes avaient été signalées par divers archéologues, mais ce n'est que, lorsqu'en 1902 Capitan et Breuil publièrent des reproductions des gravures et des peintures découvertes aux Combarelles et à Font-de-Gaume, dans la Dordogne, que l'attention du monde savant fut attirée sur ces œuvres d'art paléolithiques. Elles se trouvent exclusivement sur les parois ou sur la voûte d'étroites galeries très profondes, quelquefois à plusieurs centaines de mètres de l'orifice, presque toujours dans des lieux complètement obscurs.

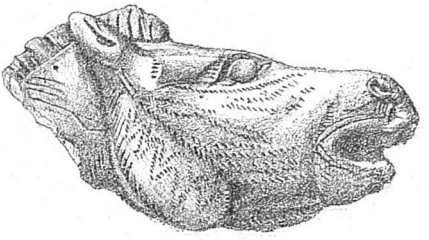


Fig. 473. — Tête de Cheval sculptée en ronde bosse dans une ramure de Renne (d'après E. Piette). Gr. nat.

Grotte du Mas-d'Azil, rive droite de l'Arize.

L'abondance et la variété des animaux figurés est telle qu'elle fournit des renseignements précieux sur la faune de l'époque. On trouve sur les parois des grottes du Sud-Ouest des représentations de Félins, de Canidés, d'Ours, de Chevaux, de Rhinocéros, de Rennes, de Cerfs, de Bouquetins, de Bovidés indéterminés et surtout de Bisons et de Mammouths. Le dessin de ces animaux est presque toujours vigoureux et d'un mouvement très naturel. Les représentations humaines sont, par contre, très gauches, quelquefois d'un aspect caricatural. Les signes tectiformes, pectiformes, etc., sont assez communs.

A celles déjà citées il convient d'ajouter les grottes de Pair-non-Pair

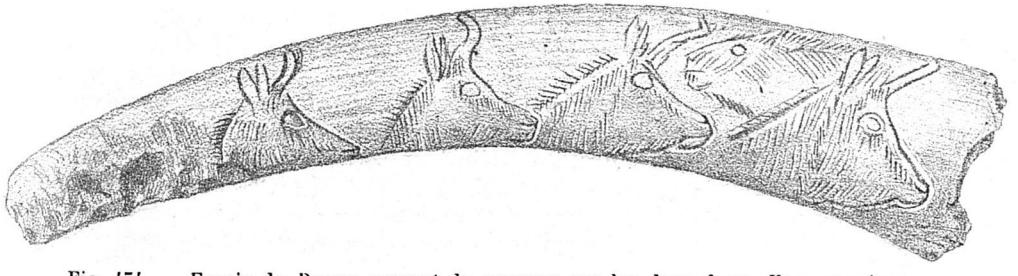


Fig. 474. — Espois de Renne couvert de gravure sur les deux faces. Face représentant quatre têtes de Chamois et une tête d'animal indéterminable (d'après E. Piette). Gr. nat.

Caverne de Gourdan (Hautes-Pyrénées).

(Gironde), de Marsoulas, près Salies-du-Salat (Haute-Garonne), de Niaux (Ariège) et de nombreuses grottes de la région de Santander, en Espagne.

Grâce au fait que deux ou plusieurs gravures ou peintures se trouvent parfois superposées, l'abbé Breuil [189] a pu établir une chronologie relative des diverses phases artistiques qui se sont succédé dans toute la durée de l'âge du Renne. Il a pu constater ainsi que les figures incisées et les figures peintes ont d'abord coexisté, mais que la peinture pariétale a

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

traversé cinq phases successives, depuis ses débuts, où l'on n'observe que de simples tracés noirs ou monochromes, linéaires ou pointillés, en passant par une phase de peintures en teintes plates, pour aboutir aux magnifiques figures polychromes, véritables fresques de grandes dimensions, nuancées de teintes variées, représentant surtout des Bisons. A mesure que la technique des peintures se perfectionnait, la sculpture — qui avait débuté par des incisions larges et profondes et avait ensuite gagné en finesse et en expression — est tombée graduellement dans l'abandon.

On ne peut s'expliquer l'exécution des sculptures et des peintures pariétales dans des endroits aussi reculés qu'en lui attribuant un caractère rituel. D'après Salomon Reinach, les représentations d'animaux étaient des *totems*. Les membres du clan vivaient du produit de la chasse et croyaient augmenter leurs chances de tuer certains animaux en les figurant dans des lieux tabous.

A l'époque azilienne on ne trouve plus aucune trace de représentations d'animaux, mais les habitudes picturales ont persisté. En effet, Ed. Piette [186, 187] a rencontré, dans ses fouilles au Mas-d'Azil, une assise renfermant en abondance des *galets coloriés*, généralement oblongs et aplatis, gris ou blancs. La couleur employée est, comme dans les peintures pariétales, le sesquioxyde de fer, associé quelquefois à des oxydes de manganèse. Des valves de *Pecten jacobæus* servaient de palette. Les peintures sont tantôt des ornements, tantôt de simples points ou des bandes de couleur parallèles, en nombre variable, ou disposées en croix. On est évidemment en présence de signes symboliques et peut-être de rudiments de caractères ou de marques constituant un système de numération.

La civilisation azilienne comble un *hiatus* que l'on croyait autrefois exister entre l'industrie paléolithique et l'industrie néolithique.

L'extrême rareté des gisements néolithiques dans le Sud-Ouest contraste d'une manière frappante avec l'abondance et la richesse des gisements paléolithiques. Quelques grottes renferment, dans leurs couches supérieures, des traces de l'industrie de la pierre polie. Les dolmens, il est vrai, sont très nombreux, surtout dans l'Aveyron, le Lot, la Dordogne, la Charente, etc. [34], mais leur étude ne rentre pas dans le domaine de la Géologie.

Comme dépôts sédimentaires de quelque importance appartenant au QUATERNAIRE RÉCENT on ne peut guère citer, dans le bassin de l'Aquitaine, que le *sable des Landes*, autrefois attribué au Tertiaire, mais dont la postériorité à la basse terrasse résulte de la découverte, signalée par Éd. Harlé [190], de restes d'*Elephas primigenius* et de *Rhinoceros* dans des argiles sous-jacentes. C'est une formation détritique qui recouvre d'un manteau uniforme toutes les régions basses des bassins de la Garonne et de l'Adour. Son grain est grossier, ce qui exclut l'origine éolienne. Les dunes du littoral sont d'âge beaucoup plus récent.

CHAÎNE DES ALPES. — Nous pouvons aborder maintenant l'étude de l'une des régions de l'Europe les plus importantes au point de vue des périodes glaciaires, la chaîne des Alpes. Nulle part l'existence de quatre périodes glaciaires successives, *Günzien*, *Mindelien*, *Rissien*, *Würmien*, séparées par des phases interglaciaires, ne s'impose avec une pareille évidence. Les recherches d'A. Penck et de ses collaborateurs [191, 192, 194, 198] ont fait la pleine lumière sur cette question. Malheureusement les restes organiques sont rares dans le Quaternaire alpin, aussi l'accord est-il loin d'être

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

complet au sujet du parallélisme des quatre périodes glaciaires des Alpes avec les quatre périodes glaciaires dont nous avons admis l'existence dans le Nord de l'Europe. Nous considérerons d'abord comme démontré le synchronisme du maximum d'extension de la calotte glaciaire du Nord et du maximum d'extension des glaciers alpins, c'est-à-dire de l'époque Rissienne. Dans cette hypothèse, le Rissien et le Würmien appartiennent seuls à notre Quaternaire moyen; le Günzien et le Mindelien passent dans notre Quaternaire inférieur, conformément à l'opinion de la plupart des géologues français, qui placent deux glaciations dans le « Pliocène supérieur ». On verra plus loin sur quels arguments on peut se baser pour assimiler le Günzien au Villafranchien, le Mindelien au Sicilien. Pour le moment, il importe avant tout d'apprendre à connaître les quatre glaciations des Alpes et c'est pour cette raison que nous les étudierons d'abord dans la région où Penck les a définies, c'est-à-dire sur le versant nord des Alpes orientales.

Alpes septentrionales. — La notion de quatre glaciations successives résulte en première ligne de l'existence de quatre nappes de cailloutis, formant, dans les plaines situées entre le bord septentrional des Alpes et le haut Danube, des plateaux ou des terrasses étagés à des altitudes décroissantes et correspondant à autant de phases d'alluvionnement, séparées par des phases de creusement. Les phases d'alluvionnement sont glaciaires, les phases de creusement sont interglaciaires. En effet, en suivant vers l'amont chacun de ces quatre systèmes de cailloutis, Penck a observé leur passage latéral à des moraines dont les éléments se trouvent à des degrés d'altération différents (fig. 475). Il en a conclu à leur nature fluvio-glaciaire.

Les deux plus anciennes nappes de cailloutis sont connues sous la dénomination de *cailloutis des plateaux* (« Deckenschotter »); les deux plus récentes ont été appelées *cailloutis de la haute terrasse* (« Hochterrassenschotter ») et *cailloutis de la basse terrasse* (« Niederterrassenschotter »). Le Deckenschotter supérieur passe en amont aux moraines günziennes; le Deckenschotter inférieur, aux moraines mindeliennes; les cailloutis de la haute terrasse, aux moraines

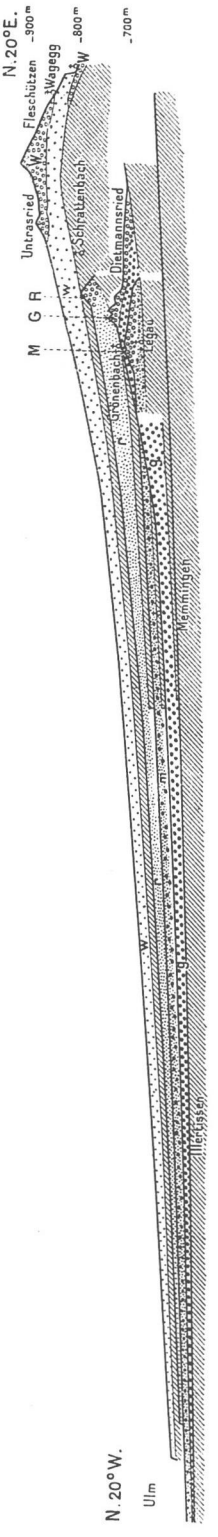


Fig. 475. — Coupe schématique des terrasses d'alluvions et des formations fluvio-glaciaires de la vallée de l'Iller (d'après A. Penck).

g, alluvions fluviatiles et fluvio-glaciaires günziennes; m, alluvions mindeliennes; r, alluvions rissiennes; w, alluvions würmiennes. G, moraines terminales günziennes; M, moraines mindeliennes; R, moraines rissiennes; W, moraines würmiennes. Le grisé oblique correspond aux affleurements de terrains antérieurs au Quaternaire.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

rissiennes; les cailloutis de la basse terrasse, aux moraines würmiennes.

Les quatre nappes sont « emboîtées » exactement comme dans la région sous-pyrénéenne. Elles sont généralement séparées l'une de l'autre par des affleurements de terrains antérieurs au Quaternaire. Dans chacune des grandes vallées subalpines, les quatre nappes possèdent une pente très marquée vers l'aval; les quatre plans inclinés tendent à converger au voisinage du cours du Danube; vers l'amont, par contre, les surfaces tendent à se redresser et à s'écarter fortement l'une de l'autre (fig. 475). Il arrive cependant qu'avant d'atteindre le Danube, les nappes successives, au lieu de s'emboîter, viennent à se superposer normalement, les alluvions de la basse terrasse reposant alors sur celles de la haute terrasse. Ces faits démontrent d'une manière péremptoire que la cause de la formation des terrasses n'est pas en aval, puisque le niveau de base des cours d'eau est resté fixe. Elle se trouve en amont et doit être cherchée dans un mouvement lent, soulevant les Alpes par saccades. C'est au Quaternaire inférieur que ces mouvements ont atteint la plus grande intensité, car les deux « Deckenschotter » ont été soulevés à de grandes altitudes, ainsi que le montrent les ruptures de pente de leur profil en long.

Les restes organiques sont rares dans les formations fluvio-glaciaires du bord septentrional des Alpes. Penck cite *Helix hispida*, *Pupa muscorum*, *Succinea oblonga* et d'autres espèces caractéristiques du lœss, à Pachschallern et Sierning (Haute-Autriche), dans des couches de lehm intercalées dans le Deckenschotter günzien. En admettant qu'il s'agisse bien de véritables intercalations et non de placages éoliens, la présence des espèces citées ne prouve rien contre l'attribution des deux Deckenschotter au Quaternaire ancien, car ces mêmes espèces ont été rencontrées dans le Forest bed cromerien. Nous manquons d'ailleurs de renseignements sur les Mollusques terrestres du début de la période.

Des quatre nappes de cailloutis, la plus récente seule a fourni des restes de Mammifères. Ce sont, comme ailleurs, *Elephas primigenius* et *Rhinoceros Mercki*.

Les *formations interglaciaires* sont principalement représentées, dans la plaine préalpine, par le lœss, qui s'étend comme une couverture discordante sur les diverses terrasses. D'après Penck [194], il ferait entièrement défaut sur la basse terrasse, contrairement à ce qui a lieu dans la vallée du Rhin et dans le bassin de Paris. En revanche, il existerait également *sous* la haute terrasse. Obermaier [28, 195] a, par contre, indiqué dans le lœss de Willendorf, dans la Wachau (Basse-Autriche), et à Gobelsburg sur le Kamp, un lit de silex magdaléniens, avec *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Equus caballus*, *Rangifer tarandus*, *Capra ibex*, *Bison priscus*, c'est-à-dire une faune nettement postglaciaire. La même faune se retrouve, associée à la même industrie, dans la Gudenushœhle, près Krems.

Les *formations glaciaires* prennent un grand développement au débouché des grandes vallées alpines. Les moraines terminales s'étalent largement dans la plaine et se raccordent par un cône de transition aux alluvions fluvio glaciaires dont il a été question tout à l'heure.

Les moraines des deux premières glaciations ne sont plus représentées que par des lambeaux situés à des altitudes bien supérieures à celles des moraines des deux glaciations suivantes. Leurs éléments se trouvent à un degré d'altération très avancé. Quelquefois des vestiges des moraines mindeliennes se rencontrent en aval des moraines rissiennes, ce qui conduit

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Penck à envisager la glaciation mindelienne comme ayant localement atteint une plus grande extension que la glaciation rissienne.

Les moraines rissiennes couvrent généralement, en avant des moraines würmiennes, de grandes surfaces, mais leurs formes topographiques sont fortement effacées. Les moraines würmiennes ont, par contre, conservé une grande fraîcheur. Les amphithéâtres morainiques sont constitués le plus souvent par toute une série de remparts parallèles. Au débouché des vallées se trouve d'ordinaire une vaste dépression centrale, aujourd'hui encore occupée par un lac ou par des marécages, qui ne sont autre chose que des témoins d'anciens lacs plus étendus. De ce centre rayonnent d'autres dépressions, plus étroites, parfois aussi occupées par des lacs, qui aboutissent aux lobes secondaires de l'appareil morainique terminal. Dans les intervalles se trouvent des rangées de drumlins, qui rayonnent également vers la périphérie. La profondeur des dépressions lacustres et l'impossibilité de leur attribuer une origine tectonique obligent à les envisager comme le résultat d'un surcreusement glaciaire.

La plus ou moins grande extension de chaque glacier dans la plaine subalpine est fonction de son alimentation. C'est ainsi que les glaciers des Alpes autrichiennes, qui descendent de massifs dont l'altitude ne dépasse guère 2 000 m, n'atteignent pas ou atteignent à peine le débouché des rivières alpines dans la plaine. Le glacier de la Salzach, celui de l'Inn et celui de l'Isar descendaient de massifs beaucoup plus élevés et étaient, en outre, alimentés par de larges vallées transversales, qui leur permettaient de drainer les masses énormes de glaces accumulées dans les grandes vallées longitudinales de l'intérieur de la chaîne. En conséquence, ils étaient très copieusement alimentés et s'étendaient largement dans la plaine, étalant au pied des Alpes leurs grands lobes aux multiples festons. Les glaciers du Lech, de la Wertach et de l'Iller, qui n'étaient alimentés que par des vallées originaires du versant septentrional des Alpes calcaires, avaient, par contre, leur front à une faible distance du bord septentrional de la chaîne.

Pendant les périodes interglaciaires, les eaux de fonte approfondissaient le lit des vallées alpines, mais, en même temps, les dépressions lacustres tendaient à se combler. C'est ainsi que les poudingues à stratification oblique de Salzbourg doivent être envisagés, d'après Penck et Crammer [194, 196, 197], comme une formation torrentielle interglaciaire, comblant la dépression lacustre qui s'étendait précédemment de Salzbourg à Golling. Ils reposent sur la surface striée des couches de Gosau et sont recouverts à leur tour par la moraine. Comme il existe, dans la même dépression, une seconde formation torrentielle plus récente et formée dans les mêmes conditions, il est probable que les poudingues de Salzbourg datent de la période intermédiaire entre le Mindelien et le Rissien.

En amont de la dépression centrale, l'action du glacier se manifeste principalement par la présence de surfaces polies et striées et par les modifications du profil en long et du profil en travers des vallées imputables à l'érosion glaciaire. Il est inutile d'insister à nouveau sur ces phénomènes, qui, dans les Alpes septentrionales, apparaissent avec une rare netteté. Penck a relevé le long des vallées la limite supérieure de l'action érosive du glacier et il a constaté qu'elle s'élevait régulièrement vers l'amont. Vers l'aval, elle se raccorde avec les bords des dépressions centrales des glaciers würmiens. Toutes les traces de l'érosion glaciaire dans l'intérieur des massifs doivent donc être attribuées à la dernière

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

glaciation. Les traces laissées primitivement par les glaciations précédentes ont été entièrement effacées par la glaciation würmienne.

Dans les *grandes vallées longitudinales* de l'intérieur de la chaîne, en particuliers dans celle de l'Inn, en amont de Kufstein, et dans celle de la Salzach, en amont de St. Johann-im-Pongau, on observe, en outre, toute une série de dépôts glaciaires et interglaciaires, dont il est nécessaire de préciser le mode de formation.

La *brèche de Hölting* forme, au nord d'Innsbruck, un placage sur les

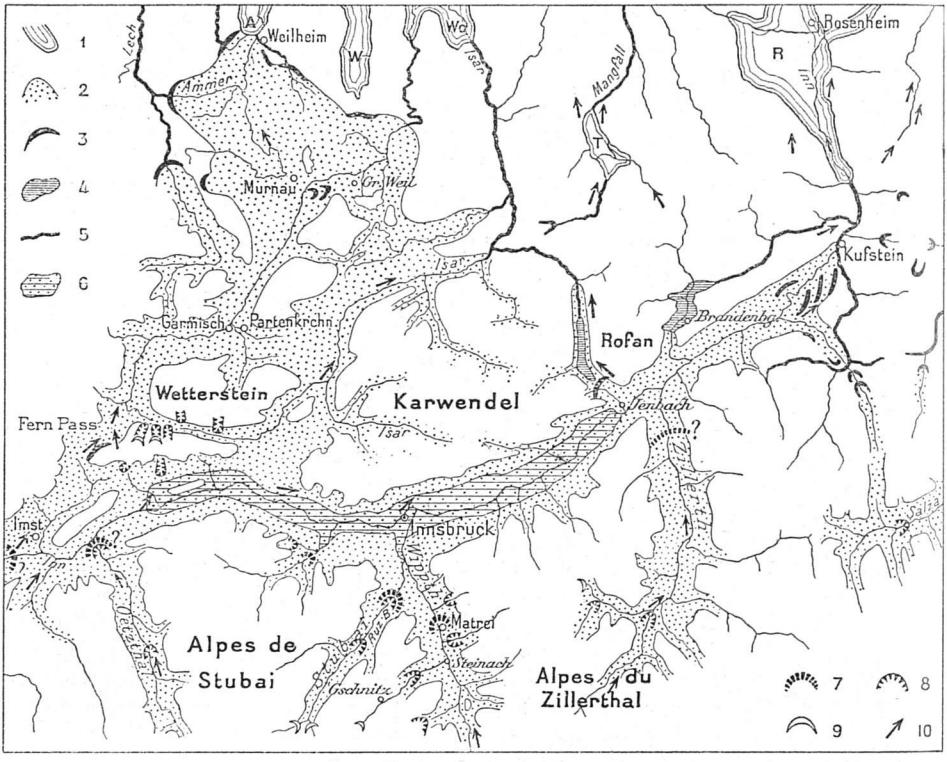


Fig. 476. — Carte de la moyenne vallée de l'Inn représentant l'extension des glaciers au stade de Bühl et aux stades suivants (d'après A. PENCK).

1, lacs occupant les dépressions centrales des glaciers würmiens (A, lac d'Ammer; W, de Würm; Wo, de Wolfrathshausen; T, Tegernsee; R, lac glaciaire de Rosenheim); 2, extension des glaciers au stade de Bühl; 3, moraines terminales; 4, lacs de barrage du stade de Bühl; 5, écoulement des eaux de fonte; 6, lac de barrage de la vallée de l'Inn; 7, moraines terminales de la phase de retrait d'Achen; 8, *id.* du stade de Gschnitz; 9, *id.* du stade de Daun; 10, direction des stries glaciaires.

terrains triasiques du versant de la vallée de l'Inn exposé au midi. Sa nature interglaciaire a été établie dès 1882 [191] par Penck. Comme elle repose sur une moraine profonde peu altérée et qu'elle supporte la moraine profonde würmienne, elle appartient très vraisemblablement à la dernière période interglaciaire [194]. C'est un éboulis cimenté, dont certaines parties sont blanches, d'autres rouges. La brèche blanche a fourni une flore assez riche, qui comprend, d'après R. von Wettstein [198],

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

principalement des espèces vivant encore aujourd'hui dans la région, à la même altitude. Les plus communes sont *Pinus silvestris*, *Majanthemum bifolium*, *Salix glabra*, *triandra*, *nigricans*, *Acer pseudo platanus*, *Rhamnus frangula*, *Fragaria vesca*, *Viburnum lantana*, *Prunella vulgaris*, etc. On trouve en outre quelques espèces nouvelles, appartenant aux genres *Taxus*, *Adenostyles*, *Rhamnus*, *Tussilago*. *Rhamnus hœttingensis* est voisin de *Rhamnus latifolia* des Canaries. Enfin, deux autres espèces, *Rhododendron ponticum* et *Buxus sempervirens* ne vivent plus actuellement sur le versant septentrional des Alpes et permettent de conclure qu'à la dernière époque interglaciaire le climat du Tyrol était sensiblement plus chaud que le climat actuel.

La glaciation würmienne a été suivie d'une fusion rapide. Le glacier s'est retiré de la vallée de l'Inn jusqu'à Imst (fig. 476), mais les vallées des affluents de droite étaient occupées par des glaciers venant du sud, des massifs de l'OEtzthal et du Zillerthal. Au débouché des affluents de gauche s'accumulaient, par contre, d'immenses cônes de déjection. Cette phase de retrait est désignée par Penck sous le nom d'*Achenschwankung*.

Elle est suivie d'une nouvelle phase d'avancée des glaciers. Celui du Zillerthal, largement alimenté, ne tarda pas à envahir la vallée de l'Inn en aval de Jenbach. Il franchit le seuil de l'Achensee et donna lieu, au nord de ce seuil, à un lac de barrage qui subsiste encore. Sa branche principale descendait jusqu'à Kufstein et remontait la vallée de Brixen. Pendant ce temps, le glacier de la haute vallée de l'Inn n'était arrivé que jusqu'à Mötz. Toute la partie intermédiaire de la vallée, entre cette localité et Jenbach, se trouvait privée d'écoulement et fut bientôt transformée en un lac long de 70 km, large en moyenne de 3,5 km et profond de 200 m. Il fut comblé peu à peu par des deltas torrientiels, dans lesquels l'Inn s'est plus tard creusé son lit, donnant naissance à des terrasses de cailloutis.

La crue glaciaire continuant, le glacier de l'Inn occupa de nouveau toute la vallée, jusqu'à Kufstein, en même temps qu'il envahissait les vallées de la Loisach et de l'Ammer (fig. 476). Ses moraines terminales sont visibles aux environs de Weilheim. Penck a appelé ce nouveau maximum glaciaire *Bühlstadium* (β), stade de Bühl, ou plus exactement stade des « Bühl », c'est-à-dire des collines. Les moraines profondes correspondantes encombrent le fond des vallées latérales et reposent, dans la vallée principale, sur les cailloutis déposés dans le lac de barrage.

Le stade de Bühl fut suivi d'un retrait rapide des glaciers. Mais, en se retirant, ceux-ci laissèrent derrière eux deux séries principales de moraines stadiaires, correspondant à un stationnement prolongé du front du glacier.

La première série comprend les moraines terminales que l'on observe dans toutes les vallées, à une certaine distance de leur débouché dans la vallée principale. Elles sont particulièrement bien développées dans les hautes vallées du massif de Mieming et dans la vallée de Wipp, où se trouve le village de Gschnitz, qui a donné son nom au *Gschnitzstadium* (γ). La deuxième série comprend surtout les moraines des anciens glaciers de cirques. Bien représentées dans le haut de la vallée de Stubai, où se trouve le Daunkopf elles ont été attribuées par Penck à un *Daunstadium* (δ) (fig. 476).

Les stades de Bühl, de Gschnitz, de Daun se retrouvent avec des caractères à peu près identiques, dans toutes les vallées de la Haute-Bavière et du Tyrol septentrional. Dans les Alpes de Salzbourg et dans la Haute-Autriche, le Königsee et les admirables lacs du Salzkammergut correspondent aux dépressions centrales du stade de Gschnitz.

Les quelques découvertes de haches polies dans les Alpes Autrichiennes

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

montrent que l'Homme néolithique s'est introduit dans la région au plus tôt après le stade de Bühl. D'après Penck, l'âge du Bronze serait dans tous les cas postérieur au stade de Daun, car une épée de l'époque de Hallstatt a

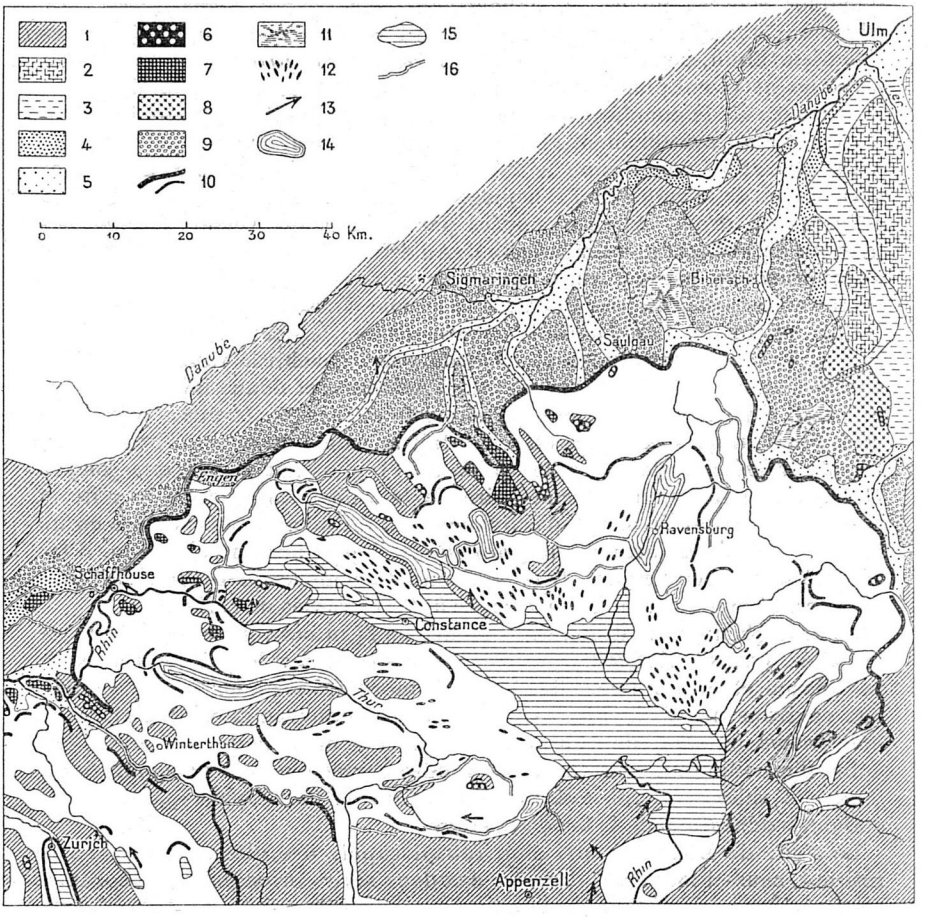


Fig. 477. — Carte de l'ancien glacier du Rhin dans la plaine Suisse et Souabe (d'après A. Penck).

1, terrains antéquaternaires; 2, cailloutis günziens; 3, cailloutis mindeliens; 4, cailloutis rissiens; 5, cailloutis würmiens; 6, formations fluvio-glaciaires günziennes (vieux Deckenschotter); 7, formations fluvio-glaciaires mindeliennes (Deckenschotter récent); 8, moraines terminales mindeliennes; 9, moraines terminales rissiennes; 10, remparts morainiques würmiens; 11, marécages récents dans les dépressions centrales des glaciers rissiens; 12, drumlins; 13, stries glaciaires; 14, lacs glaciaires; 15, ancienne extension du lac de Constance; 16, lits des cours d'eau glaciaires.

été trouvée sur le plateau du Dachstein, qui était donc déjà débarrassé de sa dernière calotte glaciaire.

Alpes Suisses et avant-pays. — Quoique la Suisse soit la terre classique pour l'étude de l'ancienne extension des glaciers, les résultats acquis sur le versant nord des Alpes orientales ont contribué, dans une large mesure, à éclaircir les problèmes que l'examen des seules Alpes occidentales n'avait

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

pas permis de solutionner. C'est cependant sur territoire suisse que fut établie pour la première fois l'existence de deux *Deckenschotter*. Ces deux nappes supérieures de cailloutis fluvio-glaciaires avaient été confondues et c'est à Gutzwiller [199] que revient le mérite d'avoir, dès 1894, reconnu leur indépendance. Penck démontra ensuite leur identité avec les cailloutis günzien et mindelien. Elles sont loin de couvrir, en Suisse, des surfaces comparables à celles qu'elles occupent, dans la plaine subalpine, en Bavière et en Autriche. Elles ne sont guère conservées qu'à l'état de lambeaux, couronnant des buttes généralement peu étendues. Les moraines correspondant à ces cailloutis fluvio-glaciaires sont fort mal conservées, Penck a cependant pu constater que, dans le domaine de l'ancien glacier du Rhin (fig. 477), la limite des moraines günziennes coïncidait à peu près avec celle des moraines würmiennes, tandis que les moraines mindeliennes oscillaient autour des limites de la glaciation rissienne.

Les moraines frontales de la glaciation rissienne formaient une large zone de *moraines externes*, que l'on suit sans interruption depuis Zeil et Biberach, en Souabe, jusque dans le Klettgau, à l'ouest de Schaffhouse, où elle escalade d'abord les plateaux jurassiques, puis les contreforts de la Forêt-Noire. Elle s'étend ensuite sur le Jura, où son parcours sinueux témoigne de l'adaptation au relief préexistant. Les localités de Liestal, Courrendlin, Maiche, Ornans, Salins marquent la terminaison de quelques-uns de ses lobes (fig. 478).

A l'époque rissienne, le glacier recouvrait donc non seulement toutes les Alpes Suisses, à l'exception de quelques nunataker; il occupait toute la plaine mollassique, où il atteignait une épaisseur immense; enfin, il envahissait tout le versant suisse du Jura et débordait même sur le versant français. Des blocs erratiques d'origine valaisane ne laissent aucun doute à ce sujet; leur présence jusque dans le Jura Bâlois et Argovien démontre de plus qu'un courant de glace originaire de la vallée du Rhône barrait le passage au glacier du Rhin, sans toutefois que l'on puisse délimiter les deux glaciers autrement que par les traînées de blocs erratiques. Les moraines rissiennes ont rarement conservé leurs caractères topographiques, cependant Penck a fait connaître, au nord du lac de Constance, quelques dépressions centrales, aujourd'hui à l'état de marécages.

La haute terrasse de la vallée du Rhin se relie nettement, aux environs de Bâle, aux moraines terminales de l'époque rissienne.

Les *formations interglaciaires* datant de l'époque comprise entre la glaciation rissienne et la glaciation würmienne sont représentées, dans diverses localités de la Suisse, par des couches fossilifères.

Il convient de citer en première ligne les lignites feuilletés de Dürnten et de Wetzikon, dans le canton de Zurich, qui sont compris entre deux couches de moraines. On y a trouvé *Elephas antiquus* et *Rhinoceros Mercki*, les deux espèces les plus caractéristiques de la dernière période interglaciaire, avec *Cervus elaphus*, *Alces latifrons*, *Bos primigenius*, des Insectes, de nombreux Végétaux indiquant une belle végétation (*Abies excelsa*, *Pinus silvestris*, *Taxus baccata*, *Betula alba*, *Acer pseudo-platanus*, *Corylus avellana*, *Menianthes trifoliata*, *Rubus idæus*, *Vaccinum vitis idæa*) et *Brasenia purpurea*, espèce qui appartient à un genre inconnu actuellement en Europe. Des lignites du même âge ont été recontrés à Mörswyl, sur la rive méridionale du lac de Constance.

Les tufs calcaires de Flurlingen, près Schaffhouse, ont fourni *Rhinoceros Mercki*, une faune de Mollusques terrestres tout à fait comparable à celle

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

de Hangenbieten et de la Celle-sous-Moret (*Patula rotundata*, *ruderata*, *Succinea Pfeifferi*, etc.), et des débris végétaux, parmi lesquels se trouve le Buis, qui caractérise également les brèches interglaciaires de Hötting.

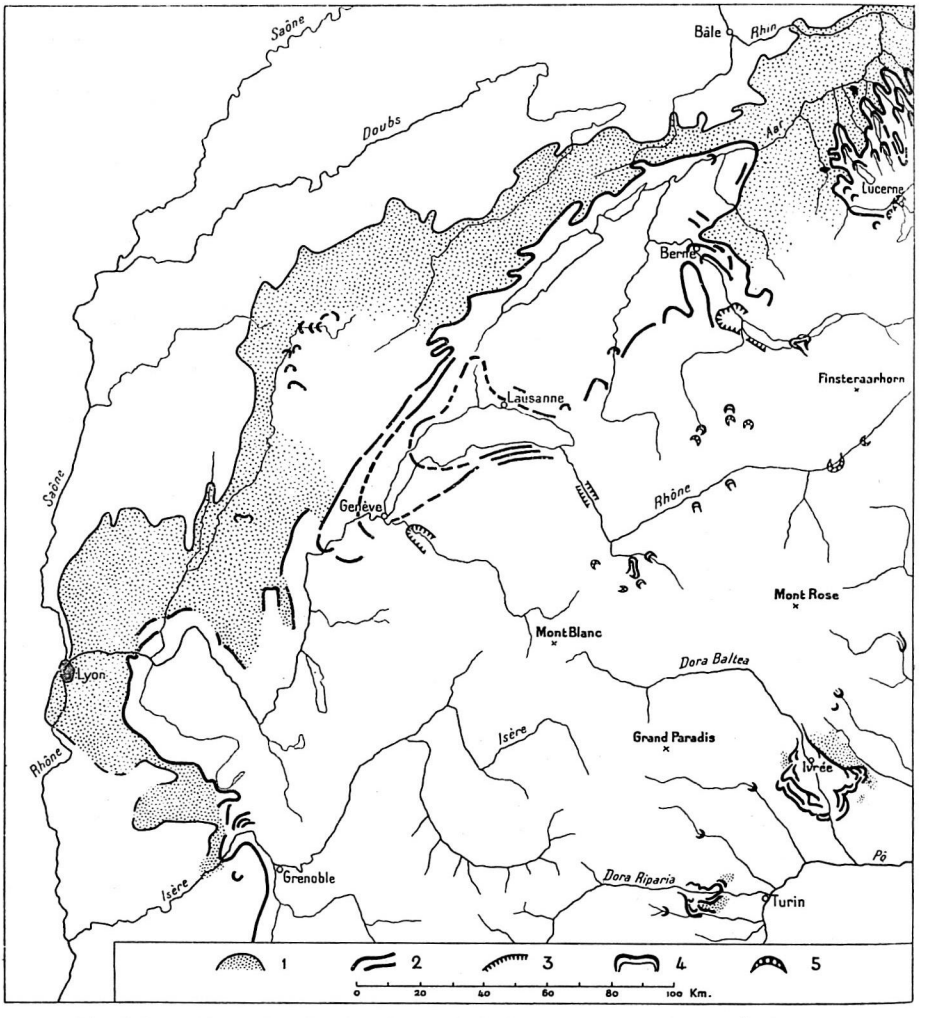


Fig. 478. — Extension des dernières glaciations dans la partie septentrionale des Alpes occidentales (d'après A. Penck).

1, limites de la glaciation rissienne; 2, moraines terminales de la glaciation würmienne; 3, moraines du stade de Bühl; 4, moraines du stade de Gschnitz; 5, moraines du stade de Daun.

Les argiles de St. Jakob an der Birs, près Bâle, qui sont surmontées par les cailloutis de la basse terrasse, renferment également des Végétaux, des Insectes et des Mollusques, dont la présence est inconciliable avec un climat glaciaire.

Enfin, une partie du lœss de la plaine Suisse doit être envisagée comme interglaciaire, de même que le cône de déjection de la Kander, sur les

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

bords du lac de Thoune, et les conglomérats de la Drance en Chablais.

On ne peut manquer d'être frappé des affinités paléontologiques étroites que présentent les formations interglaciaires de la Suisse avec le Chelléen du bassin de Paris et de la vallée du Rhin.

Les *moraines internes* [200] de la Suisse sont l'équivalent exact des moraines würmiennes des Alpes orientales. Contrairement à ce qui a lieu pour la glaciation rissienne, les glaciers de chaque grande vallée alpine sont maintenant parfaitement individualisés. Chacun a ses moraines terminales propres, chacun forme un lobe, quelquefois contigu au lobe du glacier voisin, mais d'autres fois séparé du lobe du glacier suivant par une région désormais libre de glace. C'est ainsi que, lors du maximum d'extension de la glaciation würmienne, le glacier du Rhin (fig. 477) formait un lobe immense, dont le front, à peine échancré, était jalonné par les localités d'Isny, Waldsee, Schussenried, Osterach, Engen, Thaingen, Schaffhouse. Au sud-ouest, il confinait au glacier de la Linth et de la Reuss, qui constituait un 2e lobe, au contraire très échancré. La région du Napf était entièrement dépourvue de moraines rissiennes et séparait le glacier de la Linth et de la Reuss de celui de l'Aare [201], dont le front se trouvait barré par l'immense glacier du Rhône (fig. 478). Celui-ci, à sa sortie des Alpes Vaudoises et Valaisanes, se bifurquait en deux branches principales, dont l'une s'insinuait entre les Alpes et le Jura, tandis que l'autre franchissait le Jura par plusieurs dépressions, barrait le chemin aux glaciers du Giffre, de l'Arve et du Fier et se soudait au glacier de l'Isère. La branche septentrionale s'étendait, lors du maximum würmien, vers le nord jusqu'au delà de Wangen, près Soleure. Elle gravissait les pentes du Jura, aux environs de Neuchâtel et de Vallorbe et envoyait des lobes secondaires dans plusieurs vallées du versant suisse de la chaîne. Nous reviendrons plus tard sur la branche méridionale.

Les moraines terminales correspondant au maximum de la glaciation würmienne constituent des remparts élevés, dissymétriques et ils se raccordent, par un cône de transition, aux nappes de cailloutis des basses terrasses, déposées le long des cours d'eau actuels par les eaux de fonte qui se rendaient au Danube, au Rhin, à l'Aar et au Rhône.

Au centre de chacun des grands lobes des glaciers würmiens se trouve aujourd'hui un important lac, qui n'est autre chose que la dépression centrale, le *Zungenbecken* du glacier. Le lac de Constance joue ce rôle pour le Rhin; les lacs de Zurich et de Lucerne, pour les glaciers de la Linth et de la Reuss; les lacs de Brienz et de Thoune, pour le glacier de l'Aar; les lacs de Neuchâtel et de Bienne, pour la branche nord-est du glacier du Rhône; le lac de Genève, pour la branche sud-ouest du même glacier.

Dans leurs phases de retrait, les glaciers würmiens ont édifié toute une série de moraines stadiaires, qui permettent de reconstituer les sinuosités du front. Les courants qui suivent chaque vallée s'individualisent maintenant et les grands lobes correspondant à chaque glacier de la phase d'extension maximum font place à des lobes secondaires, dont chacun a sa dépression centrale propre. Le glacier du Rhin (fig. 477) se dissocie en plusieurs lobes indépendants, qui rayonnent à partir du lac de Constance, comme le montrent les dépressions, autrefois occupées par des lacs, qui sont situées en arrière des amphithéâtres morainiques : cuvette de Ravensburg, cuvette d'Ueberlingen (branche nord du lac de Constance), cuvette de la Thur. Par contre, le glacier de la Linth et de la Reuss se résout en plusieurs lobes parallèles et très allongés qui ont leurs dépressions centrales corres-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

pondantes dans les cuvettes du Greifen See, du lac de Zurich, du lac de Zoug, des lacs de Baldegg et de Hallwyl, du lac de Sempach. Entre le glacier de l'Aar et la branche nord-est du glacier du Rhône s'individualise le glacier de la Sarine.

C'est en arrière des moraines stadiaires de ces divers lobes que l'on rencontre les principales traînées de *drumlins*, dont les plus remarquables se trouvent au nord du lac de Constance (fig. 477).

Les moraines de fond würmiennes sont recouvertes, dans la vallée du Rhin, en amont du lac de Constance, par le lœss, incontestablement éolien, qui s'élève également sur les terrains crétacés et tertiaires des versants. Früh [202] y a signalé *Helix pulchella*, *sericea*, *villosa*, *arbustorum*, *Patula rotundata*, *ruderata*, *Hyalina nitens*, *nitidula*, *Achatina lubrica*, *Pupa muscorum*, *secale*. Des dépôts analogues au lœss, renfermant à peu près la même faune, existent aux environs de Berne et y présentent les mêmes relations avec les moraines würmiennes.

De même que le lœss, les lignites schisteux d'Uznach, non loin de l'extrémité orientale du lac de Zurich, autrefois considérés comme interglaciaires, sont en réalité postglaciaires ou interstadiaires. Ils sont recouverts par des moraines du stade de Bühl et renferment une faune d'un caractère assez récent (*Cervus elaphus*, *Bos primigenius*, *Ursus spelæus*), associée à une végétation forestière qui n'a rien de méridional.

Les moraines frontales du *stade de Bühl* sont situées bien en arrière des dernières moraines rissiennes. Celles du glacier du Rhin doivent être cherchées en amont du lac de Constance, celles du glacier de la Reuss avoisinent le lac des Quatre-Cantons, tandis que celles du glacier du Rhône se trouvent, d'après Brückner [194], à Vérossaz, près Saint-Maurice (Valais). D'après le même auteur, la moraine à blocs urgoniens de la Roche-sur-Foron se serait déposée lors d'une phase de retrait du glacier de l'Arve correspondant au stade de Bühl.

Les *stades de Gschnitz et de Daun* sont moins bien connus dans les Alpes Suisses que les stades précédents. Signalons cependant que Penck attribue au stade de Gschnitz les moraines qui, en amont de Coire, reposent sur les matériaux de l'immense éboulis de Flims.

Il existe, dans le Nord de la Suisse, quelques belles stations paléolithiques qui devraient nous renseigner sur les relations des phases successives de l'âge du Renne avec les stades de retrait.

Malheureusement elles sont situées, sauf une, bien en avant des limites des dernières avancées glaciaires. Par contre, on est d'accord aujourd'hui pour les considérer comme postérieures aux moraines internes, c'est-à-dire au Würmien, contrairement à l'opinion des géologues allemands, qui les envisageaient comme interglaciaires, et conformément aux conclusions formulées par Marcellin Boule [203] dès 1893.

Le gisement de Schussenried, dans le Sud du Würtemberg, se trouve immédiatement en arrière de la grande moraine terminale würmienne. Il n'a fourni que des objets magdaléniens.

Les gisements des environs de Schaffhouse sont également situés dans la région marginale de la glaciation würmienne. La grotte du Kessler Loch, près Thaingen, renferme plusieurs couches qui ont permis à Nuesch [206] et à Heierli [207] de rencontrer en superposition directe les industries du Solutréen terminal et des trois subdivisions du Magdalénien. La richesse en silex de ces diverses couches est prodigieuse. On y a trouvé aussi de vraies œuvres d'art, parmi lesquelles le célèbre Renne

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

broutant. La faune comprend notamment des Rongeurs arctiques (*Arctomys marmotta*, *Spermophilus rufescens*, *Myodes torquatus*, *Castor fiber*, *Lepus timidus*), des Carnassiers (*Ursus arctos*, *Felis leo*, *Lyncus lynx*, *Canis lagopus*, *Gulo borealis*, *Mustela martes*), des Ongulés nombreux (*Equus caballus*, *hemionus*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Sus scrofa*, *Rangifer tarandus*, *Cervus elaphus*, *Capella rupicapra*, *Capra ibex*, *Ovibos moschatus*, *Bison priscus*, *Bos primigenius*, *Elephas primigenius*).

L'abri sous roche du Schweizersbild [203, 204] présente en superposition : un lit de cailloux roulés, contemporain de la basse terrasse; une couche à ossements de Rongeurs; une couche à industrie paléolithique de la fin de l'âge du Renne, avec foyers; une couche néolithique. La couche à ossements de Rongeurs renferme notamment *Spermophilus rufescens*, *Lagomys pusillus*, *Cricetus phæus*, *vulgaris*, *Arvicola nivalis*, *Myodes torquatus*, *Lepus variabilis*, *Sorex alpinus*, *Fœtorius erminea*, *Canis lagopus*, *Rangifer tarandus*, *Lagopus alpinus*, *albus*. Contrairement à ce que l'on croyait au début, il n'est pas possible de distinguer deux faunes successives, l'une de toundras, l'autre de steppes; mais l'association d'espèces boréales avec une industrie magdalénienne, aussi bien au Kesslerloch qu'au Schweizersbild, démontre d'une manière péremptoire le refroidissement du climat au Magdalénien que l'on constate également dans le Sud-Ouest de la France. Aussi peut-on paralléliser, avec Penck [194], le Magdalénien avec la récurrence glaciaire du stade de Bühl, tandis que le Solutréen correspondrait, d'après Obermaier [195], à l' « Achenschwankung », c'est-à-dire à une période chaude.

La couche néolithique du Schweizersbild a fourni des ossements de l'Ours, du Renard, du Blaireau, du Lièvre, du Cheval, du Sanglier, du Bœuf, de la Chèvre, du Cerf, du Chevreuil, c'est-à-dire la faune des forêts avec ses caractères actuels. Plusieurs squelettes humains ont été trouvés dans cette couche, mais les sépultures néolithiques ont été creusées jusque dans les couches de l'âge du Renne, ce qui a donné lieu à des confusions.

La grotte du Dachsenbüel [205], près Schaffhouse, renferme exclusivement des restes du début de l'industrie néolithique : instruments de silex, colliers, poteries, etc. On y a trouvé des squelettes humains de taille normale, associés à des individus appartenant à une race pygmée.

Ce serait ici l'endroit de parler des *palaffites* néolithiques des lacs de la Suisse centrale, mais leur étude sortirait du cadre de cet ouvrage.

La seule station préhistorique suisse qui se trouve dans la région alpine est la grotte du Wildkirchli, située à une altitude élevée, dans le massif du Säntis. D'après Bächler [209], le rocher dans lequel elle était creusée formait un nunatak au milieu du glacier würmien. Elle était donc certainement inaccessible pendant la glaciation. Penck [194] pense que les silex moustiériens et les ossements qu'on y rencontre en abondance datent de la dernière période interglaciaire. Il se base exclusivement sur la faune, qui renferme notamment les espèces suivantes : *Ursus spelæus*, *Felis spelæa*, *pardus*, *Canis lupus*, *Capra ibex*, *Capella rupicapra*, *Cervus elaphus*. C'est là à peu près la faune du Moustiérien des Pyrénées et il n'y a pas de raisons pour l'envisager comme immédiatement antérieure à la glaciation würmienne plutôt que de lui attribuer un âge immédiatement postwürmien, comme nous avons fait pour le Moustiérien de la Haute-Garonne.

Bassin du Rhône. — Il est impossible de séparer l'étude de la branche méridionale du glacier du Rhône et du glacier de l'Isère de celle des dépôts quaternaires de la vallée de la Saône et du Rhône, par où s'écoulaient à la mer les eaux de fonte de ces glaciers. Nous nous occuperons également

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

ici des formations quaternaires du bord oriental du Plateau Central.

Le QUATERNAIRE ANCIEN est représenté, dans la Bresse, sur le Plateau Lyonnais et dans la vallée du Rhône, par des sables et des cailloutis, généralement attribués au Pliocène, dont il importe de préciser la position stratigraphique, en prenant pour base l'excellente monographie de Delafond et Depéret [XL, 251].

Une nappe supérieure de cailloutis s'étend sur de vastes surfaces dans toute la région comprise entre le Plateau Central et le Jura et se raccorde au nord avec les plus anciennes alluvions de la vallée du Doubs. Dans le nord, les éléments de ces cailloutis sont d'origine vosgienne; plus au sud, ils sont jurassiens; plus au sud encore, ils sont de provenance alpine. Sur toute la Bresse, la formation ne dépasse pas une épaisseur de 5 à 10 m et elle est principalement constituée par des sables et des graviers. Elle forme, au pied du Plateau Central et sur la rive droite de la Saône, une terrasse assez continue depuis Dijon jusqu'au Mont d'Or Lyonnais, à 40 m au-dessus du thalweg actuel. Elle est connue ici sous la dénomination de *sables de Chagny*. On y a rencontré une faune de Mammifères composée des espèces suivantes : *Castor issiodorensis*, *Ursus arvernensis*, *Hyæna Perrieri*, *Machærodus crenatidens*, *Equus Stenonis*, *Tapirus arvernensis*, *Rhinoceros etruscus*, *Bos elatus*, *Gazella burgundina*, *Cervus pardinensis*, *Eluerarium*, *Douvillei*, *Capreolus eusanus*. *Mastodon arvernensis*, *Borsoni*, *Elephas meridionalis*. C'est exactement la même association qu'à Perrier, au Puy, au val d'Arno. On est incontestablement en présence du VILLAFRANCHIEN.

Dans la Dombes, les cailloutis de cet âge se répartissent sur 4 terrasses, qui se trouvent respectivement à 110, 90, 60 et 40 m au-dessus du niveau actuel de la Saône.

En aval de Lyon, la terrasse qui correspond aux cailloutis de la Dombes et aux sables de Trévoux peut être suivie au moins jusqu'à Vienne, où elle occupe un niveau supérieur de 140 m au lit actuel du Rhône [XXV, 36].

En contre-bas de cette terrasse de 140 m on observe, jusque dans la région de Valence, une terrasse de 100 m, la *terrasse de Foullouse*, remarquable par l'état d'altération relativement avancé de ses éléments. Immédiatement au-dessous vient la haute terrasse, incontestablement rissienne. Nous pouvons donc, par analogie, assimiler respectivement au *Günzien* et au *Mindelien* les deux terrasses de 140 et de 100 m. L'âge villafranchien des cailloutis günziens semble dès lors nettement établi.

Nous connaissons encore une formation fluviatile, très développée dans la vallée de la Saône, en amont de Lyon, qui appartient vraisemblablement au niveau le plus élevé du Quaternaire ancien, c'est-à-dire au CROMERIEN: ce sont les *marnes et sables de Chalon-Saint-Cosme* [XL, 251], dont le dépôt s'est effectué en contre-bas des sables de Chagny après un creusement d'environ 40 m. On y trouve d'assez nombreux Mollusques terrestres et dulcaquicoles (*Corbicula Delafondi*, *Valvata inflata*, *interposita*, *piscinalis*, *contorta*, *Pyrgidium Nodoti*, *Helix plebeia*, *Succinea putris*, *oblonga*, *Canati*, *Bithinia labiata*. *Limnæa palustris*, *truncatula*, *Planorbis rotundatus*, *marginatus*) et quelques Mammifères (*Trogontherium Cuvieri*, *Equus Stenonis*, *Megaceros hibernicus*. *Cervus*, *Bos*, *Elephas*). C'est évidemment une faune interglaciaire, conformément du reste à la nature des sédiments.

Nous attribuons, comme précédemment, au QUATERNAIRE MOYEN les deux glaciations rissienne et würmienne, avec la période interglaciaire correspondante et les phases immédiatement post-glaciaires.

La *haute terrasse* est très développée dans la vallée de la Saône, en aval de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Villefranche, et dans la vallée du Rhône, en aval de Lyon. Elle porte le Séminaire de Valence et son sommet se trouve ici à 55 m au-dessus du lit du Rhône. On y a signalé *Elephas primigenius*. En amont de Lyon, elle est recouverte de moraines qui s'étendent jusqu'au bord externe de la Dombes, c'est-à-dire jusqu'à une ligne sinueuse qui va de Bourg à Lyon. Nulle part le plateau ne présente plus les caractères du paysage morainique. Ces vieilles moraines appartiennent incontestablement au *Rissien*. Les cailloutis fluviatiles qui les supportent se sont déposés lors de la phase de progression de l'avant-dernière glaciation [XL, 251]. Au sud de Lyon, les moraines externes franchissent le Rhône et viennent directement en contact avec le granite et le gneiss du Plateau Central. Au sud de Givors, elles restent sur la rive gauche et leur limite méridionale passe au nord du plateau de Bonnevaux, qui les sépare des moraines externes du glacier de l'Isère. Celles-ci forment, à Faramans, Pajay et Thodure, un amphithéâtre morainique, qui barrait autrefois la vallée de la Bièvre et qui se raccorde vers l'aval à la terrasse fluvio-glaciaire de Tourdan [211-213], équivalent probable de celle du Séminaire de Valence.

Un *lœss* à poupées bien typiques repose dans la région lyonnaise aussi bien sur la terrasse mindelienne que sur la terrasse et les moraines rissiennes. Penck [194] le considère comme interglaciaire. Sa faune renferme, en effet, *Elephas intermedius* et *Megaceros hibernicus*, mais il convient, avec Delafond et Depéret [XL, 251], de le distinguer d'un lœss qui repose sur la basse terrasse et qui renferme une faune d'un caractère beaucoup plus récent.

La faune de la dernière période interglaciaire, qui ailleurs accompagne l'industrie chelléenne, n'est connue nulle part dans le bassin du Rhône. Par contre, la découverte de deux coups de poing acheuléens, l'un au Challes de Bohan, près Hautecour (Ain), l'autre à Conliège, près Lons-le-Saunier, est venue confirmer l'âge postrissien de cette industrie [215]. En effet, les deux haches ont été trouvées dans des dépôts de lehm superposés à de la moraine de fond du seul glacier qui ait franchi les crêtes du Jura, c'est-à-dire du glacier rissien.

Le *Würmien* est représenté, dans le bassin du Rhône, comme ailleurs, par la basse terrasse et par les moraines internes.

La *basse terrasse* peut être observée tout le long de la vallée de la Saône, sous la forme de lambeaux discontinus; elle couvre, par contre, de grandes surfaces dans les Balmes Viennoises et dans toutes les vallées des affluents de gauche du Rhône, notamment dans celle de la Bièvre et dans celle de l'Isère, où elle a été décrite sous les noms de *terrasse de la Peyrouse* et de *terrasse de la ville de Romans*. A Valence, elle se trouve à 30 m au-dessus du lit du Rhône. Comme d'habitude, les cailloutis de la basse terrasse renferment *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Rangifer tarandus*, etc. Ces mêmes espèces sont associées, dans les sables et les graviers de Villefranche-sur-Saône, à *Castor fiber*, *Hyæna crocuta*, *Equus caballus*, *Sus scrofa*, *Cervus elaphus*, *Bos Bojanus*, et à des dents et autres débris remaniés d'*Elephas meridionalis*, *Rhinoceros Mercki*, *Cervus Deperети*, espèces plus anciennes [214]. Ce mélange accidentel avait fait envisager tout le gisement de Villefranche comme interglaciaire, alors qu'il est très probablement würmien, comme l'indiquent également les silex moustiériens que l'on y rencontre.

Au sud-est de Lyon, la basse terrasse se raccorde directement vers l'amont aux moraines terminales de la glaciation würmienne. Celles-ci forment plusieurs remparts qui, au lieu d'être concentriques, se coupent

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

souvent les uns des autres. L'un d'eux peut être suivi de Bron à Grenay, où il rencontre l'amphithéâtre morainique de la Verpillière.

Dans la vallée de la Bièvre, la terrasse de la Peyrouse, déposée dans une vallée d'érosion creusée au travers de la moraine rissienne, peut être suivie vers l'amont jusqu'aux environs de Rives, où elle aboutit à de belles moraines terminales, qui sont par conséquent würmiennes [211-213]. Une branche du glacier würmien de l'Isère a donc franchi le seuil de Rives et ses eaux de fonte ont gagné le Rhône par la vallée de la Bièvre. Une autre branche avait ses moraines terminales dans la vallée de l'Isère, en aval de Saint-Marcellin.

Comme la haute terrasse, la basse terrasse est recouverte de *lœss*, qui renferme ici *Arctomys marmotta*, *Equus caballus*, *Sus scrofa*, *Rangifer tarandus*, *Cervus elaphus*, *capreolus*, *Bos primigenius*, *Elephas primigenius*. Les Mollusques appartiennent aux espèces classiques. C'est également dans le lœss récent qu'a été trouvé, à Toussieux, un crâne féminin du type de Cro-Magnon [214].

Des *argiles lacustres*, sans doute également postwürmiennes, puisqu'elles contiennent aussi *Equus caballus*, *Rangifer tarandus*, *Cervus elaphus*, *Elephas primigenius*, ont fourni, à la Truchère (Saône-et-Loire), un crâne masculin brachycéphale d'un type tout à fait spécial [214].

En dehors de ces gisements que l'on peut dater directement, on rencontre, dans le bassin du Rhône, un grand nombre de stations dont on peut préciser l'âge par comparaison avec d'autres régions.

Quelques-unes appartiennent à l'*Aurignacien*, par exemple celle du tunnel de Bobache, dans le Vercors, à une quinzaine de kilomètres en arrière des moraines würmiennes, et les couches inférieures avec foyers du célèbre gisement de Solutré, ainsi que les magmas d'ossements de Chevaux de la même station, amas de cuisine accumulés par l'Homme.

Le *Solutréen*, dont le type a été pris précisément à Solutré, près Mâcon [216], est représenté ici dans les couches moyennes de la série enfouie sous le grand éboulis du Cros-du-Charnier. On y trouve principalement *Lepus timidus*, *Canis vulpes*, *lupus*, *Hyæna spelæa*, *Ursus spelæus*, *arctos*, *Meles taxus*, *Equus caballus*, *Rangifer tarandus*, *Cervus canadensis*, *Bos primigenius*, *Elephas primigenius* et de nombreux restes d'Oiseaux. C'est là une faune qui n'a rien de glaciaire, elle témoigne d'une amélioration très accentuée du climat. La présence de l'Antilope Saïga, signalée récemment, indiquerait un climat de steppe. L'outillage comprend surtout des silex en feuille de laurier et en feuille de saule et des objets en os ou en bois de Renne (poinçons, lissoirs, bâtons de commandement, etc.). Les sépultures de la station de Solutré peuvent être difficilement datées.

On peut enfin rapporter au *Magdalénien* un grand nombre de grottes du Jura (environs d'Arbois), de l'Ain (les Hotteaux, à Rossillon), de Saône-et-Loire (Solutré, couche supérieure), de la Haute-Savoie (Veyrier), de l'Isère (la Balme, Béthenas), etc. La faune y est moins caractéristique, l'outillage y est moins riche que dans le Sud-Ouest, mais on a rencontré, notamment aux Hotteaux, quelques œuvres d'art remarquables [34]. Par analogie, on peut conclure également, pour le bassin du Rhône, à un refroidissement pendant l'époque Magdalénienne.

L'amélioration du climat à l'époque Solutréenne correspond très vraisemblablement au retrait des glaciers après le maximum würmien, retrait dont les limites vers l'amont ne peuvent être déterminées avec précision, mais qui peut cependant être démontré par l'existence d'argiles lacustres à Eybens,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

près Grenoble, et de lignites à Voglans, près Chambéry, dépôts que l'on s'accorde maintenant à regarder comme *interstadiaires*. Il semble que le refroidissement qui caractérise l'époque Magdalénienne coïncide avec le *stade de Bühl*, véritable récurrence glaciaire, qui ramène le front du glacier du Rhône jusqu'à Culoz et le front du glacier de l'Isère jusqu'à Rovon. La phase d'alluvionnement correspondant à cette récurrence se traduit par l'existence d'une terrasse située en contre-bas de la terrasse de 30 m, à une faible hauteur au-dessus des thalwegs actuels. C'est la *terrasse de la ville de Valence*.

Aux stades suivants, les affluents des deux grands glaciers s'individualisent et les vallées principales sont désormais libres de glace. C'est ainsi, par exemple, que l'on observe, en amont d'Albertville, les moraines frontales des glaciers de l'Arly et du Doron et que les moraines terminales du glacier de la Romanche se trouvent près de Vizille. On peut assimiler ce « stade de Vizille » [217] au *stade de Gschnitz*. Quant au *stade de Daun*, on doit sans doute lui attribuer quelques glaciers de cirques.

Les stations néolithiques — palaffites ou enceintes — sont assez nombreuses dans le bassin du Rhône. Il en est de même des tumulus de l'âge du Bronze. Mais, si importants que soient pour l'Archéologie ces vestiges des civilisations du QUATERNAIRE RÉCENT, leur intérêt géologique est pour ainsi dire nul et leur étude sortirait tout à fait du cadre de ce Traité.

Bassin de la Durance. — La vallée de la Durance et les vallées de ses principaux affluents, Guil, Ubaye, Buech, Bléone, Verdon, étaient occupées, pendant une grande partie du Quaternaire, par des glaciers, qui n'atteignaient certes pas le volume, ni surtout la longueur du glacier du Rhône, mais qui présentent un intérêt particulier, en raison de la belle conservation des appareils fluvio-glaciaires et des paysages morainiques qu'ils ont créés.

De très belles moraines latérales ont été décrites dès 1852 par Rozet, aux environs de Gap, et envisagées comme des moraines frontales du glacier du Drac, qui aurait franchi le seuil du col Bayard. Cette opinion a prévalu jusqu'au jour où David Martin [218], ayant suivi pas à pas les moraines du bassin de la Durance jusque dans le Briançonnais, retrouva dans cette région les roches qui se rencontrent à Gap à l'état de blocs erratiques et put montrer en même temps que les roches de la haute vallée du Drac manquent dans les moraines du bassin de la Durance. David Martin a rendu de grands services à la science des glaciers en étudiant avec le plus grand soin les dépôts quaternaires de la région qui nous occupe, mais il s'est toujours montré un adversaire irréductible des glaciations multiples. Cependant W. Kilian et A. Penck [194, 220] et plus tard l'auteur de ce Traité [221] ont réuni de nombreux documents qui prouvent à l'évidence l'existence des quatre glaciations habituelles, de même que celle de la récurrence du stade de Bühl, que l'on aurait ici de bonnes raisons d'envisager comme une glaciation indépendante.

Le QUATERNAIRE ANCIEN est représenté ici exclusivement par des cailloutis très élevés au-dessus du lit des rivières actuelles, fortement altérés et en tous points comparables aux *Deckenschotter* du versant nord des Alpes.

Des lambeaux importants de la plus ancienne nappe de cailloutis peuvent être observés près de Veynes, où leur altitude s'élève rapidement, du bois de Cellas (880 m), au plateau des Égaux (940-960 m), jusqu'au bois de Mongit (985 m), en même temps que leur épaisseur augmente. A. Penck [194] en conclut que l'on se trouve en présence du cône de transition d'un ancien glacier, qui franchissait le seuil de la Freissinouse et dont les eaux de fonte se déversaient vers le Buech.

Une nappe correspondant probablement à une glaciation plus récente affleure, sous

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

les moraines rissiennes, au nord du seuil de la Freissinouse. C'est sans doute aussi un cône de transition, comme l'indique la grosseur de ses éléments.

Il est légitime d'assimiler ces deux cônes de transition, étagés à des niveaux décroissants, au *Günzien* et au *Mindelien*. Dans les deux cas, les galets sont presque tous décomposés, surtout les galets de roches cristallines, qui, fréquemment, se laissent couper au couteau. Beaucoup d'entre eux sont absolument décalcifiés et ne sont plus représentés que par un squelette vacuolaire. Ces éléments sont le plus souvent cimentés en un conglomérat.

Il n'est pas possible de préciser à laquelle des deux nappes appartiennent d'autres cailloutis qui se rencontrent dans la vallée de la Durance, en aval du confluent du Buech, notamment à Mison, à Peipin, à Volonne, à 150 m environ au-dessus du thalweg actuel. Un lambeau de même composition a été signalé par Depéret à Lauris, en aval de Mirabeau, à 45 m seulement au-dessus du niveau actuel de la Durance.

Nous attribuons, ici encore, au QUATERNAIRE MOYEN les hautes et les basses terrasses, avec les moraines correspondantes du Rissien et du Würmien, ainsi que les moraines de la récurrence (stade de Bühl), que nous verrons passer en aval à une petite terrasse, située en contre-bas de la basse terrasse. Nous ne connaissons pas, dans le bassin de la Durance, de formations interglaciaires comprises entre le Rissien et le Würmien. Par contre, les formations interstadiaires postwürmiennes sont bien représentées.

La *haute terrasse* est admirablement développée aux environs de Sisteron (pl. CXXXIII, 1) et de Saint-Auban. Elle atteint une épaisseur de 30 à 40 m et sa surface domine, en amont de Peyruis, le lit de la Durance d'au moins 100 m. Ses éléments sont généralement cimentés. Les cailloux granitiques ne sont pas décomposés et l'altération superficielle ne dépasse guère 1 à 2 m. La surface de la terrasse porte, à Château-Arnoux, une couche de limon analogue au lœss.

Vers l'aval, on suit la haute terrasse de la Durance jusqu'à Avignon, où elle se raccorde avec la haute terrasse du Rhône. Son niveau se rapproche graduellement du lit actuel. A Mirindol, il n'est plus qu'à 20 m au-dessus du thalweg, à Avignon, à 10 m.

En amont de Sisteron, la nappe de cailloutis fluviatiles présente, à sa partie supérieure, des intercalations de dépôts morainiques. En remontant la Durance, sa surface s'élève rapidement et prend tous les caractères d'un cône de transition. Bientôt les cailloutis font place entièrement à de la moraine de fond, qui couvre de grandes étendues, dans les montagnes jurassiques comprises entre le Buech et la Durance et entre la Durance et la Sasse. Dans la vallée du Buech, c'est à Veynes seulement que les cailloutis fluviatiles font entièrement place à la moraine. Dans l'intérieur des Alpes, les moraines rissiennes se distinguent des moraines würmiennes par leur plus grande altitude, qui dépasse quelquefois 1 400 m, et par la fraîcheur bien moindre des vallums, qui ont souvent entièrement perdu leurs formes caractéristiques.

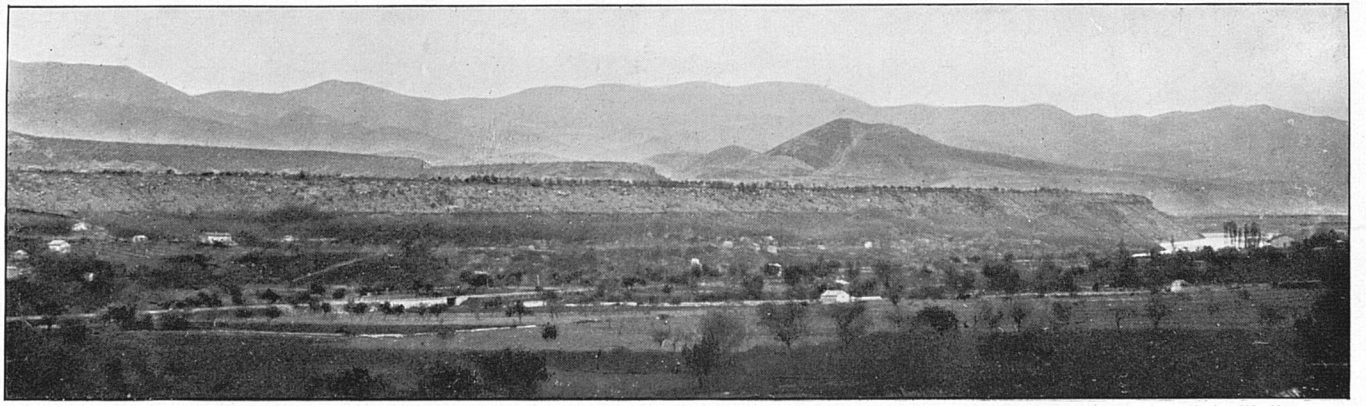
De même qu'aux deux glaciations précédentes, le glacier de la Durance franchissait le seuil de Freissinouse. Au nord, il se déversait en outre, par le col Bayard et le col de Manse, dans la vallée du Drac. Au sud, outre son déversoir principal par la vallée de la Durance, il débouchait par le col de Couloubroux dans le bassin de la Bléone, où l'on retrouve, le long du Bès, les cailloutis de la haute terrasse. Tout le Gapençais était couvert de glace, à l'exception de quelques sommets qui formaient des nunataker, et la moraine de fond s'étendait comme un manteau sur toute la région. Elle n'a disparu sur de grandes surfaces que sous l'action d'érosions ultérieures. Le glacier de l'Ubaye constituait le principal affluent, mais toutes les vallées latérales de moindre importance étaient entièrement envahies par le glacier de la Durance.

Le lit du glacier rissien se trouvait, en général, à une altitude comprise entre 1 000 et 1 200 m; toutes les vallées plus profondes ont été creusées plus tard, soit avant, soit après la glaciation würmienne.

La *basse terrasse* se trouve aux environs de Sisteron (pl. CXXXIII, 1), à 30 m au-dessus du niveau de la Durance. L'altération y est tout à fait superficielle et ne dépasse pas une épaisseur de 50 cm. Les éléments, très homogènes, sont à peine cimentés. Vers l'aval, sa hauteur au-dessus de la Durance va sans cesse en décroissant et, à partir du confluent de la Bléone, elle se confond avec les alluvions modernes.

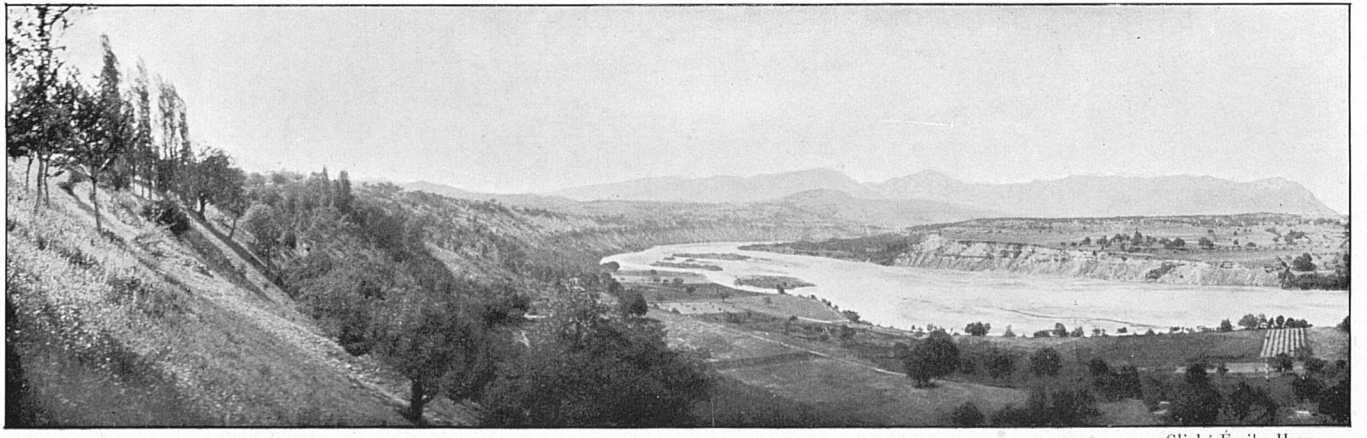
Dans la vallée du Buech, la basse terrasse se poursuit jusqu'à Veynes. C'est un peu en amont de cette localité, à Montmaur, qu'apparaissent les moraines terminales würmiennes de la branche occidentale du glacier de Gap. Elles sont d'une remarquable fraîcheur et il en est de même des moraines de retrait que l'on observe en grand nombre aux environs de la Freissinouse, au niveau du seuil et en contre-bas des moraines rissiennes du plateau de Corréo.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Cliché W. Kilian.

TERRASSES FLUVIO-GLACIAIRES DE LA DURANCE.
Rive droite en aval de Sisteron.



Cliché Émile Haug.

AMPHITHÉATRE MORAINIQUE DU POËT (Hautes-Alpes) TRAVERSÉ PAR LA DURANCE.
Vue prise à l'ouest de Thèze.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Dans la vallée de la Durance, la basse terrasse passe au Poët, par un cône de transition, à un triple rempart morainique, en arrière duquel se trouve la dépression centrale de Thèze (pl. CXXXIII, 2), qui se poursuit en amont jusqu'à la Saulce. Sa surface est constituée par une nappe de moraine de fond, qui repose sur une nappe très réduite de cailloutis fluviatiles. En amont de la Saulce viennent converger les lobes terminaux de deux glaciers würmiens, qui occupaient deux dépressions, séparées par le massif du Puy Mourel et du Gapiau, désormais libres de glace.

Le glacier septentrional, que nous appellerons le *glacier de Gap*, avait pour lit une dépression suivie par la route de Provence, entre la Saulce et Gap : par le chemin de fer, entre Gap et Chorges, et par la vieille route, entre Chorges et Savines. De très belles moraines latérales de ce glacier, pleines de blocs originaires du Pelvoux et du Briançonnais [218], s'observent sur les deux versants de la dépression de Gap et dans son prolongement, entre la Bâtie-Neuve et Chorges. A Saint-Michel-de-Prunières, le glacier de la Durance escaladait un seuil qui conduit dans la dépression de Gap. Au nord d'Embrun et au sud des Crottes, ses moraines latérales couvrent les pentes et marquent les phases successives de son retrait graduel. En amont de Châteauroux, on ne rencontre plus que de la moraine de fond, qui encombre le débouché de toutes les vallées latérales.

Le glacier méridional n'est autre que le *glacier de l'Ubaye*. Ses origines se trouvent sur les confins franco-italiens. Dans la vallée de l'Ubaye, il est étroitement encaissé et ce n'est qu'exceptionnellement que ses moraines latérales sont bien conservées. En aval du confluent de la Durance et de l'Ubaye, dans la gorge de Serre-Ponson, l'épaisseur considérable de la moraine de fond, qu'un sondage a rencontrée sous les alluvions récentes, témoigne d'un surcreusement intense. Vers Tallard, de belles moraines latérales würmiennes sont conservées aux Tournières et aux Guérins, à près de 100 m au-dessus du thalweg actuel. Un bras du glacier de l'Ubaye se déversait vers le sud, en remontant la pente et en contournant la montagne de Dormilloux, et édifiait, aux alentours de Seyne, de magnifiques moraines terminales.

Pendant la phase de retrait postwürmienne, des dépôts interstadiaires prirent naissance en divers points de l'ancien lit du glacier. C'est ainsi que, dans la dépression de Gap, des sables fins et des tufs calcaires visibles sur la route de la Luye, à 3 km en aval de la ville, surmontent la moraine de fond du glacier würmien (fig. 478). Le Roc d'Embrun et les terrasses de Châteauroux et de Mont-Dauphin sont constitués, par contre, par un cailloutis bien cimenté, souvent à gros éléments, qui repose sur de la moraine de fond à quelques mètres seulement au-dessus du thalweg actuel [220, 221]. Il semble que l'on soit en présence d'un équivalent exact des terrasses interstadiaires de la vallée de l'Inn. Le barrage était sans doute ici constitué par un seuil, qui, avant le creusement de la vallée actuelle, séparait le lit du glacier de la Haute-Durance et de la dépression de Gap de celui de l'Ubaye et de la Moyenne-Durance.

Les traces d'une récurrence postwürmienne, correspondant au *stade de Bühl*, sont aussi nettes dans la Haute-Durance et dans la dépression de Gap que dans le lit du glacier méridional.

A Mont-Dauphin, à Châteauroux et à Embrun, les conglomérats interstadiaires supportent des moraines, et leur surface présente de fort belles cannelures, dues au passage d'un glacier.

Au-dessus de Gap, les sables interstadiaires supportent un rempart morainique peu élevé, qui passe à l'aval à des formations fluvio-glaciaires (fig. 479). Les moraines terminales de la récurrence se trouvaient donc à 2 km au sud de Gap et cette ville était située dans la dépression centrale [221].

Dans la vallée de la Durance, les moraines terminales de la récurrence se trouvent à Remollon et elles donnent naissance vers l'aval à une terrasse emboîtée dans le lit du glacier würmien, qui est bien développée en amont et en aval de Tallard, d'abord à 5 m au-dessus du lit de la Durance actuelle, puis à 3 m et qui, enfin, se confond avec les alluvions actuelles. Par places, elle est recouverte d'un limon analogue au lœss.

Dans la vallée du Buech, on observe très nettement, à 2 ou 3 m au-dessus du thalweg, une terrasse formée en contre-bas de la basse terrasse.

Tous les faits concourent donc à donner à la récurrence du stade de Bühl la valeur d'une véritable 5e glaciation, qui termine la période quaternaire moyenne. Dans tous les cas, on constate, après la récurrence postwürmienne, au cours de laquelle le front du glacier de la Durance s'était retiré jusqu'au delà de Mont-Dauphin, une nouvelle avancée qui ramène le glacier de la Durance jusqu'à Gap et celui de l'Ubaye jusqu'à Remollon.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Un stade analogue au *stade de Gschnitz*, qui appartient déjà au QUATERNAIRE RÉCENT, a laissé des traces au débouché de plusieurs vallées latérales : à Ancelle, où l'on observe plusieurs remparts morainiques d'une remarquable fraîcheur; à l'entrée de la vallée de Vars, au Laverq, etc.

Des cirques nombreux et des lacs de barrage semblent témoigner, dans le haut des vallées de la Biaisse, du Réallon, de Restefond, du Laverq, etc., d'une dernière phase d'avancée des glaciers, comparable au *stade de Daun*.

C'est probablement à la phase de retrait qui a précédé cette dernière phase d'avancée qu'il convient de rapporter, avec Penck [194], les tufs du Lautaret, découverts en 1894 par W. Kilian [222], au-dessous de dépôts morainiques assez récents. P. Fliche [223] a reconnu, dans leur partie inférieure, *Pinus montana*, *Salix grandifolia*, *Betula alba*, *Rumex alpinus*, *Arctostaphylos officinalis*, *Senecio sarecenicus*, *Sorbus aucuparia;* dans leur partie supérieure, *Salix nigricans*, *myrsinites*, *arbuscula*, *reticulata*, *Rhododendron ferrugineum*. La plupart de ces espèces ne se trouvent plus aujourd'hui qu'à une altitude beaucoup plus basse que le col du Lautaret (2 000 m), qui est occupé par des prairies alpines dont la flore passe pour une des plus riches de France.

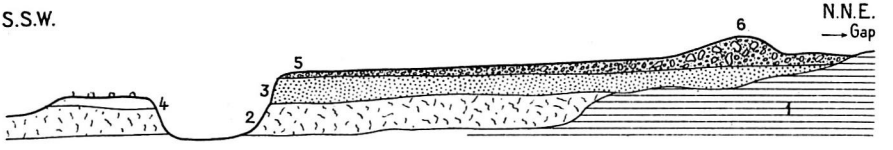


Fig. 479. — Coupe schématique de l'appareil fluvio-glaciaire correspondant à la récurrence du stade de Bühl (E. HAUG, 1901).

1, Bathonien; 2, boue glaciaire de la glaciation würmienne; 3, sables interglaciaires; 4, tufs interglaciaires, recouverts de blocs erratiques; 5, alluvions fluvio-glaciaires de la récurrence; 6, moraines terminales de la phase de récurrence.

Tandis que le versant septentrional des Alpes de Provence contribuait dans une large mesure à l'alimentation du glacier de l'Ubaye, le versant méridional de ces montagnes donnait naissance à des glaciers peu importants, qui occupaient la partie haute de quelques vallées tributaires de la Durance, comme celles de la Bléone ou du Verdon, ou de vallées dont les eaux se rendent directement à la Méditerranée, comme celles du Var et de ses affluents, la Tinée et la Vésubie, ou celle de la Roya. Penck [194] a donné récemment un aperçu de l'extension de ces glaciers et il a attribué leurs belles moraines terminales à la glaciation würmienne.

Alpes méridionales. — Sur tout le bord interne des Alpes, depuis le col de Tende jusqu'au Frioul, on constate partout des traces manifestes de l'action glaciaire, soit que les moraines terminales restent en arrière du débouché des vallées (Stura, Maira, Varaita, Pô, Chisone, Sesia, Brembo, Serio, Cherio, Brenta, Piave) dans la plaine du Pô, soit que, comme c'est le cas habituel, l'entrée des vallées soit barrée par un immense amphithéâtre morainique (Rivoli, Ivrée, lac Majeur, lacs de Lugano, de Côme, de Lecco, d'Iseo, de Garde; fig. 481), en arrière duquel se trouve un lac ou une dépression à fond plat, tandis que vers l'extérieur un cône de transition conduit insensiblement aux nappes de cailloutis de la plaine.

La chronologie des dépôts quaternaires des Alpes méridionales est aujourd'hui connue dans ses grandes lignes, grâce surtout aux études de Penck et Brückner [194] et de quelques géologues italiens. L'étude cartographique détaillée de ces formations est encore à faire, car, sur ses cartes géologiques des amphithéâtres morainiques, F. Sacco n'a pas su distinguer les formations appartenant aux diverses glaciations. Penck a cependant

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

nettement établi, pour les glaciers piémontais et insubriques, l'existence d'au moins trois glaciations successives, correspondant certainement au Mindelien, au Rissien et au Würmien.

Quant au Günzien, il paraît représenté par des cailloutis très altérés, fortement cimentés, que l'on a souvent confondus avec le Néogène supérieur, mais qui semblent constituer l'équivalent exact du VILLAFRANCHIEN des environs d'Asti.

Une lacune paraît exister entre le Villafranchien et le Sicilien, qui correspondrait au Saint-Prestien.

Le GÜNZIEN ou SICILIEN est constitué, sur les bords de la plaine du Pô, par des cailloutis fortement altérés, entièrement décalcifiés et rubéfiés, connus sous le nom de *ferretto,* tout à fait comparables au Deckenschotter du versant septentrional. Ces cailloutis sont en partie formés de gros blocs et doivent alors être envisagés comme des vestiges de moraines; d'autres, à éléments plus calibrés, sont d'origine fluviatile.

Contrairement à ce qui a lieu sur le versant septentrional et occidental des Alpes, on connaît, sur le versant méridional, un type bien caractérisé du CROMERIEN, un équivalent indubitable du Forest bed. Ce sont *les argiles*

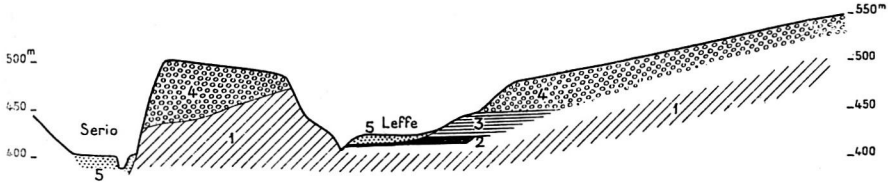


Fig. 480. — Coupe à travers les dépôts cromeriens de Leffe, Lombardie (d'après A. PENCK).

1, terrains antérieurs au Quaternaire; 2, lignites; 3, argiles; 4, cailloutis rissiens; 5, cailloutis würmiens.

et les lignites de Leffe, dans les Alpes Bergamasques, qui forment, dans une vallée latérale de la vallée du Serio, un lambeau conservé sous une nappe de cailloutis de la haute terrasse rissienne (fig. 480). La détermination d'âge maximum résultant de la position stratigraphique est amplement confirmée par la Paléontologie. En effet, les lignites ont fourni des restes de Mammifères, appartenant, d'après A. Portis [224], aux espèces suivantes : *Arctomys marmotta, Castor fiber, Arvicola agrestis, Rhinoceros Mercki, Hippopotamus* sp., *Cervus capreolus, elaphus, dama, Capra hircus, Bibos etruscus, Elephas meridionalis, antiquus.* L'association de ces deux dernières espèces est caractéristique du Cromerien. Le nombre considérable des espèces actuelles est également inconciliable avec l'attribution des lignites de Leffe à un niveau plus ancien.

Les argiles qui font immédiatement suite aux lignites renferment de nombreux Mollusques d'eau douce (*Sphærium corneum, Valvata piscinalis, Paludina vivipara, Planorbis marginatus, Limnæa lagotis*) et des Végétaux (Diatomées, Fougères, *Picea Balsami, seriana, Phragmites communis, Corylus avellana, Juglans bergamensis, Æsculus hippocastanum, Vitis Neuwirthiana, Trapa Heeri, Andromeda polyfolia*). On est incontestablement en présence d'une faune et d'une flore interglaciaires.

Les moraines du RISSIEN forment, immédiatement en avant des amphithéâtres morainiques würmiens, une ceinture externe de moraines termi-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

nales, dont les formes topographiques sont fortement effacées et dont les éléments ont déjà subi une certaine altération. Vers l'aval, elles se raccordent avec des nappes de cailloutis de la haute terrasse (fig. 481).

On peut attribuer au CHELLÉEN un certain nombre de formations interglaciaires intermédiaires entre le Rissien et le Würmien [194]. Il y a lieu de citer notamment les argiles de Calprino, sur le lac de Lugano, celles de Ré, dans le val Vigezzo, les argiles et les brèches de Pianico [225] et du val Borlezza, au N.W. du lac d'Orta, enfin, les brèches des environs de Trente et de la vallée de l'Adige. La flore des argiles est très riche. A côté de quelques Conifères, elle comprend un grand nombre d'arbres à feuilles caduques, qui pour la plupart croissent aujourd'hui dans l'Europe centrale. Les espèces xérophiles de la flore méditerranéenne font défaut. Par contre, toutes les localités ont fourni le Buis et *Rhododendron ponticum*, espèces caractéristiques de la brèche interglaciaire de Hötting. Toute cette végétation est inconciliable avec la présence de glaciers dans le voisinage.

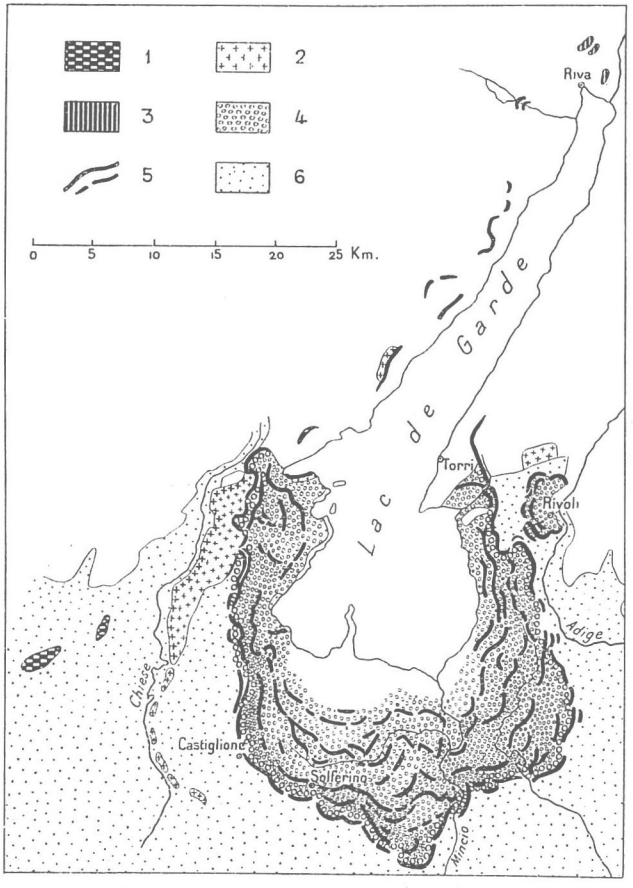


Fig. 481. — Amphithéâtre morainique du lac de Garde (d'après A. PENCK).

1, cailloutis günziens et mindeliens; 2, moraines frontales de la glaciation rissienne; 3, dépôts interglaciaires de Varone; 4, moraines internes würmiennes; 5, remparts morainiques würmiens; 6, alluvions würmiennes.

L'existence de *Rhinoceros Mercki* dans les argiles de Pianico confirme ce résultat. La découverte à Sellere, dans la même formation, de restes d'un Rongeur, *Myoxus niledula*, qui vit actuellement dans l'Europe orientale, est bien en accord avec le caractère « pontique » de la flore.

Au WÜRMIEN appartiennent les grandioses amphithéâtres morainiques qui jalonnent tout le pourtour de la plaine du Pô (fig. 481). Ils ont été

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

déposés par des glaciers qui possèdent un vaste bassin de réception. Les glaciers des vallées de moindre longueur ont, par contre, leurs moraines terminales en arrière du débouché dans la plaine. Dans les deux cas, l'appareil morainique passe insensiblement vers l'aval à une basse terrasse fluviatile.

En arrière du grand vallum ou de la ceinture de moraines parallèles qui constituent l'amphithéâtre se trouve une vaste dépression centrale qui, sauf à Rivoli, à l'ouest de Turin, et à Ivrée, est occupée par un grand lac. Il ne s'agit pas ici de simples lacs de barrage morainiques, car la profondeur des grands lacs lombardo-vénitiens est, comme on sait, très considérable et ne peut s'expliquer que par un surcreusement particulièrement intense. L'attribution de ces dépressions à des fractures préexistantes ne peut plus être sérieusement envisagée. Quant à l'hypothèse d'un affaissement général du bord alpin qui aurait donné lieu au barrage des lacs, elle est contredite par les faits. On devrait observer des traces d'un soulèvement des couches quaternaires à l'aval des lacs, et c'est au contraire en amont que l'on constate un soulèvement graduel, qui a périodiquement ravivé l'action érosive des cours d'eau.

Les stades de Bühl, de Gschnitz et de Daun existent certainement sur le versant méridional des Alpes, mais leur connaissance est encore fort peu avancée.

Versant oriental des Alpes. — Tandis que dans toutes les parties de la chaîne des Alpes dont il a été question jusqu'ici le drainage s'opère toujours, en dernière instance, par des vallées transversales, il n'en est plus de même sur le versant oriental de la chaîne, où les eaux s'en vont vers l'est, en suivant les grandes vallées longitudinales de la Save, du Gail, de la Drave et de la Mur. Les glaciers qui remplissaient ces vallées s'écoulaient également vers l'est. Ils étaient séparés par de longues crêtes couvertes de névés ou par des étendues assez considérables dépourvues de glace. Leur pente était beaucoup plus faible que celle des vallées transversales et leurs moraines terminales sont exclusivement cantonnées dans les vallées. Le glacier de la Save s'arrêtait un peu au delà de Radmannsdorf et les cailloutis fluvio-glaciaires qui partent de ses moraines frontales encombrent les dépressions de Krainburg et de Laibach. Le glacier de la Drave dépassait Klagenfurt, mais ne descendait pas dans la Styrie méridionale. Le glacier de la Mur, d'abord très large, butait à l'est contre les Alpes du Secthal et se prolongeait par une langue étroite jusqu'à Judenburg. Les Alpes de Stein constituaient un centre indépendant de glaciation [226].

Il est encore très difficile, dans l'état actuel de nos connaissances, de faire, dans ces régions des Alpes orientales, la part qui revient à chacune des quatre glaciations.

Dans les dernières ramifications des Alpes orientales se trouve une station paléolithique célèbre par les restes humains que l'on y a rencontrés. C'est l'abri sous roche de Krapina, près Agram, en Croatie, qui a fait l'objet de plusieurs mémoires dus à Gorjanovic-Kramberger [227]. Son remplissage comprend d'abord des graviers fluviatiles déposés à 25 m au-dessus de la rivière actuelle, puis des sables et des limons et des produits de désagrégation, qui s'élèvent jusqu'au sommet de la grotte et renferment, à la base, des restes de Castor, puis des restes humains et, dans la partie supérieure, principalement *Ursus spelæus*. Les débris de Mammifères appartiennent surtout à des espèces actuelles, auxquelles viennent se joindre *Megaceros hibernicus* et *Rhinoceros Mercki*. On peut donc attribuer le

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

gisement à la fin de l'époque interglaciaire. Les silex, assez abondants, sont tous du type moustiérien. Les ossements humains, malheureusement très mal conservés, se rapportent à un type néanderthaloïde. On en a fait une variété : *Homo primigenius krapinensis*.

Pourtour de la Méditerranée occidentale. — Les dépôts quaternaires de l'Europe centrale sont presque exclusivement continentaux; ils ne permettent pas, comme ceux du Nord, la comparaison directe avec les formations marines. L'étude du Quaternaire des régions méditerranéennes va de nouveau nous donner l'occasion de préciser les relations chronologiques des deux catégories de dépôts.

Languedoc. — Bien qu'aucune étude d'ensemble n'ait été publiée sur les terrains quaternaires du Languedoc, on peut cependant, grâce à quelques données paléontologiques, affirmer l'existence, au sud-est du Plateau Central, de plusieurs niveaux bien caractérisés.

L'attribution au Villafranchien des graviers quartzeux des plateaux, qui dominent les vallées de l'Hérault et de l'Orb, est basée sur la découverte d'une mandibule de *Mastodon arvernensis*, déterminée par Depéret [XL, 41 *bis*].

Il est légitime de ranger dans le Saint-Prestien les limons fins gris jaunâtre, qui, à Durfort, près Sauve (Gard), remplissent, sur une épaisseur de 7 m, une dépression dans l'Urgonien de 6 kmq de superficie. Cazalis de Fondouce y découvrit en 1869 un squelette d'*Elephas meridionalis*, aujourd'hui monté dans les galeries de Paléontologie du Muséum d'Histoire Naturelle. Albert Gaudry lui a consacré une intéressante monographie [228]. C'est un des plus beaux spécimens que l'on connaisse de cette espèce, il atteint 4,15 m de hauteur. Il était accompagné d'ossements appartenant à *Hippopotamus major*, *Bison bonasus* (=*europæus*) et à des espèces indéterminées des genres *Equus*, *Rhinoceros*, *Cervus*. Les couches ligniteuses intercalées dans les limons ont fourni en outre des Végétaux (*Planera*, *Zelkova*, *Parrotia*, *Quercus*, *Fagus*), parmi lesquels se trouvent plusieurs espèces exotiques. La faune et la flore indiquent donc un climat chaud.

Il est probable que l'on doit attribuer au même niveau interglaciaire, et non au Cromerien, les alluvions à éléments basaltiques du Riège et de l'Estang, près Fontès (Hérault), déposées à un niveau fort inférieur aux alluvions des plateaux. Depéret [LX, 41 *bis*] y a signalé *Equus* sp., *Hippopotamus martialis*, *Elephas meridionalis*, ainsi que des Mollusques terrestres et dulçaquicoles spécifiquement indéterminables.

Dans le Gard et dans l'Hérault, il ne semble pas qu'il soit possible de distinguer une *haute* et une *basse terrasse*. Dans l'Aude, d'après Doncieux [XXXVIII, 61], « le phénomène des terrasses est tout à fait exceptionnel et les alluvions quaternaires se fondent progressivement avec les alluvions actuelles. Seul l'Orbieu montre en de rares points de son cours (rive gauche en face de Luc, près Cruscades) une terrasse de 2 à 3 m au-dessus de son niveau, dominée à son tour par une seconde terrasse qui s'élève à 8 ou 10 m ». Dans les Pyrénées-Orientales par contre, en particulier dans la vallée de la Têt, Depéret [229] a distingué quatre terrasses indépendantes : une terrasse de 60 m, une terrasse de 30 m, une terrasse de 15 à 20 m et une terrasse de 5 à 6 m au-dessus du thalweg actuel.

La régularité de ces terrasses, leur parallélisme et leur équidistance rigoureuse, sur de longues étendues, sont, d'après Depéret, une preuve

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

formelle que la formation de ces terrasses ne peut s'expliquer que par un abaissement progressif et saccadé du niveau de base marine.

Nous ne possédons aucune donnée qui nous permette de synchroniser ces quatre terrasses avec les quatre terrasses des Pyrénées occidentales et centrales.

L'existence du CHELLÉEN dans l'Hérault est établie par l'étude de la faune de la caverne du Mas-Gautier, près Lunel-Viel. Ed. Harlé [231] a signalé, dans ce gisement, connu depuis le commencement du XIXe siècle, les espèces suivantes : *Lepus cuniculus*, *timidus*, *Castor fiber*, *Ursus arctos*, *Meles taxus*, *Lutra canadensis*, *Canis lupus*, *vulpes*, *Hyæna striata* var. *mons-pessulana*, *crocuta* var. *intermedia*, *Felis spelæa*, *pardus*, *catus*, *pardina*, *Equus caballus*, *Rhinoceros Mercki*, *Sus scropha*, *Cervus elaphus*. Les Hyènes ont aujourd'hui entièrement disparu de l'Europe, mais, sauf *Rhinoceros Mercki*, la faune a un caractère récent, qui ne permet pas de lui attribuer un âge antérieur à la dernière période interglaciaire.

Quelques grottes du Languedoc renferment des stations moustiériennes, magdaléniennes, etc., mais leur étude ne nous apprendrait rien de nouveau.

Quant aux formations marines des côtes du Languedoc [230], il n'est pas possible, pour le moment, d'établir leur parallélisme avec les formations continentales, elles semblent être de date assez récente et elles indiquent un stationnement de la mer à l'altitude d'environ 5 m, à en juger par les perforations de Mollusques lithophages que l'on observe à cette altitude, par exemple dans les rochers de la corniche de Cette.

Des sables coquilliers, avec *Cardium edule*, *Lamarcki*, *Tapes Dianæ*, *Gastrana fragilis*, *Loripes lacteus*, *Nassa mitida*, *Cerithium vulgatum*, ont été rencontrés, par Miquel, à quelques mètres au-dessus du niveau actuel des étangs de Lespignan et de Capestang [XL, 41 *bis*].

Bouches-du-Rhône. — La détermination précise de l'âge des grandes nappes d'alluvions qui constituent le delta du Rhône et les plaines voisines rencontre les plus grandes difficultés, à cause de l'absence totale de restes organiques dans ces dépôts et à cause de l'insuffisance des études relatives aux dépôts quaternaires, dans la région intermédiaire entre les Bouches-du-Rhône et les environs de Valence.

L. Collot, dans un excellent travail sur les dépôts quaternaires du Bas-Rhône [232], distingue une nappe supérieure de cailloutis très altérés, sans éléments duranciens, qui forme notamment ce qu'il appelle la Crau d'Eyguières et dont l'altitude maximum est ici de 163 m. Ce vestige d'une ancienne terrasse se prolonge vers l'ouest, en s'abaissant graduellement, jusqu'à Arles, par la Crau sur Durance, qui domine de 30 m environ le niveau actuel du Rhône. Sur la rive droite, la terrasse qui s'étend de Saint-Gilles à Beaucaire, avec une largeur de 10 km, appartient à la même nappe. Par contre, le témoin de cailloutis, qui constitue, au nord de Saint-Rémy, ce que l'on appelle la Petite Crau, serait, d'après Collot, un peu plus récent que la Crau d'Eyguières, puisque, situé en amont par rapport à celle-ci, il est d'altitude manifestement moindre.

De l'absence des éléments duranciens et du fait que le maximum d'altitude de cette nappe supérieure se trouve aux Eyguières, Collot conclut que l'on est en présence d'un immense cône de déjection du Rhône. Le fleuve devait passer par le col qui sépare le mont Menu des Aupies, extrémité orientale des Alpines. Quant à l'âge de ces vieux cail-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

loutis, il est certainement plus récent que le Néogène supérieur et il est possible que l'on soit en présence d'un équivalent du Villafranchien.

La Crau de Miramas est constituée par une nappe de cailloutis d'une immense étendue, qui s'est déposée en contre-bas de la nappe de la Crau des Eyguières et après que celle-ci eût été profondément entamée au cours d'une phase de creusement. Ce nouveau cailloutis est formé principalement d'éléments duranciens, agglomérés en poudingue : verrucano, quartzites et calcaires triasiques, grès nummulitiques, granulites, porphyrites, euphotides, variolites du mont Genèvre, serpentines, etc. Le poudingue de la Crau doit être envisagé comme le cône de déjection de l'ancienne Durance, qui, au lieu de se déverser dans le Rhône, passait par le col de Lamanon. Le sommet du cône est, en effet, à Lamanon, à 107 m d'altitude. Sa base, partant des environs de Fos, s'allonge au N.W. jusqu'à l'étang de Meyranne. Ici son altitude n'est plus que de 5 m. Ses courbes de niveau sont nettement concentriques autour de Lamanon et sa pente est de 3,6 $^{00}/_{00}$ seulement. Le niveau de base de la Durance devait donc se trouver bien près du niveau actuel de la mer. Il est vraisemblable que le cailloutis de la Crau de Miramas doit être attribué au Mindelien ou Sicilien.

L'absence de cailloutis pouvant être attribués à la haute ou à la basse terrasse, en aval de Tarascon, montre avec évidence que le niveau du Rhône, à l'époque du Quaternaire moyen, ne se trouvait pas à une altitude supérieure à celle du Rhône actuel et que, par conséquent, la formation des terrasses de Valence et des environs de Lyon ne saurait être imputée à des oscillations du niveau de base. Les alluvions rissiennes et würmiennes sont vraisemblablement enfouies sous les alluvions récentes de la Camargue, dont l'altitude va en décroissant régulièrement de la cote 7, à Arles, à la cote 0.

A l'est du delta du Rhône, les dépôts quaternaires ne prennent qu'un faible développement.

A Marseille, des conglomérats bréchoïdes, associés à des tufs calcaires, ont fourni *Elephas meridionalis*.

Sur les bords de l'étang de Berre, tout près des Martigues, Collot a signalé [232], à 4,50 m au-dessus de l'étang, sur une surface arasée du Néocrétacé, un dépôt à *Cardium edule* et Paludestrines, recouvert de 3,20 m de graviers. En supposant la dernière couche formée à fleur d'eau, on peut conclure à une émersion de 8,70 m. Cette surface a servi de niveau de base à quelques plaines alluviales anciennes.

Alpes-Maritimes. — Les côtes très découpées à modelé récent qui limitent au sud les massifs crétacés des Bouches-du-Rhône et les massifs cristallins des Maures et de l'Estérel n'ont guère conservé de traces d'anciens rivages. En revanche, on observe fréquemment, sur le littoral des Alpes-Maritimes, des dépôts quaternaires marins, étagés à diverses altitudes. Leur étude a donné lieu à plusieurs tentatives de reconstruction des anciennes surfaces marines, notamment de la part du général de Lamothe [247], de Caziot et Maury [233] et surtout de Ch. Depéret [230].

Aucun dépôt, ni marin ni continental, ne peut être attribué jusqu'ici au Calabrien ou à son équivalent le Villafranchien. Par contre, on connaît, entre Nice et Monaco, plusieurs lambeaux de couches marines qu'il convient de ranger dans le SICILIEN. Ce sont des calcaires à polypiers, avec *Lithothamnium*, *Cladocora cæspitosa*, *Lima squamosa*, *Turbo rugosus*, *Conus mediterraneus*, conservés à Nice à une altitude maximum de 45 m; des calcaires stalagmitiques, englobant des coquilles marines et formant des remplissages de fentes, sur la route de Villefranche et à Saint-Jean [234], à des altitudes comprises entre 40 et 60 m; des sables coquiliers, formant une ceinture discontinue, à une

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

altitude maximum de 84 m, autour de la presqu'île du cap Ferrat. La faune comprend surtout *Balanus concavus* (espèce émigrée), *Pecten pes felis, multistriatus, Lima squamosa, Mytilus galloprovincialis, Barbatia barbata, Murex trunculus, Clanculus corallinus, Fissurella græca, Emarginula elongata.* Aucune de ces espèces n'est particulièrement caractéristique du Sicilien, aussi n'est-ce guère que l'altitude des dépôts qui constitue un argument sérieux en faveur de l'attribution de la faune à cet étage.

Une série de dépôts marins plus récents comprend les lambeaux conservés, sur le littoral des Alpes-Maritimes, à des altitudes comprises entre 10 à 18 m au minimum et 28 à 30 m au maximum, ces derniers chiffres indiquant, d'après Depéret, la hauteur de la ligne de rivage au-dessus du niveau actuel de la mer. Ces dépôts sont généralement connus sous la dénomination de couches à *Strombus bubonius* (= *mediterraneus*). Les principaux gisements sont ceux de Biot-Vaugrenier, de la baie de Villefranche, de Saint-Jean, de la baie de Mala et des Baoussé-Roussé, près Menton. Ce sont surtout des sables et des graviers, riches en coquilles marines. Les espèces les plus communes sont les suivantes : *Pecten multistriatus, Pectunculus glycimeris, Barbatia barbata, Chama gryphoides, Loripes lacteus, Mactra subtruncata, Patella cærulea, Littorina neritoides, Rissoia variabilis, Cerithium vulgatum, Bittium reticulatum, Strombus bubonius, Murex conglobatus, Conus testudinarius, mediterraneus.*

Nous aurons à nous occuper tout à l'heure des relations que présentent, aux Baoussé-Roussé, avec les formations continentales, les couches à *Strombus bubonius.* Nous pourrons ainsi préciser leur âge.

Une série plus récente encore de dépôts marins occupe des niveaux compris entre 3 et 13 m. Ce sont les gites du môle de Nice, de Pierre Formigue près Beaulieu, de la péninsule Saint-Hospice, des Baoussé-Roussé, constitués principalement par des sables, des graviers, des brèches. On y a trouvé notamment *Arca Noæ, Barbatia barbata, Cardium tuberculatum, Turbo rugosus, Nassa incrassata, Rissoia lactea, Conus mediterraneus.*

Les gisements quaternaires du littoral méditerranéen de beaucoup les plus intéressants sont les 6 grottes ou abris du rocher de Grimaldi, à l'est de Menton, mais déjà sur territoire italien, qui forme le promontoire des Baoussé-Roussé. C'est ici qu'Émile Rivière fit en 1872 la découverte retentissante du squelette de l' « Homme de Menton » et de deux squelettes d'enfants, mais sans élucider suffisamment la position stratigraphique de ces ossements. C'est ici que, plus récemment, des fouilles furent effectuées par le chanoine de Villeneuve, sur l'ordre du prince de Monaco, dans plusieurs des grottes des Baoussé-Roussé. L'étude des matériaux recueillis fut confiée à Marcellin Boule, Verneau et Cartailhac [235].

La grotte qui a fourni les résultats les plus intéressants au point de vue stratigraphique est la grotte du Prince (fig. 482), la plus orientale.

Boule y a relevé la succession suivante :

1° marnes verdâtres mésocrétacées fortement redressées, sur lesquelles sont charriés les calcaires tithoniques qui constituent les parois de la grotte;

2° vieille brèche osseuse percée de trous de Pholades et amas de gros galets et de sables très riches en Mollusques marins (couches à *Strombus bubonius*);

3° alternances d'éboulis cimentés et de « foyers » au nombre de 5, s'élevant jusqu'au sommet de la grotte, où l'on observe, à 23 m au-dessus du niveau de la mer, un encorbellement dû à l'action des vagues, au-dessous duquel la roche est toute perforée par des Lithodomes.

La grotte était donc, à un moment donné, entièrement envahie par la mer, qui, en se retirant graduellement, déposa ensuite, à la fois dans la grotte et en dehors, les galets et les sables coquilliers à *Strombus bubonius*, formation essentiellement littorale. Le remplissage de la grotte est postérieur au retrait de la mer et n'a pas été interrompu par un nouveau retour des eaux, contrairement à une affirmation de G.-B.-M. Flamand, basée sur des observations trop sommaires.

Les éboulis cimentés sont rarement fossilifères, mais les foyers ont fourni de très nombreux ossements. Les trois inférieurs et l'argile rouge qui les

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

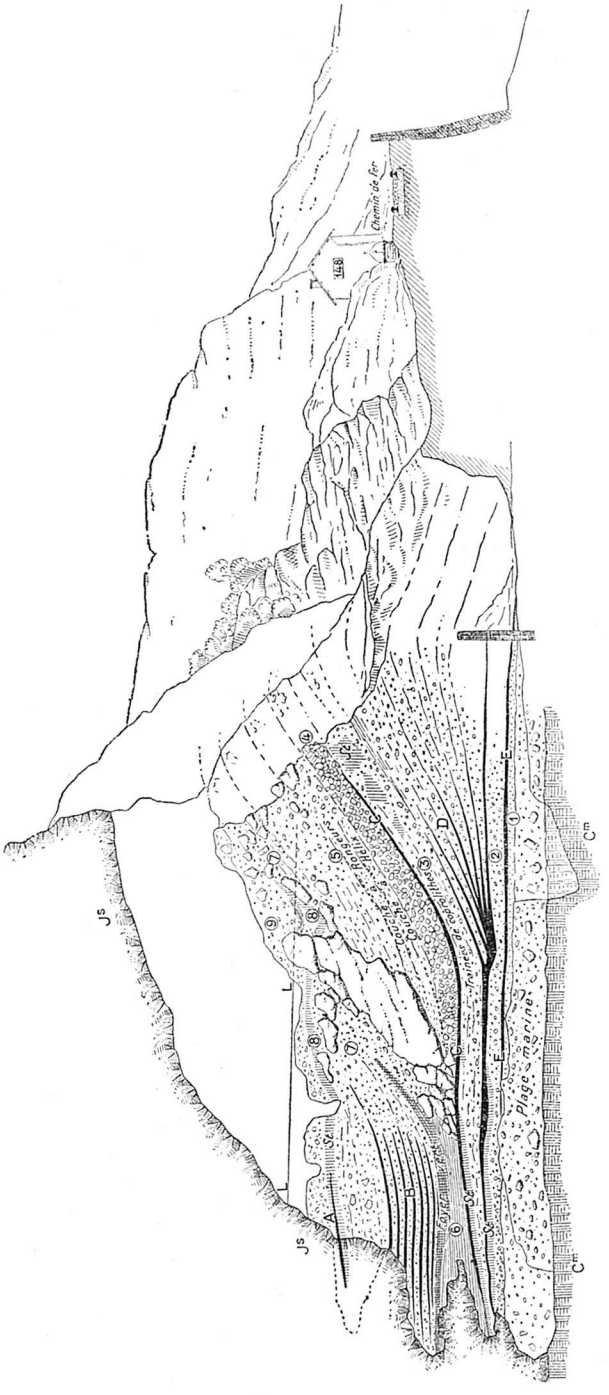


Fig. 482. — Coupe longitudinale de la grotte du Prince près Grimaldi, à l'est de Menton (d'après MARCELLIN BOULE).
C^m, Crétacé moyen; J^s, Jurassique supérieur; LL, limite supérieure des perforations de Lithodomes; A-E, foyers; *St*, couches stalagmitiques; 1-9, couches successives du remplissage de la grotte.

surmonte renferment à peu près la même faune, dont les principales espèces, d'après M. Boule, sont les suivantes : *Testudo græca, Cistudo europæa, Lepus cuniculus, Ursus arctos, spelæus, Canis lupus, vulpes, Hyæna spelæ, Felis pardus, lynx, Equus* cf. *Stenonis, caballus, Rhinoceros Mercki, Hippopotamus major, Sus scrofa, Cervus capreolus, elaphus, somonensis, Capra ibex, Rupicapra tragus, Elephas antiquus.*

On est là incontestablement en présence de la « faune chaude » de la dernière période interglaciaire, autrement dit du CHELLÉEN. Toutefois les instruments en pierre taillée sont exclusivement moustiériens, comme à Krapina, mais cette constatation ne saurait prévaloir contre les données de la Paléontologie, d'autant plus que l'on observe, dans la grotte du Prince même, immédiatement au-dessus des couches à faune

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

chaude, la faune qui accompagne d'ordinaire le Moustiérien.

En effet, les deux foyers supérieurs ne renferment plus ni *Rhinoceros Mercki*, ni *Elephas antiquus*, et *Hippopotamus major* n'existe déjà plus dans le 4e. Par contre, on rencontre le Renne, et le Bouquetin (*Capra ibex*), rare dans les couches sous-jacentes, devient très abondant. Les Rongeurs et les Carnassiers sont les mêmes dans toute la série. La présence du Mammouth est douteuse, et *Rhinoceros tichorhinus* est inconnu jusqu'ici dans les Alpes-Maritimes.

La présence, dans les brèches de la grotte du Prince et dans diverses autres brèches du littoral, de *Glandina antiqua*, milite également en faveur d'un climat chaud, car le genre *Glandina* n'est plus représenté en Europe que par *Gl. algira*, qui est cantonné en Sicile et en Dalmatie. La superposition de l'Interglaciaire à *Rhinoceros Mercki* et *Elephas antiquus* aux couches marines à *Strombus bubonius* montre avec évidence que celles-ci ne sauraient en aucune façon être rangées dans le « Quaternaire supérieur » et assimilées aux basses terrasses, comme on a voulu le faire encore tout récemment [242]. La faune des couches à *Strombus bubonius* est une faune de mer chaude, les espèces froides du Sicilien ont complètement disparu et *Strombus bubonius* est une forme qui ne vit plus aujourd'hui dans la Méditerranée. Il est donc légitime d'attribuer, avec Boule [235], les couches marines de la grotte du Prince et leurs équivalents des côtes méditerranéennes à la même période interglaciaire que les couches continentales qui les surmontent, c'est-à-dire au Chelléen.

Boule a fait remarquer avec raison que les Éléphants, les Rhinocéros, les Hippopotames n'auraient certainement pas fréquenté les grottes des Baoussé-Roussé si la mer, en se retirant, n'avait pas laissé, entre le rivage et les rochers escarpés du littoral, un espace assez vaste pour permettre à ces grands animaux de se livrer à des évolutions auxquelles la topographie actuelle ne saurait se prêter. Il est probable que toute la plate-forme continentale jusqu'à l'isobathe de 200 m et sur une largeur de 5 à 6 km était, à ce moment, entièrement émergée. La fin de la période Chelléenne, dont le début correspondait à une phase d'extension maximum, était donc marquée par un retrait de la mer bien au delà de ses limites actuelles.

Contrairement à ce que l'on était en droit d'attendre, les fouilles de la grotte du Prince n'ont mis au jour aucun squelette humain. Les grottes voisines ont donné, par contre, à É. Rivière, au chanoine de Villeneuve et à d'autres personnes, des résultats, à cet égard, beaucoup plus satisfaisants.

Le squelette de l' « Homme de Menton » provient de la grotte du Cavillon. Il provient de couches de l'âge du Renne, sous lesquelles des fouilles ultérieures ont permis de trouver des couches à *Rhinoceros Mercki*, *Equus caballus*, *Cervus somonensis*, etc. [235].

La grotte des Enfants présente un remplissage entièrement paléolithique. Ses couches inférieures renferment encore *Rhinoceros Mercki*, mais on n'y a trouvé ni *Elephas antiquus*, ni *Hippopotamus major*. Les couches suivantes ont fourni deux squelettes négroïdes et, immédiatement au-dessus, un grand squelette masculin du type de Cro-Magnon. Le Renne a été trouvé dans les couches les plus élevées. La faune qui a succédé à *Rhinoceros Mercki* ne varie guère d'une couche à l'autre et l'on rencontre, dans tous les niveaux supérieurs, *Lepus cuniculus*, *Canis lupus*, *vulpes*, *Felis spelæa*, *lynx*, *Equus caballus*, *Sus scrofa*, *Cervus capreolus*, *elaphus*, *somonensis*, *Capra ibex*, *Rupicapra tragus*, etc.

Les squelettes trouvés par Rivière et lors de fouilles ultérieures, dans la

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

grotte des Enfants, datent donc incontestablement de la période du Quaternaire moyen qui a suivi le Chelléen. Si l'on peut appliquer à cette région littorale la nomenclature alpine, ils sont würmiens ou immédiatement postwürmiens. L'étude des outils recueillis dans les fouilles ne manquera pas de fournir à cette détermination d'âge des précisions nouvelles.

Les deux squelettes du type négroïde appartiennent, d'après Verneau [235], à une race spéciale, à laquelle cet anthropologiste a donné le nom de *race de Grimaldi*.

Les fouilles dans les grottes n'ont fait connaître aucun fait stratigraphique qui permît de déterminer avec précision l'âge des galets et graviers à *Conus mediterraneus* déposés à 7 à 8 m d'altitude à l'extérieur de la grotte du Prince [235]. Ce dépôt indique un retour de la mer évidemment postérieur au remplissage des grottes, datant par conséquent du Quaternaire supérieur.

Apennin septentrional. — Dans l'Astésan, la série néogène est couronnée par des sables et des graviers, avec intercalations argileuses, formations fluvio-lacustres, qui constituent le type de l'étage VILLAFRANCHIEN de Pareto. On y trouve de nombreux Mollusques d'eau douce, appartenant à peu près exclusivement à des espèces nouvelles décrites par Sacco [XL, 80]. Les Mammifères y sont représentés par *Rhinoceros etruscus*, *Bos etruscus*, *Mastodon arvernensis*, *Elephas meridionalis*.

Une faune continentale beaucoup plus riche, appartenant au même étage, est connue depuis longtemps dans le val d'Arno, dans des conditions stratigraphiques tout à fait semblables, c'est-à-dire au-dessus de couches marines, au sommet desquelles apparaissent déjà, comme d'ailleurs aussi dans l'Astésan, les principaux Mammifères des couches continentales.

Les éléments les plus caractéristiques de cette faune sont les suivants [236, 237] : *Castor Rosinæ*, *plicidens*, *Lepus valdarnensis*, *Arvicola pliocænicus*, *Ursus etruscus*, *Canis Falconeri*, *etruscus*, *Felis arvernensis*, *Machærodus cultridens*, *Hyæna robusta*, *Equus Stenonis*, *quaggoides*, *Rhinoceros etruscus*, *Hippopotamus major*, *Sus Strozzii*, *Bos etruscus*, *Cervus dicranius*, *Nestii*, *Perrieri*, *Mastodon arvernensis*, *Elephas meridionalis*, *Macacus florentinus*.

On ne peut manquer d'être frappé de la grande analogie qui existe entre cette faune et celle de Perrier, de Chagny, etc. Le synchronisme de ces divers gisements ne peut faire de doute [15].

La faune du val d'Arno se retrouve dans plusieurs localités de Toscane, en particulier dans les lignites de Castelnuovo di Garfagnana, dans la vallée du Serchio, où C. De Stefani [238] a signalé en outre des intercalations à Mollusques terrestres (*Helix italica*, *Hyalinia olivetorum*, *Glandina lunensis*, *Carychium rufolabiatum*) et à Mollusques d'eau douce (*Neritina Bronni*, *Nematurella ovata*, *Melania carvicosta*, *Melanopsis*, *Unio*).

Des couches marines, qui renferment une faune analogue à celle du Calabrien de l'Italie méridionale, existent en outre à Vallebiaja, près Livourne.

Dans cette même région de Livourne, on connaît également le SICILIEN, représenté par des couches à *Cyprina islandica*, et du QUATERNAIRE MOYEN, avec la faune à *Strombus bubonius*. Les relations stratigraphiques de ces divers termes marins de la Toscane sont encore mal connues et les faunes auraient besoin d'une sérieuse revision. Les couches à *Strombus bubonius* forment un conglomérat, connu sous le nom de *panchina*, qui renferme, outre les Mollusques marins, des restes de Mammifères, tels qu'*Elephas antiquus*, *Rhinoceros Merckl*, *Hippopotamus Pentlandi*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Cliché Gignoux.

GRÈS SABLEUX DU SICILIEN DE FICARAZZI, près Palerme,
avec *Cyprina islandica*, *Dosinia lineata*, *Pecten subclavatus*, *Pecten opercularis*, etc.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Enfin, divers auteurs mentionnent la présence d'*Elephas primigenius*, associé à *Elephas antiquus*, dans diverses grottes de la Péninsule. Ces indications sont sujettes à caution.

Italie méridionale et Sicile. — Nous arrivons maintenant aux régions où ont été définis les étages marins du QUATERNAIRE ANCIEN, dont il est fait usage dans ce traité. L'acception du terme de Sicilien était restée vague et c'est à Gignoux [239-242] que revient le mérite de l'avoir précisée en détachant de cet étage le Calabrien, qui, localement tout au moins, accuse encore de grandes affinités stratigraphiques avec le Néogène. Comme les deux étages ont été délimités principalement en partant d'observations faites en Sicile et en Calabre, il y a lieu de commencer leur étude par l'un de ces deux pays, pour ensuite rechercher leurs équivalents dans les régions voisines.

Le CALABRIEN comprend, aux environs de Catanzaro, de Monosterace, de Reggio, des sables et des graviers, qui reposent en parfaite concordance sur le Plaisancien et l'Astien. Il se termine par des cailloutis, qui marquent la fin du cycle de sédimentation auquel appartiennent ces deux étages.

En Sicile, il présente les mêmes caractères à Gravitelli, près Messine, à Catane, à Girgenti, etc. Sa faune est caractérisée : 1° par la disparition graduelle des espèces propres au Néogène supérieur, dont quelques-unes, toutefois, persistent jusqu'au sommet (*Pecten flabelliformis*, *Arca mytiloides*, *Arcopagia corbis*, *Turritella tornata*, *Cancellaria hirta*); 2° par la transformation sur place de formes propres au Néogène supérieur en formes quaternaires qui s'y rattachent par voie de descendance (*Pecten bollenensis*, *Murex torularius*, *Euthria cornea*); 3° par l'apparition ou par le développement de formes étrangères à la Méditerranée actuelle, immigrées du Nord (*Pecten septemradiatus*, *Cyprina islandica*, *Buccinum undatum*, *Neptunea sinistrorsa*). Ajoutons que, dans le Calabrien de Gravitelli, près Messine, on a trouvé des restes d'un Éléphant, qui paraît être *Elephas meridionalis*. Le Calabrien est donc nettement différencié de l'Astien et il semble bien occuper la même position stratigraphique que le Villafranchien.

A Rome, les *sables du Monte Mario*, qui reposent en discordance sur les argiles du Vatican (v. p. 1645, fig. 443), représentent certainement le Calabrien. Ils renferment [XL, 96; 243], comme le Calabrien de Calabre, des espèces ayant survécu au Néogène supérieur ou provenant par filiation directe d'espèces de cet âge, des espèces propres ou immigrés des mers du Nord et des espèces actuelles.

Le SICILIEN est stratigraphiquement indépendant du Calabrien. Il s'est déposé en contre-bas des couches de cet étage, qu'il a ravinées, et il peut reposer sur des terrains d'âge quelconque. Aux environs de Palerme, il présente deux faciès bien distincts :

1° Les argiles bleues de Ficarazzi, avec banc sableux très fossilifère (pl. CXXXIV), renfermant, outre de nombreuses espèces qui vivent encore actuellement dans la Méditerranée, un certain nombre d'immigrés du Nord [0,22; 239], tels que *Pecten tigrinus*, *Pectunculus glycimeris*, *Cyprina islandica*, *Tellina calcaria*, *Mya truncata* var. *uddevallensis*, *Panopæa norvegica*, *Trichotropis borealis*, *Buccinum undatum*, *Fusus antiquus*, et plusieurs espèces que l'on peut considérer comme éteintes.

2° Les calcaires zoogènes (*tufo*), exploités au pied du monte Pellegrino, riches en Zoanthaires, en Échinides, en Mollusques, parmi lesquels se trouvent également quelques espèces boréales inconnues dans la Méditerranée actuelle, telles que *Crenella decussata*, *Cyprina islandica*, *Mactra solida*,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Trochus cinereus, *Turbo filosus*, *Cancellaria viridula*, *Buccinum grœnlandicum* [244].

Les deux faciès correspondraient, d'après Gignoux [239], à une profondeur de 80 à 100 m et, comme leurs affleurements se trouvent très près du niveau actuel de la mer, il conclut que la ligne de rivage de la mer sicilienne devait se trouver dans la région de Palerme, à 80-100 m au-dessus du rivage actuel. En effet, aucun dépôt sicilien ne dépasse cette altitude. Des sables jaunes littoraux, avec grands bancs d'Huitres, se trouvent sur les bords de la Conca d'Oro, à 50-60 m. Entre 80 et 100 m, on observe au Cozzo di Sta Rosalia et sur les flancs nord du monte Pellegrino, des grottes creusées par l'action des vagues, des trous de Lithodomes et des paliers couverts de Balanes et de Patelles. Plus à l'est, vers Altavilla et Torre Colonna, il existe, au même niveau, une véritable plaine côtière, où des conglomérats siciliens reposent en discordance sur le Néogène supérieur. Un gradin situé à la même altitude peut être suivi sur toute la côte septentrionale de la Sicile, jusqu'au détroit de Messine, où l'on retrouve, sur les deux rives, le Sicilien fossilifère, en couches horizontales, discordantes sur le Calabrien. L'étage est encore bien développé à Rosarno, où il contient une faune très riche, analogue à celle de Palerme, à Gallipoli, ainsi que dans les environs d'Otrante et de Lecce.

La faune marine du Sicilien ne permet guère de préciser le parallélisme de cet étage avec l'un ou l'autre terme du Quaternaire ancien du Nord. Les rares ossements de Vertébrés ne fournissent pas davantage de données dont on puisse tirer des conclusions très satisfaisantes. On a signalé, dans le Sicilien de Palerme, *Elephas antiquus*, mais cette détermination aurait besoin d'être vérifiée. D'autre part, G. de Stefano [245] dit avoir rencontré à Corvo, dans la Calabre occidentale, dans des couches marines qui semblent appartenir au Sicilien, à la fois *Elephas meridionalis*, *E. antiquus*, *E. primigenius* et *Rhinoceros Mercki*, mais ses indications sont si confuses qu'il est difficile d'en tirer parti.

L'attribution du Sicilien au Quaternaire ancien résulte cependant d'une manière certaine de son antériorité évidente aux couches à *Strombus bubonius* et du fait que celles-ci ravinent le Sicilien ou sont transgressives et reposent alors sur des terrains plus anciens quelconques [242].

Excepté sur les bords du détroit de Messine, où ont eu lieu des mouvements épirogéniques récents, qui ont porté les couches littorales à *Strombus bubonius* à 100 m au-dessus du niveau de la mer, l'altitude maximum atteinte par la mer à *Strombus* ne paraît pas avoir dépassé 35 m [241].

Au point de vue paléontologique, ces couches sont caractérisées par l'apparition, au milieu d'une faune identique à la faune méditerranéenne actuelle, de formes atlantiques qui vivent aujourd'hui sur les côtes occidentales de l'Afrique ou aux Canaries. Dans les gisements de l'Italie méridionale, les espèces les plus communes sont *Pecten maximus*, *Natica porcellana*, *Tritonium ficoides*, *Tritonidea viverrata*, *Mitra cingulosa*, *Strombus bubonius*, *Conus testudinarius*. Les localités les plus fossilifères sont Sperracavallo, près Palerme, Ravagnese et Boveto, près Reggio, Tarente, Gallipoli, enfin, Corneto, près Civita-Vecchia.

Une faune continentale, qui offre les plus grandes analogies avec celle du Chelléen, a été rencontrée dans une formation sableuse de la Campagne Romaine, renfermant, d'après Clerici [245], *Ursus spelæus*, *Hippopotamus major*, *Bos primigenius*, *Cervus elaphus*, *Elephas antiquus*. Toutefois, on n'est pas en droit d'affirmer qu'en Italie la faune chaude, caractérisée par la présence

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

d'*Elephas antiquus*, ait vécu, comme dans l'Europe centrale, exclusivement pendant la durée d'une période interglaciaire. On ne peut pas davantage conclure de la présence de *Corbicula fluminalis*, dans des argiles d'eau douce de la Campagne Romaine, à l'existence, dans l'Italie centrale, d'une période interglaciaire.

Elephas antiquus, *Rhinoceros Mercki* ont été également signalés dans des grottes de la Pouille, où ils sont associés à des restes de Carnivores et de Ruminants.

En Sicile, des quantités d'ossements d'*Elephas antiquus*, appartenant à une forme naine de cette espèce, *E. melitensis*, ont été trouvés dans la grotte Pontale, près Carini, où ils sont associés à une race naine de *Cervus elaphus*.

Les cavernes ossifères de l'île de Malte ont fourni des individus d'*Elephas melitensis*, dont les dimensions ne dépassent guère celles d'un Tapir [XL, 275]. C'est là un exemple classique du nanisme de certaines formes insulaires.

Tunisie et Algérie. — Aucune donnée paléontologique ne permet jusqu'ici d'attribuer soit au Calabrien soit au Sicilien les anciennes lignes de rivage que le général de Lamothe [XXV, 35; 247] a signalées, sur le littoral algérien, à différentes altitudes. Ce géologue a été conduit, en partant d'observations faites près de l'embouchure de l'Isser, à affirmer l'existence de six plages successives, étagées aux altitudes respectives de 200, 145, 100, 55, 30 et 15 m. Pour plusieurs de ces lignes de rivage le général de Lamothe a constaté qu'elles se raccordent chacune à une terrasse fluviatile de la vallée de l'Isser, de sorte que, pour ce cours d'eau tout au moins, l'origine des terrasses ne peut être attribuée qu'à des changements successifs du niveau de base.

Depuis, d'anciennes plages ont été retrouvées, aux mêmes altitudes respectives, à Arzeu, dans la province d'Oran, aux environs d'Alger et jusque dans la Petite Kabylie, soit sur une longueur de côtes de près de 600 km.

Au lieu de se demander si les oscillations des lignes de rivage ne sont pas dues à des mouvements orogéniques parallèles à l'axe de l'Atlas, le général de Lamothe y voit exclusivement des mouvements eustatiques, malgré l'absence de concordance qui existe entre les plages supérieures d'Algérie et les plages correspondantes du littoral des Alpes-Maritimes. La concordance est plus satisfaisante pour les plages de 55, 30 et 15 m, et si l'on cherche à établir des comparaisons avec la Sicile et la Calabre, on est conduit à attribuer au Sicilien la plage de 100 m, malgré l'absence complète des espèces caractéristiques de cet étage. On ne voit pas bien à quelle période correspondrait la plage de 55 m d'Algérie; le général de Lamothe l'assimile, d'ailleurs sans aucune preuve, à la « moyenne terrasse » des fleuves de l'Europe centrale.

Restent les deux plages inférieures. Celle de 30 m, qui, par analogie avec la Sicile et les Alpes-Maritimes, devrait renfermer la faune des couches à *Strombus bubonius*, n'a fourni jusqu'ici, en Algérie, que des Mollusques peu caractéristiques. C'est, par contre, dans la plage de 15 m que se retrouve cette faune et elle est ici d'une richesse remarquable. Nous y reviendrons dans un instant. Ajoutons encore qu'aucun dépôt ne peut être attribué, sur les côtes d'Algérie, au niveau qui, sur les côtes françaises de la Méditerranée, correspond à des vestiges de plages situés entre 3 et 13 m. On voit combien fragiles sont, dès lors, les bases sur lesquelles le général de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Lamothe s'est appuyé pour appliquer aux rivages de la Méditerranée la théorie des mouvements eustatiques.

Les couches à *Strombus bubonius* sont particulièrement bien développées sur la côte est de la Tunisie, depuis Zarzis jusqu'au cap Bon [248, 249]. Ce sont, en général, des grès calcaires ou des calcaires tendres très fossilifères, qui n'atteignent qu'une faible épaisseur.

Dans les îles Kerkenna et Djerba, les couches à Strombes se trouvent presque au niveau de la mer. A Sfax, elles sont à 8 m. A Monastir, leur altitude varie de 6 m à 30 m, mais, d'après le général de Lamothe [249], elles formeraient deux nappes distinctes, étagées à des hauteurs différentes.

Entre la Tunisie et Mostaganem, les couches à Strombes ne sont représentées que par un conglomérat à *Pectunculus*. A Mostaganem, à Alger, à Oran et à Arzeu, elles sont, par contre, extrêmement fossilifères.

La faune se compose principalement d'espèces qui vivent encore actuellement dans la Méditerranée, mais il en est quelques-unes qui ont émigré dans l'Afrique orientale, comme *Strombus bubonius*, *Conus guinaicus*, *Cantharus variegatus*, *Natica ala papilionis*, *Tugonia anatina*, *Cardita rufescens*.

Les couches à *Strombus bubonius* d'Algérie ont fourni des restes d'un Éléphant, voisin d'*Elephas antiquus*, auquel Pomel a donné le nom d'*E. iolensis*.

Nous réservons pour un paragraphe ultérieur l'étude des formations continentales du Nord de l'Afrique.

Péninsule Ibérique. — Ni le Calabrien ni le Sicilien n'ont encore été rencontrés sur les côtes méditerranéennes de l'Espagne. En revanche, on a signalé, à San Juan de Vilasar, près Barcelone, des couches à *Strombus bubonius* et *Conus testudinarius*.

Les formations continentales de la Péninsule ne sont guère mieux connues, ainsi qu'il résulte d'une liste, publiée par Éd. Harlé [250], des Mammifères et des Oiseaux quaternaires qui y ont été trouvés jusqu'à ce jour.

La faune chaude, considérée dans l'Europe centrale comme interglaciaire, paraît s'être étendue depuis Barcelone, où la grotte de Gracia a fourni *Rhinoceros Mercki*, *Cervus elaphus* et *Prolagus corsicanus*, jusqu'à Gibraltar, où l'on cite [254] *Elephas antiquus*, *Rhinoceros Mercki*, *Prolagus calpensis*, *Hyæna spelæa*, *Cervus elaphus*, et jusqu'à Peniche, sur la côte du Portugal, où la grotte de Furninha [251] renferme des restes d'*Ursus arctos*, *Canis vulpes*, *Hyæna striata* (v. p. 1827), *Felis pardus*, *lynx*, *Erinaceus europæus*, *Rhinoceros Mercki*, *Cervus elaphus*. En outre, *Hippopotamus major* a été recueilli dans les tufs de Condeixa, au sud de Coïmbre, et à Terrassa, dans la province de Barcelone. Un gisement particulièrement intéressant est celui de Torralba, dans la province de Soria, où le marquis de Cerralbo a découvert un véritable ossuaire d'*Elephas meridionalis* et *antiquus*, associés à des os de Cheval, de *Cervus elaphus* et d'un grand Bovidé, *avec silex chelléens*.

La faune froide est restée cantonnée dans le Nord de la Péninsule. *Elephas primigenius* n'a encore été signalé que dans le val de Vianya, près d'Olot, dans la province de Geron, et à Udias, dans la province de Santander. *Rhinoceros tichorhinus* a été trouvé exclusivement à Unquera, également dans la province de Santander [250].

L'indication du Lemming au Portugal repose manifestement sur une erreur de provenance.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le Renne existe dans de nombreuses grottes du bord méridional des Pyrénées, avec l'industrie caractéristique du Magdalénien. C'est aussi sur le versant espagnol de la chaîne qu'est située la grotte d'Altamira [251 *bis*], célèbre par ses admirables peintures pariétales.

Baléares. — Des plages à *Strombus bubonius* et *Conus testudinarius* ont été décrites par plusieurs auteurs à Majorque.

Cap de Creus. — Si l'on n'a pas signalé jusqu'ici de dépôts marins du Quaternaire ancien sur les côtes d'Espagne, il y a lieu, en revanche, de mentionner un très beau gisement sous-marin, découvert par G. Pruvot et A. Robert [252] au large du cap de Creus, qui appartient incontestablement au Sicilien. Il s'étend entre le pied de la masse rocheuse du cap et les dépôts de vase profonde, qui remontent ici jusqu'à l'isobathe de 200 m. Il est constitué par un fond couvert de petits galets de quartz, où abondent des coquilles de Lamellibranches bien conservées. Parmi ces coquilles mortes se trouvent des espèces qui vivent encore aujourd'hui dans la Méditerranée, telles que *Pecten opercularis*, *inflexus*, *Nucula sulcata*, *nucleus*, *Cytherea mediterranea*, *Venus ovata*, *Saxicava rugosa*, *Corbula gibba*, *Cardium oblongum*. Elles sont associées à d'autres espèces, entièrement absentes dans la Méditerranée actuelle, ou tout au moins très rares : *Pecten septemradiatus*, *islandicus*, *Mytilus galloprovincialis* var. *herculæa*, *Modiola modiolus*, *Astarte sulcata*, *Cyprina islandica*, *Isocardia cor*, *Lutraria elliptica*, *oblonga*, *Panopæa norvegica*, *Mya truncata*. Plusieurs de ces formes sont arctiques et se retrouvent dans le Sicilien des environs de Palerme. Nul doute que l'on soit en présence d'un dépôt sicilien descendu, par suite d'un affaissement, au-dessous de son niveau primitif. Plus à l'est, Pruvot a recueilli en outre *Neptunea contraria*, *Fusus* sénestre du Quaternaire ancien du Nord, et l'on peut rapprocher de cette découverte celle de *Terebratella septata* du Sicilien de Palerme, et d'autres coquilles mortes au pied de la falaise Peyssonel à l'extrémité orientale du golfe, par 550 à 700 m de profondeur, c'est-à-dire, comme le gisement du cap de Creus, dans l'axe de la partie ennoyée des Pyrénées.

Corse et Sardaigne. — Il existe en divers points de la Corse, notamment aux environs de Bastia et sur la route de Bonifacio à Porto-Vecchio, des remplissages sidérolithiques de fentes creusées dans divers terrains, qui renferment une faune très homogène [253].

L'espèce la plus caractéristique est *Prolagus corsicanus*, Rongeur qui a été retrouvé, près de Barcelone, dans des couches à *Rhinoceros Mercki*. Elle est accompagnée de restes de Batraciens, de Reptiles, d'Oiseaux, de Rongeurs (*Myoxus glis*, *Mus sylvaticus*, *Rhagamys orthodon*, *Arvicola Henseli*), de Renard, de Mouflon (*Ovis musimon*) et de débris humains. Un Cerf, *Cervus Cazioti*, voisin d'une espèce du Forest Bed de Cromer, a été trouvé à Nonza et confère à la faune un caractère archaïque. Par contre, *Lagomys corsicanus* vivait encore en Corse à l'époque Néolithique.

Une espèce voisine, *Lagomys sardus*, a été trouvée dans les brèches osseuses des environs de Cagliari, en Sardaigne, associée à la plupart des espèces du Quaternaire de Corse et à un Canidé appartenant au genre *Cyon*, qui n'existe plus actuellement en Europe. On peut conclure de ces faits, non seulement que la Corse et la Sardaigne étaient réunies entre elles au début du Quaternaire, mais encore que la terre formée par leur réunion communiquait avec la France méridionale, en particulier avec le massif des Maures [253].

Cette presqu'île était sans doute séparée de l'Italie par un bras de mer, car l'île de Pianosa est constituée par des *couches à Strombus bubonius* et par

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

des dépôts appartenant au Néogène supérieur. L'île d'Elbe communiquait par contre avec les massifs cristallins des côtes de Toscane, comme le montre la présence, dans ses grottes, d'une faune comprenant *Lepus meridionalis*, *timidus*, *Ursus spelæus*, *mediterraneus*, *Felis spelæa*, *lynx*, *Equus caballus*, *Rhinoceros Mercki*, *Sus scrofa*, *Hippopotamus amphibius*, *Cervus capreolus*, *elaphus* [255].

Outre les remplissages des fentes, on rencontre en Corse d'autres dépôts quaternaires, dépourvus de fossiles, il est vrai, mais qui témoignent d'une certaine périodicité dans les phénomènes qui se sont succédé dans l'île. Ce sont des formations glaciaires, des terrasses fluvio-glaciaires et des plages marines. Lucerna leur a récemment consacré une intéressante étude [256].

La situation des moraines, leur degré d'altération et l'emboîtement des vallées en auges, ont permis à cet auteur d'affirmer l'existence de plusieurs périodes glaciaires successives, qu'il assimile au Rissien, au Würmien et aux stades de Bühl, de Gschnitz et de Daun. Vers l'aval, les moraines de ces diverses phases de glaciation se raccordent avec des terrasses et l'on constate, ici aussi, l'existence de deux Deckenschotter antérieurs au Rissien. Enfin, quelques-unes de ces 6 ou 7 terrasses ont pu être suivies jusqu'à l'embouchure des cours d'eau, et ici Lucerna a constaté qu'elles passaient à des plages étagées à des altitudes décroissantes, qui font le tour de l'île. Si ces observations sont exactes, il y a là évidemment un argument que l'on ne manquera pas d'invoquer en faveur de la théorie des mouvements eustatiques.

Europe orientale. — Pour terminer l'étude du Quaternaire en Europe, il nous reste à donner un aperçu sommaire des dépôts de cette période géologique dans l'Europe orientale, c'est-à-dire en Russie, dans les Karpates et dans la péninsule Balkanique.

Russie centrale. — On a vu précédemment que le grand glacier scandinave s'était avancé, lors du maximum de glaciation, jusque dans la Russie centrale et même jusque dans les régions appartenant aux bassins de la mer Noire et de la mer Caspienne. Les limites d'extension de la calotte glaciaire ont été données fig. 458. Quoique l'étude des formations quaternaires de la Russie centrale n'ait pas fait l'objet de travaux d'ensemble répondant aux exigences de la Stratigraphie, nous allons essayer de préciser l'âge de quelques-unes de ces formations par rapport aux dépôts glaciaires de cette phase d'extension maximum.

On ne connaît, dans la Russie centrale, aucun dépôt fossilifère que l'on puisse avec certitude envisager comme *préglaciaire* et qui soit comparable aux sables préglaciaires de Petersdorf, près Gleiwitz, dans la Haute-Silésie, qui renferment [257] *Elephas trongotherii*, *primigenius* et peut-être *meridionalis*. Par contre, *Elephas trogontherii* a été rencontré par Tolmatchew dans les cailloutis glaciaires du district de Nijni-Novgorod. La même espèce a été décrite par Marie Pavlow [259] des sables interglaciaires de Iaroslavl et des dépôts lacustres de même âge de Troïtskoé, près Tatarovo, aux environs de Moscou, tandis qu'à Moscou même on a signalé une forme très voisine d'*Elephas antiquus*.

La plupart des restes d'*Elephas primigenius* qui ont été trouvés en Russie datent probablement de la dernière période glaciaire, mais ils ont été trouvés en dehors des limites de la glaciation. L'un des gisements les plus intéressants est celui de Kief, où une station paléolithique avec nombreux

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

silex taillés a été mise à jour sur 10 000 mq de surface et à 16 m de profondeur. *Elephas primigenius* y est accompagné de *Rhinoceros tichorhinus*, *Felis leo* et *Gulo* sp. [258].

Roumanie et Russie méridionale. — Les plaines traversées par le Séreth et le Prouth, qui s'étendent, en Moldavie, au pied des Karpates orientales, la plaine du Danube, en aval des Portes de Fer, et les plaines de la Russie méridionale constituent une région naturelle, à laquelle le grand développement présenté par le lœss confère une certaine unité. La chronologie des terrains quaternaires n'y est pas encore établie d'une manière satisfaisante.

La partie supérieure des couches à Paludines de Roumanie doit être attribuée au VILLAFRANCHIEN, car elle est caractérisée par l'association de *Mastodon arvernensis* et d'*Elephas meridionalis* [XL, 142], auxquels viennent s'ajouter, à Giurgiu, *Equus Stenonis*, *Rhinoceros etruscus* et *leptorhinus*. Cette faune n'est pas connue dans la Russie méridionale. *Elephas meridionalis* a seul été cité, par Marie Pavlow [259], dans les sables ferrugineux du liman de Kouïalnik, près d'Odessa.

Il convient d'attribuer à un niveau plus récent, probablement au CHELLÉEN, les graviers de Tiraspol, dans le gouvernement de Kherson, d'où Marie Pavlow [258, 259] a décrit *Rhinoceros* sp., *Bos primigenius*, *Bison priscus*, *Cervus elaphus*, *Megaceros hibernicus*, *Alces latifrons*, *Elephas Wüsti*, *armenicus*, *antiquus*. Ces mêmes sables renferment *Paludina diluviana*, *vivipara*, *Unio batavus*, *Corbicula fluminalis*, *Sphærium solidum*.

Les graviers fluviatiles antérieurs au lœss paraissent appartenir à deux niveaux distincts, un niveau inférieur, à *Elephas antiquus* et *Rhinoceros Mercki*, et un niveau supérieur, qui a fourni, aux environs de Bucarest [XL, 141], *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Bos primigenius*, *Bison priscus*. Les mêmes espèces se rencontrent à Jassy, ainsi qu'en Bessarabie.

Le lœss s'étend comme un manteau transgressif par-dessus ces alluvions et par-dessus les collines constituées par des terrains antéquaternaires. Comme dans l'Europe occidentale, il débute par des sables, tandis que la partie supérieure, ici extrêmement puissante, est exclusivement éolienne. On y a signalé *Helix hispida*, *Pupa muscorum*, etc. Jusqu'ici on n'a pu distinguer, dans la région qui nous occupe, deux lœss d'âge différent et les relations avec les terrasses fluviatiles sont encore mal connues.

La terre noire ou *tchernozom*, qui, dans la Russie méridionale, recouvre le lœss, a une toute autre origine. C'est une formation sableuse, très riche en matière organique, résultant de la décomposition des végétaux de la steppe.

Bassin Aralo-Caspien. — Tandis que, pendant une grande partie de la période Néogène, la mer Caspienne était en communication avec la mer Noire par un ou plusieurs détroits (fig. 444, 452), au Quaternaire ces communications se trouvent très réduites et la Caspienne devient temporairement une mer fermée, mais elle communique largement avec le lac d'Aral et les dépôts, qualifiés d'*aralo-caspiens*, que l'on observe sur le pourtour des deux dépressions, attestent l'ancienne extension de la mer. Hj. Sjögren [259] évalue à 1 100 000 kmq la superficie de cette mer Aralo-Caspienne, lors de son maximum d'extension. Tandis que le niveau de la Caspienne se trouve aujourd'hui à 26 m au-dessous du niveau général des mers, on observe à Bakou d'anciennes plages entre 50 et 75 m, à Surachany à 90 m, près d'Apchéron à 115 m au-dessus du niveau actuel. Hj. Sjögren envisage l'isohypse de 100 m comme l'altitude moyenne atteinte par

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

la mer Quaternaire. Il attribue ce niveau élevé des eaux de la Caspienne au fait que, lors de son maximum d'extension, le glacier scandinave franchissait le seuil qui aujourd'hui sépare la Volga de l'Oural, de sorte que ses eaux de fonte se déversaient dans la mer Aralo-Caspienne en telle quantité que l'évaporation était incapable de maintenir les eaux à leur niveau primitif. Après le retrait des glaces, la hauteur des eaux aurait baissé graduellement jusqu'à leur niveau actuel.

D'après Andrussow [260], les choses ne se seraient pas passées d'une manière aussi simple. Il est vrai que l'on observe des lignes de rivage de l'ancienne mer Aralo-Caspienne à des altitudes considérables, mais aucune des anciennes plages ne conserve son horizontalité primitive sur tout le pourtour. On constate des déformations, affectant surtout les plus anciennes de ces plages, et même les plus récentes occupent des altitudes bien différentes sur les bords de la Caspienne (— 9 m) et sur les bords du lac d'Aral (+ 54 m) [261].

La chronologie des dépôts quaternaires aralo-caspiens est encore mal connue et il n'est pas possible de caractériser par leurs faunes chacune des plages successives. Les plus anciennes renferment en général *Dreissensia rostriformis*, *polymorpha*, *Cardium catillus*, *Hydrobia stagnalis*, *Neritina lithurata*. C'est là évidemment une faune qui descend directement des faunes pontiques du Néogène. La plage la plus récente renferme, par contre, *Cardium edule* et *trigonoides*, espèces d'origine méditerranéenne, arrivées par la mer Noire, soit que des Oiseaux aquatiques aient transporté leurs embryons, soit que des mouvements du sol aient permis une communication de courte durée entre la mer Noire et la Caspienne [261].

Mer Noire et mer de Marmara. — Après avoir déposé les couches du cap Tchaouda, que nous avons attribuées au Néogène supérieur, la mer Noire continue d'être habitée par une faune saumâtre, dont les éléments sont en grande partie d'origine aralo-caspienne. Les espèces les plus caractéristiques que l'on rencontre dans les dépôts quaternaires inférieurs du littoral nord sont *Dreissensia polymorpha*, *rostriformis*, *Didacna crassa*, *Vivipara atra*. La mer de Marmara était une dépendance de la mer Noire, avec laquelle elle communiquait déjà par la vallée submergée du Bosphore. On a recueilli, en effet, au fond de la mer de Marmara et du Bosphore, *Dreissensia rostriformis*, espèce caspienne, qui ne vit plus actuellement dans le bassin de la mer Noire.

Les Dardanelles constituaient encore une vallée fluviatile, creusée dans les couches sarmatiennes (pl. CXXIX, 3), qui n'a été envahie par les eaux qu'après l'affaissement de l'Égéide et l'ingression des eaux de la Méditerranée. Un affaissement s'étant produit dans la région de l'Hellespont, la mer put pénétrer par les Dardanelles, d'abord dans la Propontide, puis, plus tard, dans la mer Noire.

L'envahissement des couches superficielles de la mer Noire par des eaux salées a eu pour résultat, comme il a été dit plus haut (p. 121), la destruction des organismes d'eau douce qui peuplaient cette mer au début du Quaternaire et la suppression de la vie animale, dans les parties profondes, par suite de la production intense d'acide sulfhydrique dont ces régions sont encore aujourd'hui le siège. La preuve de cette destruction brusque de la faune aralo-caspienne, sur le fond de la mer Noire, est donnée par le fait que l'on a dragué, à diverses profondeurs, des coquilles mortes de *Dreissensia polymorpha*, *rostriformis*, *crassa*, *Monodacna pontica*,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Micromelania caspia, c'est-à-dire précisément des espèces caractéristiques de cette faune [IX, 7].

L'introduction de la faune méditerranéenne se manifeste par la présence, dans le gouvernement de Kherson, au-dessus de couches à faune exclusivement aralo-caspienne, de couches renfermant *Ostrea adriatica*, *Mytilus latus*, *Cardium edule*, *Venus gallina*, *Nassa reticulata*. Les espèces aralo-caspiennes ont toutefois continué à vivre dans l'embouchure des cours d'eau et dans les lagunes du littoral, où elles se trouvent souvent mélangées aux espèces méditerranéennes.

Dans la mer Noire actuelle, les fonds sont peuplés, jusqu'à 200 m de profondeur, par une faune d'origine méditerranéenne (*Modiola phaseolina*, *Cardium fasciatum*, *Mactra triangula*, *Scrobicularia alba*, *Cerithium pusillum*, *Trophon breviatum*), entièrement exempte de Zoanthaires, d'Échinides, de Ptéropodes, de Céphalopodes. Plusieurs Mollusques très communs dans la mer Noire sont d'ailleurs beaucoup plus abondants dans la mer du Nord que dans la Méditerranée. Leur introduction date donc sans doute d'une époque où les immigrés du Nord vivaient encore dans la Méditerranée, c'est-à-dire du Quaternaire ancien. Dans les limans et dans la mer d'Azoff, la faune est principalement constituée par des descendants de la faune aralo-caspienne : *Dreissensia bugensis*, *Cardium ponticum*, *coloratum*, *Neritina lithurata*, *Clessinia variabilis*, pour ne citer que les Mollusques [IX, 7].

N. Andrussow [261] s'élève avec raison contre l'attribution à des mouvements eustatiques des déplacements des lignes de rivage dont la mer Noire a été le théâtre. Il a pu montrer que les dépôts à faune aralo-caspienne se trouvent à des altitudes très variables, tantôt au-dessus du niveau actuel, tantôt, comme à Nikolaïeff, à 20 m au-dessous. Sokolow [262] a voulu expliquer la formation des limans par un mouvement positif du niveau de la mer, mais il semble, d'après Andrussow, que l'immersion de ces anciennes vallées soit due à des affaissements locaux, qui se sont produits à des dates très variables pour chaque point.

Égéide et ceinture Dinarique. — On a vu précédemment que, sauf un golfe étroit qui pénétrait jusque dans l'Attique, l'Égéide tout entière était restée exondée depuis le début du Pontien, la mer se trouvant confinée, à l'époque du Néogène supérieur, dans certains points de la périphérie, dans la ceinture Dinarique, qui entourait les massifs anciens. A partir du QUATERNAIRE INFÉRIEUR, la mer commence à envahir l'intérieur de l'Égéide. C'est l'événement qui est connu sous le nom d' « effondrement de la mer Égée », terme impropre, car il s'agit en réalité, non d'un effondrement, mais d'un ennoyage, d'un affaissement lent de la partie centrale de l'Archipel, qui a permis la pénétration de la mer dans des régions de plus en plus septentrionales. Les failles le long desquelles se serait produit l'effondrement n'existent que dans l'imagination de ceux qui les ont figurées.

Les dépôts marins du Quaternaire ancien (Pliocène supérieur des auteurs) dont l'âge et les relations stratigraphiques sont le mieux établis se trouvent dans l'île de Rhodes [XL, 182]. Ici les couches levantines supportent, tantôt en concordance, tantôt en discordance, une série très puissante de sables et d'argiles, surmontée elle-même par des calcaires nettement transgressifs, qui, primitivement, devaient recouvrir presque toute l'île. On en rencontre des lambeaux jusqu'à 300 m d'altitude. Les espèces provenant des deux subdivisions n'ont pas été séparées. Prise dans son ensemble, la faune comprend surtout des Foraminifères (208 esp.), des Zoanthaires, des Échinides, des Bryozoaires (70 esp.), des Brachiopodes,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

des Ostracodes et des Mollusques (314 esp.). Ces derniers appartiennent, d'après P. Fischer [263], principalement à des espèces représentées également dans le Sicilien des environs de Palerme et, dans le nombre, se trouvent notamment des immigrés du Nord, tels que *Pectunculus glycimeris*, *Astarte sulcata*, *Cyprina islandica*, *Dosinia linita*, *Pecten septemradiatus*, *Dentalium entalis*. Il semble donc bien que l'on soit en présence de couches appartenant au Sicilien.

Dans l'île de Cos [XL, 169, 171], le Sicilien repose également, tantôt en concordance, tantôt en discordance sur le Levantin. Il comprend lui-même deux termes, discordants entre eux, mais qui renferment tous deux la même faune. Il s'élève jusqu'à l'altitude de 180 m. Les Mollusques sont en grande partie les mêmes qu'à Rhodes et l'on constate, ici aussi, la présence d'immigrés du Nord.

La mer sicilienne ne semble pas avoir laissé de dépôts au nord de l'île de Cos, mais il est probable qu'elle s'étendait sur une partie des Cyclades. Délos, où L. Cayeux [264] a trouvé des restes d'*Elephas antiquus*, était sans doute encore émergée au Quaternaire moyen. Sur les côtes de la Grèce continentale, Ph. Negris [265] a signalé en outre de nombreuses lignes de rivage, marquées par des trous de Lithodomes, qui s'étagent jusqu'à des altitudes supérieures à 300 m. Une partie d'entre elles tout au moins semble appartenir au Sicilien. Nous possédons donc des preuves de l'existence de soulèvements intenses qui ont affecté, après le Sicilien, l'ouest et l'est de l'Égéide, tandis que nous n'observons rien d'analogue dans le centre de l'Archipel. Ici, au contraire, la mer paraît avoir, au Quaternaire moyen, dépassé sensiblement vers le nord ses limites de l'époque précédente.

En effet, Th. Fuchs [XL, 170] a observé, dans l'isthme de Corinthe, et à Kalamaki, au-dessus des couches à Congéries pontiennes, des alternances de sables, de conglomérats et de calcaires à Cladocères, qui renferment une riche faune marine, attribuée à tort au Sicilien, alors qu'elle renferme *Conus mediterraneus*, *Strombus bubonius* et d'autres espèces des couches à Strombes de la Méditerranée occidentale. Les travaux du canal ont permis de reconnaître en outre, dans l'isthme, des couches plus récentes, qui, d'après Jousseaume [266], ne renferment que des espèces vivant actuellement dans la Méditerranée.

Des couches datant probablement de la même époque ou un peu plus récentes ont été signalées [XL, 171] à Tenedos, à Samothrace et jusqu'aux Dardanelles. Leur présence indique l'avancée graduelle de la mer vers le bassin de la mer Noire, qui est finalement envahi par les eaux de la Méditerranée, comme il a été dit plus haut.

Chypre. — Albert Gaudry [XL, 186] a fait connaître, dans l'île de Chypre, des dépôts quaternaires marins, comprenant des calcaires grossiers jaunâtres, des sables à Foraminifères et des conglomérats, qui forment, sur tout le pourtour de l'île, un cordon presque continu, situé au niveau de la mer ou relevé à une certaine hauteur, horizontal ou légèrement incliné vers l'intérieur. La faune comprend, outre les espèces de la Méditerranée actuelle, qui sont en grande majorité, quelques espèces éteintes, dont les déterminations auraient besoin d'être revisées. Il est possible que l'on soit en présence d'un équivalent des couches à *Strombus bubonius*.

Formations glaciaires en dehors de l'Europe. — Après avoir étudié le Quaternaire d'Europe, il y aura intérêt maintenant, pour plus de clarté, à

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

passer en revue le Quaternaire des autres parties du monde, non plus en suivant un ordre strictement géographique, mais en traitant à part : 1° les dépôts quaternaires des régions qui ont été le théâtre d'une glaciation de quelque importance; 2° les formations continentales des régions où le phénomène glaciaire ne s'est pas fait sentir; 3° les formations marines,

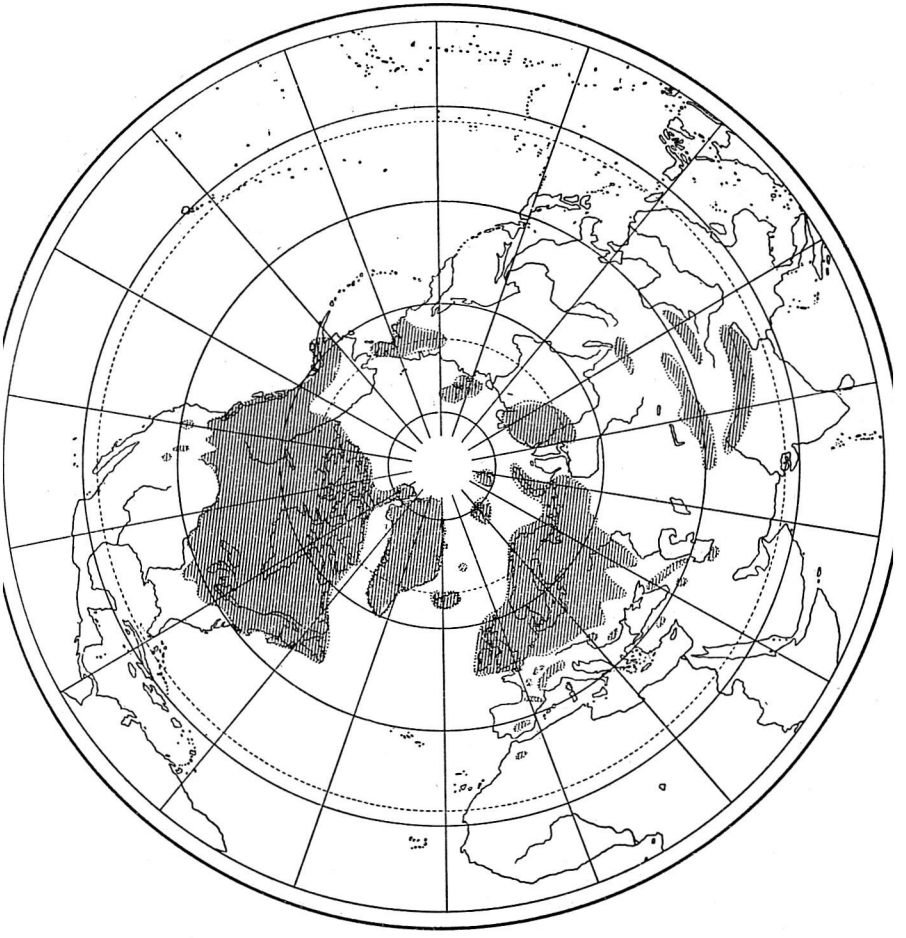


Fig. 483. — Répartitions des glaciers dans l'hémisphère nord, lors du maximum de glaciation (en partie d'après BERGHAUS).

dans les régions littorales des grands océans. Nous commencerons par les formations glaciaires.

Amérique du Nord. — Le continent Nordaméricain est la région du Globe qui, à l'époque Quaternaire, portait les calottes glaciaires les plus étendues. Lors du maximum d'extension des glaciers (fig. 483), la moitié septentrionale du continent était presque entièrement couverte de glace. Dans l'Ouest, les glaciers ne dépassaient que peu, vers le sud, la frontière du Canada et des États-Unis. Dans le Centre, de grands lobes de glace s'étendaient vers le sud, bien au delà de la région des Lacs, et leurs limites méri-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

dionales coïncidaient à peu près avec le cours actuel du Missouri et de l'Ohio. Dans l'Est, toute la région située entre le Saint-Laurent et l'Océan était occupée par les glaces. Toute cette couverture glaciaire ne constituait d'ailleurs pas une calotte unique. Les géologues américains distinguent aujourd'hui plusieurs calottes ou nappes, plusieurs centres de glaciation indépendants, d'où la glace s'écoulait vers la périphérie; ce sont :

1° la *nappe des Cordillères* de l'Ouest, couvrant cette chaîne depuis l'Alaska jusque dans le Washington;

2° la *nappe de Keewatin*, dont le centre d'irradiation se trouvait à l'ouest de la baie d'Hudson et d'où un lobe immense s'écoulait vers le sud jusque dans le Kansas et le Missouri;

3° la *nappe du Labrador*, dont le centre était situé dans la presqu'île de ce nom et dont les lobes méridionaux s'étendaient, au sud de la région des Lacs, dans l'Illinois, l'Indiana et l'Ohio;

4° les petites *nappes du Nouveau-Brunswick, de la Nouvelle-Écosse* et *de Terre-Neuve*, constituant chacune un centre de glaciation indépendant;

5° la *nappe de la Terre de Baffin*, encore fort mal connue;

6° la *nappe du Grœnland*, plus étendue que la calotte glaciaire actuelle de ce pays.

Les grandes nappes du Canada s'écoulaient aussi bien vers le nord que vers le sud, mais il est à remarquer que toutes les plaines de l'Alaska et la plus grande partie de l'Amérique arctique étaient libres de glace. Vers le sud, un espace libre existait également entre le grand lobe du Kansas et le lobe de l'Illinois, c'est la *driftless area* du Wisconsin.

Au sud de la grande surface recouverte par les glaces, il existe encore quelques glaciers isolés dans les Cascade Ranges, dans la Sierra Nevada et dans les Rocheuses.

Dans l'ensemble et sur une échelle beaucoup plus vaste, la glaciation du continent Nordaméricain présente donc, en ce qui concerne la distribution des centres, un remarquable parallélisme avec celle du continent Européen.

Le même parallélisme entre les deux continents se retrouve dans la succession des périodes glaciaires. En Amérique comme en Europe, on est en présence de plusieurs glaciations successives, sur le nombre desquelles les géologues américains ne sont pas davantage d'accord que les géologues européens, puisqu'il varie de quatre à six. Nous suivrons ici la classification de Leverett [267], qui est la plus récente, et nous la compléterons par des données empruntées à Chamberlin et Salisbury [0,9]. La nomenclature n'est d'ailleurs pas tout à fait la même, suivant que l'on a affaire aux dépôts de la nappe de Keewatin ou à ceux de la nappe du Labrador. Comme en Europe, elle est basée sur les alternances de périodes glaciaires et interglaciaires, mais ici les périodes interglaciaires ont reçu, elles aussi, des noms d'étages, quoique bien souvent leurs dépôts soient mal caractérisés, surtout au point de vue paléontologique. Ce sont généralement des lœss, des couches tourbeuses, des sables, mais souvent le seul argument que l'on possède en faveur de l'existence d'une période interglaciaire c'est l'altération que présente la partie supérieure d'un drift à son contact avec une nappe de dépôts morainiques qui lui est superposée.

Les dépôts de la *1re période glaciaire* ont reçu, dans les régions dépendant du glacier keewatinien, le nom de NEBRASKIEN, dans celles qui dépendent du glacier labradorien, celui de JERSEYEN. Dans les deux cas, on est en présence de vieille moraine de fond ou de graviers très altérés, qui n'apparaissent que dans des vallées d'érosion, car nulle part ce glaciaire ancien ne s'est étendu au delà des limites atteintes par les glaciations ultérieures.

La *1re période interglaciaire* ou AFTONIEN est la mieux définie au point de vue paléon-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

tologique. Elle est représentée, surtout dans l'Iowa, par des sables, des graviers fluviatiles et des dépôts tourbeux. On y a rencontré des restes de végétation forestière (*Larix*) et des ossements de Mammifères, appartenant à des espèces que nous retrouverons dans le Quaternaire inférieur des états du Sud, telles que *Equus complicatus, occidentalis, Mastodon americanus, mirificus, Elephas imperator, Columbi*, ainsi que *Cervalces americanus, Megalonyx, Mylodon*, etc.

La 2e *période glaciaire* est représentée, dans la région de la nappe keewatinienne, par le KANSANIEN, qui s'étend plus loin vers le sud que les dépôts de toutes les autres glaciations, mais qui a été en partie détruit par l'érosion fluviatile, ainsi que par les glaciations suivantes. Il est surtout représenté par de la boue glaciaire ou par de l'argile à blocaux, dont la partie supérieure est complètement décalcifiée sur plusieurs mètres d'épaisseur. Aucune trace de moraines terminales n'est conservée. Dans la région de la nappe labradorienne l'équivalent de cette formation est encore mal connu.

La 2e *période interglaciaire* ou YARMOUTHIEN est basée sur la présence, entre le Kansanien et l'Illinoisien, de dépôts de tourbe et de sables ou de lœss. Les tourbières de cette époque renferment une flore qui n'indique pas une température très élevée, ainsi que des ossements de *Lepus sylvaticus* et de *Mephitis putorius*. Le lœss est riche en coquilles terrestres (*Helicina occulta, Succinea luteola, Pyramidula perspectiva, Pupa armifera*, etc.).

La 3e *période glaciaire* a laissé, dans la région de la nappe labradorienne, des dépôts morainiques auxquels a été donné le nom d'ILLINOISIEN. La moraine de fond est très argileuse, elle est moins altérée à la surface que la moraine kansanienne. Les moraines terminales sont peu développées et leurs formes topographiques sont très atténuées. Dans la région de la nappe keewatinienne, il existe des dépôts morainiques dont on a fait l'IOWIEN. Chamberlin et Salisbury les attribuent à une période glaciaire indépendante, plus récente que l'Illinoisien, mais Leverett a été conduit à envisager ces deux formations comme synchroniques, malgré les profondes différences dans leur composition.

A la 3e *période interglaciaire* ou SANGAMONIEN appartiennent, dans le Centre des États-Unis, les plus importantes formations de lœss du continent Nordaméricain. Leur antériorité aux dépôts de la 4e période glaciaire résulte de l'observation directe de la superposition des deux formations. Les Mollusques terrestres les plus caractéristiques de ce lœss sont les suivants : *Zonitoides minusculus, Euconulus fulvus, Strobilops labyrinthica, Polygyra clausa, Succinea obliqua, avara, Pupa pentodon, corticaria, muscorum, armifera*. Dans la région de la nappe labradorienne, le lœss est séparé de l'Illinoisien sous-jacent par des formations tourbeuses.

La 4e *période glaciaire* ou WISCONSIEN se distingue des précédentes par la remarquable fraîcheur de ses moraines terminales. Exactement comme dans les régions baltiques et dans les Alpes, il existe, dans l'Amérique du Nord, une série de remparts morainiques plus ou moins concentriques, dessinant de grands lobes de plus en plus accusés au fur et à mesure du retrait. Comme sur le pourtour des Alpes, l'emplacement des dépressions centrales est marqué par de grands lacs, dont il paraît difficile de ne pas expliquer l'origine par un surcreusement glaciaire. Entre ces lacs et les moraines de retrait se trouvent des surfaces couvertes de drumlins et d'åsar ou kames. Les plus externes des moraines terminales sont couvertes d'un manteau fort peu épais de lœss très fin, tandis que les plus internes en sont dépourvues. On a, pour cette raison, voulu attribuer ces deux catégories de moraines à deux glaciations successives, mais en réalité on est là en présence de simples stades, analogues à ceux que l'on distingue dans les régions baltiques et dans les Alpes.

C'est probablement seulement lors de cette dernière période glaciaire que le Nord de l'Amérique fut envahi par la faune holarctique, qui, en Europe, a certainement apparu dès le début du Quaternaire moyen. Elle semble avoir vécu sur le bord méridional des calottes glaciaires et avoir pris possession des surfaces que la glace abandonnait pendant les phases de retrait. Il est possible qu'elle ait apparu plus tôt et qu'elle ait vécu plus longtemps dans l'Alaska que dans le Centre des États-Unis. Ses principaux éléments sont les suivants [XXXIX, 342 *bis*] : *Castor fiber, Ursus americanus, Cervus canadensis, Rangifer caribou* (race du Renne), *Alces americanus, Ovis montanus, Ovibos moschatus, yukonensis, Symbos Tyrelli, Bison crassicornis, occidentalis, Alleni, Mastodon americanus, Elephas primigenius*. Un certain nombre

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

de ces espèces vit encore actuellement dans les régions septentrionales de l'Amérique du Nord. On remarquera la survivance d'un Mastodonte et l'absence de *Rhinoceros tichorhinus*.

Les phases de retrait de la dernière glaciation furent marquées par l'existence temporaire d'un certain nombre de lacs glaciaires, due à ce que les eaux de fonte ne trouvaient pas d'écoulement suffisant en raison des contre-pentes qu'elles rencontraient. C'est ainsi qu'en avant des lobes glaciaires

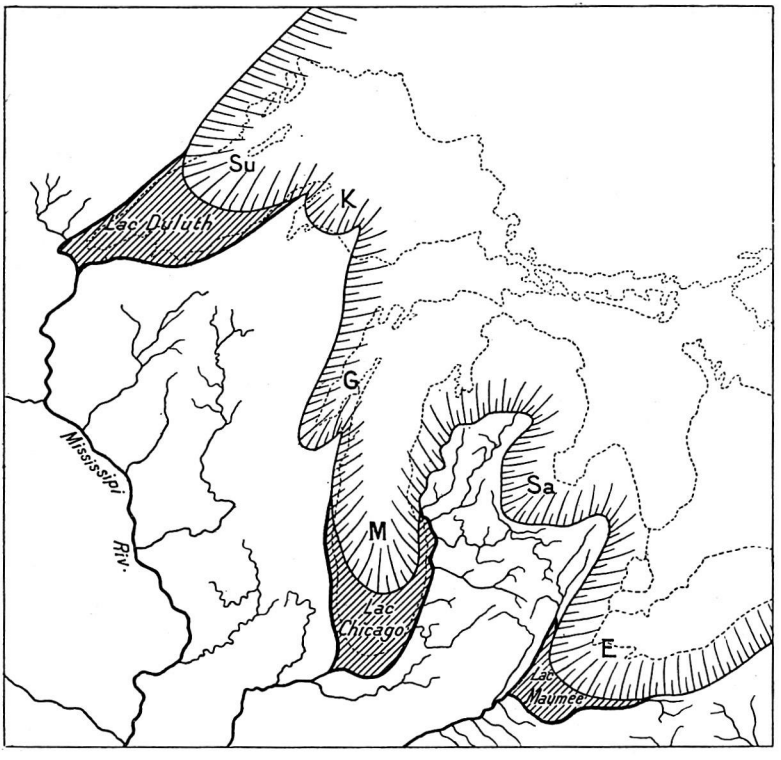


Fig. 484. — Début de la formation des lacs glaciaires sur le front de la nappe labradorienne (d'après TAYLOR et LEVERETT).

Su, lobe du lac Supérieur; K, lobe de Keweenaw; G, lobe de Green Bay; M, lobe de Michigan; Sa, lobe de Saginaw; E, lobe d'Érié.
Les pointillés indiquent les contours actuels des grands lacs.

du lac Supérieur, du lac Michigan, du lac Érié et du lac Ontario prirent naissance les lacs glaciaires de Duluth, de Chicago et de Maumee, de Warren, remarquables par leur forme en croissant (fig. 484). Lorsque le bord de la calotte glaciaire labradorienne se fut retiré au nord de la région des lacs, les lacs Nipigon, Supérieur, Michigan et Huron formaient un lac unique, le lac Algonquin, qui, au lieu de se déverser dans le lac Érié, s'écoulait directement dans le lac Ontario ou Iroquois, qui était tributaire, non du Saint-Laurent mais de l'Hudson (fig. 485).

A l'ouest de la calotte labradorienne se trouvait une dépression dans laquelle s'accumulaient les eaux de fonte et qui se transforma bientôt en un lac immense, décrit par Warren Upham [271] sous le nom de lac

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Agassiz, qui augmentait en superficie à mesure que le front du glacier se retirait vers le nord et vers l'est. Il s'écoulait tout d'abord vers le sud, par une vallée étroite qui débouchait dans le Minnesota, tributaire du Mississipi; puis, plus tard, vers le nord, dans la baie d'Hudson. Son niveau maximum est indiqué par une ancienne plage, située à une altitude moyenne de 350 m. D'autres plages, étagées à des altitudes décroissantes, montrent que le lac s'est vidé par saccades. Les dépôts de plage renferment des Mollusques d'eau douce (*Unio ellipsis*, *luteolus*, *Sphærium striatinum*, *sulcatum*, *Gyraulus parvus*). Les terrasses du lac n'ont pas conservé leur horizontalité primitive, des mouvements épirogéniques les ont relevées au nord et à l'est, de sorte qu'elles sont actuellement légèrement inclinées

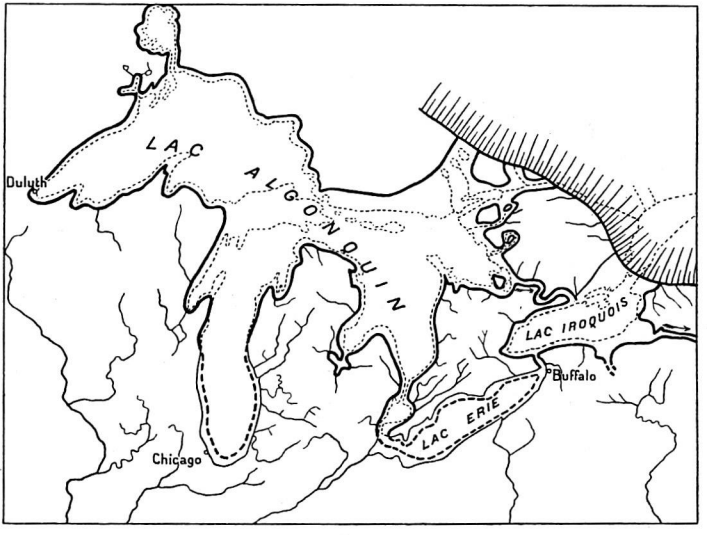


Fig. 485. — Les Grands Lacs au stade algonquin-iroquois (d'après TAYLOR).

Le bord de la nappe glaciaire en voie de retrait est figuré dans l'angle N.E.
Les traits pleins et interrompus représentent les contours des lacs glaciaires; les pointillés fins, ceux des lacs actuels.

vers le sud et vers l'ouest. Aujourd'hui l'ancien emplacement du lac Agassiz n'est plus occupé que par des lacs beaucoup moins étendus, les lacs Winnipeg, Cedar, Winnipegosis, Manitoba, des Bois, de la Pluie, Rouge, etc.

La formation de ces grands lacs sur le front ouest et sud de la calotte glaciaire en voie de retrait ne peut guère s'expliquer que par un affaissement lent de la partie du bouclier Canadien occupée par la nappe labradorienne. Cette hypothèse est confirmée par les faits que l'on observe sur le bord est. Ici, la mer a envahi le pays à mesure que la glace se retirait, exactement comme dans le Sud de la Scandinavie. Elle a déposé des argiles zonées, en tous points comparables à l'argile à *Yoldia*, connues sous le nom d'*argiles de Champlain* ou CHAMPLAINIEN, en raison de leur développement aux abords du lac Champlain, dans l'état de Vermont. Leur faune comprend notamment *Yoldia* (*Portlandia*) *arctica*, *Leda pernula*, *Astarte Laurentiana*, *Mya truncata*, *arenaria*, *Trophon clathratum*, *Buccinum grœnlandicum*. Elles sont recouvertes par des sables à *Saxicava*. Il résulte de la distribution géographique de ces dépôts que la mer avait envahi, sur une grande largeur, les

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

rives du Saint-Laurent et qu'elle occupait l'emplacement actuel du lac Ontario. Vers le sud, elle communiquait directement avec l'Atlantique par un détroit qui, par le lac Champlain et l'Hudson, gagnait New-York.

Actuellement les couches de Champlain sont portées à des altitudes variables, qui peuvent aller jusqu'à 200 m, à l'extrémité orientale du lac Ontario. Il y a donc eu ici, comme dans la région du lac Agassiz, des mouvements épirogéniques importants. G. De Geer [274] a pu esquisser, ici aussi, le tracé des isobases.

Les argiles de Champlain se retrouvent, à des altitudes élevées, sur les côtes du Labrador et jusqu'au Grœnland, où elles renferment, outre les Mollusques habituels, des ossements de Cétacés et de Pinnipèdes et des concrétions qui contiennent, comme celles des argiles à *Yoldia* de la Baltique, des squelettes de Poissons (*Mallotus villosus*, *Cyclopterus lumpus*).

Nous nous occuperons plus loin des formations continentales qui ont pris naissance, sur le continent nordaméricain, en dehors des régions occupées par les calottes glaciaires.

Il y a lieu cependant de parler ici de quelques formations lacustres de l'Ouest, à cause des rapprochements qu'elles permettent avec les dépôts du lac Agassiz.

Le grand Bassin de l'Ouest est, de nos jours, une vaste région sans écoulement, située entre la Sierra Nevada, à l'ouest, et les Rocheuses, à l'est. A l'époque Quaternaire, les parties concaves du bassin, aujourd'hui asséchées, à l'exception du grand lac Salé, se transformèrent en lacs très étendus, dont l'existence témoigne de phases à climat très humide. On distingue ainsi deux phases lacustres, qui paraissent correspondre à deux périodes glaciaires et qui sont encadrées dans des périodes arides, probablement interglaciaires. La hauteur occupée par les eaux est marquée par la présence d'anciennes plages, dont les plus élevées se trouvent à plus de 300 m au-dessus du fond des dépressions actuelles. On a pu reconstituer ainsi les contours de deux lacs principaux, le lac Bonneville [269], dans l'Utah, et le lac Lahontan [270], dans le Nevada. Lors de son maximum de hauteur, le lac Bonneville s'écoulait vers le nord, tandis que le lac Lahontan est toujours resté sans écoulement. Les terrasses de ces deux lacs ne sont pas restées horizontales, elles ont subi des déformations, dues à des mouvements épirogéniques, qui se traduisent par des dénivellations de 100 m.

Islande. — Lors du maximum d'extension du glacier scandinave, l'Islande semble avoir été entièrement couverte d'une calotte de glace. Les moraines datant de cette époque fournissent un bon point de repaire pour la classification des formations sédimentaires de l'île.

Le socle de l'Islande est constitué par une formation basaltique d'âge néogène dont l'épaisseur peut être évaluée à 3 000 m. Des lignites et des dépôts détritiques, avec empreintes végétales, y forment d'importantes intercalations. On ne rencontre de dépôts marins préglaciaires qu'à Tjörnes, sur la côte septentrionale, où ils atteignent environ 400 m d'épaisseur. On les a assimilés au Crag d'Angleterre et il est possible que leur partie inférieure appartienne au Néogène supérieur. Les lits coquilliers alternent avec des conglomérats, des grès et des tufs. Sur 117 espèces de Mollusques qui composent la faune, 33 seulement vivent encore sur les côtes de l'Islande, 57 sont arctiques [275]. Il convient également d'attribuer au Quaternaire ancien des coulées basaltiques, de 600 à 800 m d'épaisseur, qui supportent les formations glaciaires.

Après le maximum de glaciation, on observe des dépôts morainiques

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

d'une grande fraîcheur, qui correspondent à une phase de récurrence. Postérieurement au retrait des glaces, la mer envahit les régions littorales et y déposa des plages et des terrasses, soulevées ultérieurement jusqu'à des altitudes qui peuvent atteindre 125 m. La terrasse de 40 m est assez constante, elle renferme, à l'Ellidavogur, près Reykjavik, *Zirphæa crispata* [275].

De nombreux volcans datent du Quaternaire supérieur.

Spitzberg. — Au début et au milieu de l'époque Quaternaire, les glaciers du Spitzberg avaient une étendue beaucoup plus considérable que de nos jours et l'on admet généralement que ce maximum de glaciation correspond à une période où le plateau continental, aujourd'hui submergé, qui relie le Spitzberg à la Scandinavie, était exondé. Cette grande extension glaciaire fut suivie, comme en Scandinavie, d'un affaissement considérable, puis, à une époque plus récente, d'un soulèvement [XL, 226]. La ligne de rivage la plus élevée se trouve, d'après G. De Geer, à 130 m au-dessus du niveau de l'Ice Fjord, tandis que dans la Crossbay elle ne s'élèverait qu'à 110 m. Les terrasses qui s'étagent au-dessous de cette plage supérieure sont riches en Mollusques subfossiles. Outre *Littorina litorea*, *Cyprina islandica* et *Mytilus edulis*, qui sont très abondants et qui ne se trouvent plus que rarement sur les côtes du Spitzberg, on peut citer *Pecten islandicus*, *Cardium grœnlandicum*, *Astarte borealis*, *Mya truncata*, *Saxicava arctica*, *Trophon clathratum*, *Buccinum glaciale*. Cette faune, qui se trouve aussi dans d'anciennes plages du Grœnland oriental, offre un caractère moins arctique que la faune actuelle. Dans l'Advent Bay, des couches torrentielles, déposées à l'embouchure d'un cours d'eau, renferment, à côté des Mollusques que nous venons de citer, des débris végétaux, parmi lesquels se trouvent *Pelvetia canaliculata*, Algue marine qui n'existe plus aujourd'hui sur ces côtes, et des fruits mûrs d'*Empetrum nigrum*, espèce qui de nos jours arrive à peine à fleurir au Spitzberg.

Ces faits permettent de conclure à un climat postglaciaire moins rigoureux que le climat actuel, et l'existence d'anciennes tourbières conduit au même résultat, car il ne se forme plus aujourd'hui de tourbe au Spitzberg.

Sibérie. — On a souvent cité la Sibérie comme exemple d'un pays à climat extrêmement rigoureux, où, en raison de la grande sécheresse de l'air, les glaciers ne trouvent pas de conditions favorables à leur développement. Il semble plutôt que l'on doive attribuer l'absence de glaciers en Sibérie, à l'époque actuelle, à la faible altitude des reliefs, car à l'époque glaciaire certaines parties de l'Asie Russe semblent avoir été couvertes d'une calotte glaciaire, tout comme le Nord de l'Europe et de l'Amérique. L'absence de glaciers quaternaires dans l'Oural est une légende dont les observations récentes ont fait justice. Des glaciers existaient dans l'Altaï, dans les monts Sayan, Yablonoï et Stanovoï. Même dans les plaines, dans les toundras de l'Iénisséi et de l'Anabar, on a signalé des dépôts morainiques. Ceux-ci supportent, dans tout le Nord-Ouest de la Sibérie, des argiles à coquilles arctiques, que l'on doit identifier aux couches marines interglaciaires du Nord de la Russie (v. p. 1782). Ces argiles sont à leur tour recouvertes par des couches d'eau douce, avec débris végétaux (*Betula nana*, *Salix herbacea*, *Abies obovata*, *Almaster fruticosa*) et Mollusques (*Helix*, *Valvata*, *Cyclas*).

La faune des toundras se rencontre à tous les niveaux. Les espèces éteintes sont représentées par *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Elasmotherium sibiricum*, les espèces actuelles par *Spermophilus Eversmanni*, *Myodes obensis*, *torquatus*, *Lepus variabilis*, *Ursus arctos*, *Gulo borealis*, *Canis lupus*,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Equus caballus, *Ovis nivicola*, *Ovibos moschatus*, *Bison priscus*, *Saiga tatarica*, *Alces palmatus*, *Rangifer tarandus*.

Sur les bords de la Iana et sur les côtes de la Nouvelle-Sibérie, on a observé, sous les couches d'eau douce, des masses souvent considérables de glace fossile. C'est ici qu'ont été trouvés, à plusieurs reprises, des cadavres entiers de Mammouths et de Rhinocéros, couverts de leur toison laineuse, dont les chairs étaient congelées.

Les grottes de l'Altaï ont fourni les restes d'une faune qui se rapproche beaucoup de celle des cavernes du Quaternaire moyen de l'Europe occidentale. A côté d'*Elephas primigenius* et de *Rhinoceros tichorhinus* on y trouve surtout des ossements de Carnivores (*Hyæna spelæa*, *Felis tigris*, *Ursus arctos*, *Meles taxus*) et de Ruminants (*Cervus canadensis*, *Megaceros hibernicus*, *Alces palmatus*, *Bos primigenius*, *Bison priscus*). La grotte de Nichne-Oudinsk, dans le gouvernement d'Irkoutsk, renferme surtout des ossements de Rongeurs et de Carnassiers de la faune des steppes, associés à des restes de Renne et d'Antilope Saïga. On a signalé dans la même région *Rhinoceros Mercki*, qui n'a jamais été rencontré dans le Nord de la Sibérie.

Asie méridionale et centrale. — Il est incontestable qu'au milieu de l'époque Quaternaire les glaciers avaient, dans le Caucase, une extension beaucoup plus considérable que de nos jours, mais il n'est pas possible, dans l'état actuel de nos connaissances, de préciser les limites de leur extension, ni de faire, dans les dépôts morainiques, la part qui revient à chacune des glaciations. Dans les vallées transversales, les formations fluvio-glaciaires prennent un grand développement et elles sont disposées, tout comme dans les vallées alpines et pyrénéennes, en terrasses étagées à des altitudes décroissantes.

Sur les flancs de l'Ararat et du Demavend, on observe, sous la forme de surfaces polies et striées, des traces incontestables d'une ancienne extension glaciaire bien plus considérable que l'extension actuelle [3].

La partie centrale du Tien-chan est occupée, encore aujourd'hui, par des glaciers très importants, qui descendent jusque dans les vallées. Aussi ne faut-il pas s'étonner de trouver dans ce massif, dont le plus haut sommet atteint 7 000 m d'altitude, des preuves multiples que les glaciers quaternaires possédaient une extension bien supérieure à celle des glaciers actuels. Cirques glaciaires, vallées suspendues, vallées principales en U, moraines latérales et frontales, stries et polis, tels sont les observations sur lesquelles des explorateurs, comme Friedrichsen [278], Huntington, Merzbacher, Mouchkétoff et d'autres, ont pu s'appuyer pour arriver à cette conclusion. En outre, l'existence de terrasses fluvio-glaciaires emboîtées conduit à admettre, pour le Tien-chan, plusieurs glaciations successives, sans que pour le moment on puisse préciser leur nombre.

Tandis que les glaciers actuels de l'Himalaya ont depuis longtemps attiré l'attention des géographes, l'étude des formations glaciaires du Quaternaire a été fort négligée, de sorte que les données relatives à l'ancienne extension des glaciers sont encore assez rares. Elles se bornent à des stries glaciaires et à la présence de blocs erratiques, transportés à de grandes distances de leur lieu d'origine.

Depuis la fin de l'époque glaciaire, le climat de l'Asie centrale est devenu de plus en plus sec et de nombreux lacs, autrefois très étendus, sont en voie de disparition.

Afrique. — L'existence d'anciens glaciers dans le Haut-Atlas a été affirmée par Hooker et Ball et par Thomson. Ces voyageurs décrivent des roches

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

striées et polies et des moraines dans les hautes vallées du versant nord de la chaîne [3].

On rencontre même sous l'Équateur des traces incontestables de glaciers quaternaires, là où de nos jours on n'observe que des névés. Gregory en a signalé sur les flancs du Kenia et Hans Meyer, sur les flancs du Kilimandjaro. Il est incontestable que la limite des neiges se trouvait sensiblement plus bas qu'aujourd'hui.

Australie et Nouvelle-Zélande. — De nombreux vestiges d'une période glaciaire posttertiaire ont été signalés dans les chaînes orientales de l'Australie, en Tasmanie et en Nouvelle-Zélande. Certains auteurs ont voulu l'attribuer à l'époque Néogène, mais Penck a montré [XXXV, 150] que l'écart entre la limite des neiges persistantes à l'époque glaciaire et à l'époque actuelle est sensiblement le même en Australie que dans l'Europe méridionale, c'est-à-dire sous la même latitude. Il n'y a donc aucune raison de considérer l'époque glaciaire d'Australie comme plus ancienne que celle d'Europe. Mais il convient d'ajouter que nous ne possédons aucun moyen stratigraphique ou paléontologique d'assigner un âge précis aux dépôts glaciaires australiens et néo-zélandais. De plus nous ne possédons, pour ces régions australes, aucune preuve de l'existence de plusieurs périodes glaciaires successives.

Amérique du Sud. — Les formations glaciaires de l'hémisphère Sud offrent un intérêt tout particulier en raison de l'hypothèse, qui compte encore des adeptes, de glaciations ayant lieu alternativement dans les deux hémisphères et conformément à une période d'une très longue durée (v. p. 467). L'Amérique du Sud se trouve, à cet égard, placée dans des conditions d'étude particulièrement favorables, car la Cordillère des Andes empiète sur les deux hémisphères. S'il était démontré que la glaciation de la partie septentrionale de la chaîne a été contemporaine de celle de la partie méridionale, la théorie à laquelle nous faisons allusion serait réduite à néant. Or il résulte des études de Steinmann [279] qu'il en est réellement ainsi. Combinant ses observations propres avec celles de ses prédécesseurs, qui depuis Grange et Darwin ont reconnu l'existence de formations glaciaires dans les Andes, ce savant conclut à l'unité géographique de la glaciation des Andes. Naturellement l'altitude jusqu'à laquelle descendaient les glaciers varie avec la latitude, et cela dans des proportions considérables, mais, dans toute la chaîne, il existe des moraines d'une telle fraîcheur qu'on ne peut que les comparer à celles de la glaciation würmienne des Alpes. Leur altération est toute superficielle et atteint en moyenne 50 cm, elle est latéritique sous les Tropiques, limonitique dans les régions tempérées.

A côté des formations glaciaires, qui sont localisées dans la Cordillère elle-même, il existe au pied de la chaîne de vastes surfaces occupées par des formations fluvio-glaciaires. Ce sont des cailloutis, alternant avec des sables, qui forment des plaines, des *pampas* légèrement inclinées vers les moraines, avec lesquelles ils se raccordent. Dans l'avant-pays de la Cordillère Argentine, on peut distinguer deux plateaux de cailloutis, séparés par une phase de creusement, qui correspondent à deux phases d'alluvionnement et à deux périodes glaciaires. D'autres cailloutis plus anciens, fortement altérés, redressés quelquefois jusqu'à la verticale et quelquefois coupés par des failles, paraissent constituer l'équivalent du Deckenschotter des Alpes.

Des lacs glaciaires couvraient de vastes surfaces dans les hauts plateaux

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

boliviens. Leurs dépôts tufacés et salés accentuent leurs analogies avec les lacs de l'Ouest nordaméricain [279].

Formations continentales (non glaciaires) en dehors de l'Europe. — En dehors des surfaces recouvertes par les glaciers lors de leur maximum d'extension, il existe, en beaucoup de points du Globe, des formations continentales qui présentent un intérêt particulier en raison des restes de Mammifères et d'autres Animaux terrestres que l'on y rencontre. Leur étude complétera les connaissances que nous possédons déjà sur les faunes quaternaires.

Algérie. — L'étude des formations continentales du Quaternaire algérien est à peine ébauchée. On connaît, il est vrai, un certain nombre de gisements qui renferment des documents paléontologiques intéressants [280] ou des outils préhistoriques, mais tout ou presque tout est encore à faire en ce qui concerne la chronologie des dépôts.

Les deux stations les mieux connues sont situées dans la province d'Oran. Celle de Ternifine ou Palikao a été étudiée par Pomel [281]. Une couche sableuse recouverte d'une croûte calcaire a fourni à ce géologue des dents et des ossements d'*Elephas atlanticus*, d'Hippopotame, de Sanglier, de Chameau (*Camelus Thomasi*), de Ruminants (*Bubalus antiquus*, *Bos*, *Antilope*), de *Rhinoceros* (? *Rh. simus*), de Cheval (*Equus mauritanicus*), de Carnivores (*Hyæna spelæa*, *Felis*), associés à des silex chelléens et moustériens.

Un autre gisement, le lac Karâr, dans la vallée de la Tafna, a été fouillé par L. Gentil, et les nombreux documents recueillis ont été étudiés par M. Boule [282]. Ils proviennent tous d'une couche de sables et de graviers à ciment pyriteux, constituant un ancien remplissage du lac. Les Mammifères sont représentés par *Elephas atlanticus*, *Rhinoceros mauritanicus* (ou *simus*), *Equus mauritanicus*, *Hippopotamus amphibius*, *Sus scrofa*, *Cervus elaphus*, *Connochætes Gnu*, *Bubalus antiquus*, *Alcelaphus* sp. Les outils sont, d'une part, des grandes pièces en quartzite, taillées avec soin; d'autre part, des petits silex, souvent à peine retouchés.

Ph. Thomas [XL, 281] a pu distinguer, dans la région de Constantine, trois niveaux successifs :

1° des couches fluvio-lacustres, attribuées au « Pliocène supérieur », avec *Elephas meridionalis*, *Hipparion gracile*, *Equus Stenonis*, *Hippopotamus hipponensis*, *Bubalus antiquus*, *Antilope Tournoueri*, *Palæoreas Gaudryi*, *Gazella atlantica*, *Cynocephalus atlanticus* ;

2° des alluvions des hauts niveaux avec *Equus Stenonis*, *Hippopotamus amphibius*, *Bos primigenius*, etc.;

3° des alluvions des bas niveaux, avec *Elephas atlanticus*, *Equus africanus*, *Asinus atlanticus*, *Hippopotamus amphibius*, *Camelus* sp., *Bubalus antiquus*, *Bos primigenius mauritanicus*, *Alcelaphus bubalis*, *Gazella corinna*, *Ovis aries*, etc.

D'autres gisements, très disséminés et insuffisamment connus, ont fourni en outre des Carnivores (*Felis antiqua*, *Hyæna vulgaris*, *Ursus libycus*, *Canis aureus*), des Suidés (*Sus barbarus*, *phacochœroides*, *Phacochœrus mauritanicus*, *barbarus*), de très nombreux Ruminants (*Camelus dromedarius*, *Thomasi*, *Cervus pachygenys*, *Dorcas*, *Oryx*, *Ægoceros*, *Oreas*, *Grimmia*, *Boselaphus probubalis*, *saldensis*, *ambiguus*, *Ovis palæotragus*, *Bos taurus*, *curvidens*), *Mastodon Borsoni*, *Elephas jolensis*, *africanus*, *Macacus proinuus*.

La faune algérienne quaternaire est essentiellement une faune africaine [283]. Plusieurs de ses espèces, telles que la Girafe (dont l'existence en Algérie est attestée par des dessins rupestres), le Gnou, le Phacochère, l'Hippopotame, *Rhinoceros simus*, l'Oryx, l'Éléphant d'Afrique, ne vivent plus actuellement dans les pays Berbères, mais comptent parmi les éléments les plus caractéristiques de la faune africaine. Le genre *Ursus* seul est aujourd'hui inconnu dans tout le continent.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Sahara algérien. — Les formations continentales du Sahara algérien ont fait tout récemment l'objet, de la part de G.-B.-M. Flamand [286], d'observations d'un intérêt remarquable. La limite entre les dépôts néogènes et quaternaires est déterminée avec précision, grâce au fait que les hamadas sont couvertes d'une carapace de calcaires et de travertins, avec cailloutis à la base. Comme on y rencontre *Limnæa Bouilleti*, espèce caractéristique des marnes plaisanciennes d'Hauterives (Drôme), on ne peut attribuer au Quaternaire que les couches plus récentes que cette carapace, c'est-à-dire les alluvions qui accompagnent les grands oueds sahariens ou qui constituent le remblaiement des chotts, formations déposées en contrebas de la couverture des hamadas.

Les terrasses fluviatiles quaternaires sont au nombre de trois. Elles occupent les altitudes de 40-45 m, de 18-25 m et de 5 à 12 m au-dessus des thalwegs actuels. Ce sont des cailloutis et des carapaces travertineuses, associés quelquefois à des encroûtements de gypse et de sel gemme.

Le remplissage des chotts est principalement constitué par des dépôts salins, résultant du lavage des couches salifères néogènes et triasiques qui affleurent dans les régions avoisinantes. Mais on y observe également des intercalations de formations d'eau douce, qui permettent de conclure à des alternances de climat sec et de climat humide. Pomel a depuis longtemps fait justice de l'attribution de cette série à une « mer saharienne », qui, au début du Quaternaire, aurait occupé la dépression des chotts.

Les Mollusques les plus caractéristiques de ces dépôts sont les suivants : *Cardium edule* (avec diverses variétés), *Pisidium casertianum*, *Ancylus fluviatilis*, *Melanopsis Maresi*, *Melania tuberculata*, *Paludestrina Parandieri*, *Limnæa Depereti*, *palustris*, *Physa contorta*, *Succinea putris*, *debilis*, *Vertigo Maresi*, *Planorbis metidjensis*, *Leucochroa candidissima*, *Helix tigriana*, *Rumina decollata*.

Les couches les plus récentes de la série ont fourni des ossements et un squelette entier de *Bubalus antiquus*, espèce associée, dans les gravures rupestres, à une figuration humaine et à la silhouette d'une hache *néolithique* emmanchée.

Tunisie. — Il existe dans le Sud de la Tunisie, aux environs immédiats de Gafsa, une station paléolithique célèbre, qui a fait l'objet de travaux importants de la part de Collignon, Couillault, Schweinfurth et, en dernier lieu, d'E. Koken [284]. D'après ce dernier, le Quaternaire ancien est assez fortement incliné et supporte en discordance les alluvions récentes. On y distingue les termes suivants, caractérisés chacun par des outils d'une industrie différente :

1° conglomérats des collines de Meda et de Boghi, avec silex du type mesvinien et strépyen;
2° graviers et sables, avec outils chelléens;
3° limon avec lits de gravier et silex acheuléens et moustiériens;
4° amas de silex provenant d'un atelier de la fin du Moustiérien;
5° lœss avec outils aurignaciens;
6° alluvions récentes et fers de lance néolithiques.

L'intérêt de cette succession réside surtout dans la superposition, dans une même coupe, de toute la série des industries paléolithiques.

Les conglomérats sont traversés par une faille, qui est certainement postérieure à la couche à outils chelléens.

Égypte et Syrie. — Une certaine confusion règne encore dans les travaux relatifs au Quaternaire d'Égypte; néanmoins un grand progrès a été réalisé dans nos connaissances grâce aux études synthétiques de Max Blanc-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

kenhorn [XL, 192]. Ce géologue distingue 3 phases principales dans le Quaternaire de la Basse-Égypte.

Sous le nom de *période pluviale* ou d'étage à *Melanopsis*, qui, dans son esprit, correspond à la fin du « Pliocène supérieur » des auteurs et à la 1re période glaciaire, il décrit un puissant complexe de formations lacustres et fluviatiles, qui repose tantôt sur les sables astiens à *Ostrea cucullata*, tantôt directement sur le Nummulitique, et qui comprend principalement des grès à ciment calcaire ou gypseux, alternant avec des argiles également gypseuses. On y trouve, par exemple au tombeau des Khalifes, près du Caire, des débris végétaux (*Phragmites*, Palmiers, *Quercus ilex*, *Pistacia Mughul*) et une faune d'eau douce : *Tellina exigua*, *Syndosmya sufficiens*, *Mactra subtruncata*, *Neritina nilotica*, *Vivipara Martensi*, *Hydrobia Nysti*, *stagnalis* var. *cornea*, *Melania tuberculata*, *Melanopsis lævigata*, *ægyptiaca*, *Pupa Schweinfurthi*, *Helix cairensis*.

Dans le Delta, ces couches passent à des boues marines et à des calcaires oolithiques à Foraminifères.

En Palestine, des couches lacustres analogues se sont déposées dans la vallée du Jourdain. Dans le Nord de la Syrie, on observe de même des marnes, des calcaires et des conglomérats, avec *Melanopsis lævigata*, *multiformis*, *bicincta*, *binodosa*, *Vivipara Apameæ*.

La 2e phase, décrite par Blanckenhorn sous le nom de « Diluvium récent », comprend d'abord la haute terrasse du Nil, située à une altitude de 33 à 52 m au-dessus du niveau de la mer, soit à 22 à 37 m au-dessus des alluvions actuelles du Nil (à Khatatbeh). Ses dépôts, qui reposent directement sur les couches à *Melanopsis*, sont principalement des graviers à éléments peu volumineux et des sables. On y trouve *Unio Schweinfurthi*, *Ætheria semilunata*, *Corbicula fluminalis*, *Paludina unicolor*, etc.

Une basse terrasse se trouve en contre-bas de la précédente, 12 à 17 m plus bas.

Au Fayoum, des sables, avec *Unio Schweinfurthi*, *abessynicus*, *Neritina nilotica*, *Valvata nilotica*, *Melania tuberculata*, *Limnæa natalensis*, semblent constituer un équivalent de la haute terrasse.

Aucun de ces dépôts fluviatiles du Quaternaire moyen n'a fourni jusqu'ici la moindre trace d'ossements de Mammifères ou de restes préhistoriques. Tous les outils chelléens qui ont été rencontrés en Égypte en de nombreux points proviennent des plateaux qui dominaient le cours du Nil. Ils ont été généralement ramassés à la surface du sol, jusque dans le désert Libyque, dans des régions qui sont aujourd'hui inhabitées et même inhabitables. Nulle part on ne peut mettre leurs gisements en relation avec des couches sédimentaires. Leur intérêt géologique se trouve ainsi considérablement diminué.

En Syrie, par contre, on a recueilli, dans des grottes du Liban, des outils moustiériens, tels que pointes de flèches, couteaux, grattoirs, nucleus, associés à des ossements de Carnivores (*Ursus syriacus*, *Felix spelæa*, *Vulpes vulgaris*, *Lynx chaus*), de Cheval, de *Rhinoceros tichorhinus*, de Cochon, de Ruminants (*Cervus elaphus*, *dama*, *capreolus*, *Capra primigenia*, *Bison priscus*). Une grande partie de ces Mammifères ne vit plus actuellement dans le pays.

La 3e phase du Quaternaire d'Égypte comprend, d'après Blanckenhorn, les alluvions modernes du Nil, constituées par du sable et du limon, et les dunes formées sur le littoral et dans l'intérieur, par suite de l'établissement du régime désertique, qui persiste encore de nos jours. On y a trouvé des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

outils néolithiques et, dans les couches supérieures, des objets datant de l'âge du Bronze.

Les Mollusques les plus abondants dans les alluvions récentes du Nil appartiennent aux espèces suivantes : *Ætheria semilunata, Spatha Caillaudi, Unio ægypliacus, Corbicula fluminalis, Lanistes Bolteni, Paludina unicolor.*

Les nombreuses observations de R. Fourtau [285], faites à l'occasion de constructions de ponts et de forages de puits, ont montré que, dans la Basse-Égypte, l'épaisseur des alluvions modernes du Nil varie de 9 à 20 m. La formation du delta a commencé dès le milieu du Quaternaire et elle se continuerait encore de nos jours, si un violent courant marin ne balayait pas les côtes, entraînant les troubles vers l'est, jusqu'à la hauteur du désert d'El Arich.

Inde. — L'étude systématique du Quaternaire de l'Inde est à peine ébauchée, aussi devrons-nous nous contenter de décrire sommairement quelques localités, intéressantes à des titres divers.

E. Koken [287] a fait connaître quelques particularités du Quaternaire de la Salt Range. Il a reconnu, près de Katwaïhi, une série fortement redressée, formée d'alternances régulières de conglomérats et de lœss, avec coquilles d'eau douce (*Mastus insularis, Bithynia, Limnæa, Gyraulus*). A Daodkhel, des alternances de sables et de cailloutis, dont les éléments sont empruntés au bassin de l'Indus, ont subi également un relèvement considérable et supportent en discordance angulaire des cailloutis et des sables, dont les éléments proviennent de la Salt Range même.

Les alluvions anciennes de la Narbadah sont intéressantes par les restes organiques qu'elles renferment. On y a signalé des Mollusques assez nombreux (*Unio indicus, marginalis, Melania tuberculata, Paludina bengalensis, dissimilis, Bithynia pulchella, Bulimus insularis, Limnæa acuminata, Planorbis exustus*), des ossements de Reptiles (*Crocodilus, Trionyx, Emys*) et surtout des restes de Mammifères [XL, 274-276], appartenant aux Carnivores (*Ursus namadicus*), aux Périssodactyles (*Equus namadicus, Rhinoceros unicornis, namadicus*), aux Artiodactyles (*Sus* sp., *Hippopotamus palæindicus, namadicus, Cervus namadicus, Bos namadicus, palæindicus, Leptobos Frazeri, Bos elaphus namadicus*) et aux Proboscidiens (*Elephas namadicus, ganesa*). On voit que cette faune est toute différente de celle des couches supérieures de Siwalik, que nous avons attribuée au Néogène supérieur. Ajoutons que, pour certains auteurs, *Elephas namadicus* n'est qu'une variété locale d'*Elephas antiquus.*

Les cavernes du district de Karnoul, dans la présidence de Madras, ont fourni de nombreux restes de Vertébrés, qui appartiennent pour la plupart à des espèces vivant encore actuellement en Inde. Lydekker [XL, 276] mentionne notamment les suivantes : Reptiles : *Varanus dracæna, Naia tripudians, Ptyas mucosus, Python molurus;* Oiseaux : *Neophron percnopterus, Bubo coromandas, Francolinus pictus, Ibis melanocephala;* Pholidotes : *Manis gigantea;* Rongeurs : *Sciurus macrurus, Gerbillus indicus, Nesokia bandicoota, Mus mettada, platythrix, Goluada Ellioti, Hystrix crassidens, Lepus* sp.; Insectivores : *Sorex* sp.; Chiroptères : *Taphozous saccolæmus, Phyllorhina diadema;* Carnivores : *Hyæna crocuta, Viverra karnuliensis, Herpestes grisus, fuscus, nipalensis, Ursus labiatus, Felis tigris, chaus, rubiginosa;* Périssodactyles : *Equus asinus, Rhinoceros karnuliensis;* Artiodactyles : *Sus cristatus, karnuliensis, Boselaphus tragocamelus, Gazella Bennetti, Antilope cervicapra, Tetraceros quadricornis, Cervus Aristoletis, axis;* Simiens : *Semnopithecus entellus, Cynocephalus* sp.

Java. — Les formations continentales quaternaires de l'île de Java ont acquis une célébrité toute particulière, non à cause des restes de Vertébrés

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

que l'on y a signalés depuis longtemps, mais grâce à la découverte, que Dubois y a faite, d'une calotte crânienne, d'un fémur et de deux dents qu'il a rapportés à un type nouveau, *Pithecanthropus erectus*, dont il a déjà été question plus haut. Confondues tout d'abord avec les couches de Siwalik et attribuées comme telles au « Miocène supérieur », elles ont été ensuite envisagées comme « pliocènes », tandis qu'aujourd'hui il ne peut y avoir de doute qu'elles appartiennent au Quaternaire inférieur, tel qu'il est compris dans le présent ouvrage.

La découverte d'Eugène Dubois [288] a eu lieu en 1894 à Trinil, sur les bords du Solo, dans la plaine de Madioun, au pied du volcan Lavou, dans une couche ossifère intercalée au milieu de formations volcaniques, auxquelles fut donné le nom de *couches de Kendeng*.

L'intérêt anthropologique qui s'attachait au Pithécanthrope détermina Mme Selenka, veuve de l'illustre anatomiste, à organiser, en partie à ses propres frais et avec le concours de l'Académie des Sciences de Berlin, une expédition à Java, dans le but d'effectuer à Trinil des fouilles systématiques. Cette mission, à laquelle prirent part, outre Mme Selenka, plusieurs savants allemands et hollandais, rencontra auprès du ministre des Colonies des Pays-Bas et du gouvernement général des Indes Néerlandaises des appuis très efficaces et fut couronnée d'un plein succès en ce qui concerne les résultats géologiques et paléontologiques. Il est vrai qu'aucune nouvelle pièce du squelette de *Pithecanthropus* n'a pu être trouvée.

Les matériaux recueillis ont fait l'objet d'une importante publication, due à la collaboration d'un grand nombre de spécialistes [291].

Les fouilles ont conduit aux résultats géologiques suivants :

Les couches de Kendeng reposent, aux environs de Trinil, sur des marnes à fossiles marins, que K. Martin attribue au « Pliocène ». On y trouve des Échinides (*Laganum depressum*, *Peronella decagonum*, *Clypeaster rosaceus*, *Schizaster* sp., *Breynia* sp.), des Gastéropodes (*Emarginula*, *Turbo*, *Nerita*, *Natica*, *Xenophora*, *Solarium*, *Strombus*, *Cypræa*, *Dolium*, *Cassis*, *Ranella*, *Columbella*, *Nassa*, *Turricula*, *Mitra*, *Marginella*, *Ancilla*, *Pleurotoma*, *Conus*, *Bulla*, etc.), des restes de Poissons (*Prionodon*, *Pristis*, *Clarias*, *Ophiocephalus*). Une intercalation de bancs calcaires renferme de nombreux Zoanthaires.

Ces couches marines supportent un conglomérat, puis des couches argileuses, probablement fluviatiles, surmontées d'une brèche puissante, à éléments et à ciment d'origine volcanique, appartenant à un type très répandu à Java et connu sous le nom de *Lahar*. C'est immédiatement au-dessus de cette formation que l'on rencontre la couche ossifère principale, épaisse de 40 cm à 1 m, qui a fourni la majeure partie des ossements de Trinil. Ceux-ci sont englobés dans un amas de cendres et de fragments ponceux. Au-dessus viennent encore des argiles et des tufs à empreintes végétales, des tufs argileux et sableux et des conglomérats tufacés. Le tout est recouvert d'une couche de terre végétale.

Les ossements sont extrêmement abondants, mais les diverses pièces, souvent fragmentaires, ne se trouvent presque jamais en connexion et il n'a été trouvé aucun squelette entier. Les bois de Cerfs sont très communs et la plupart d'entre eux étaient tombés lors du renouvellement de ces appendices frontaux, caduques comme chez les Cerfs actuels. L'accumulation de tous ces débris sur un espace relativement restreint s'explique par la débâcle d'un lac de cratère, qui donna lieu à une immense coulée de boue et entraîna tout ce qu'elle rencontrait sur son passage.

Voici, d'après E. Dubois [289], W. Janensch, O. Jaekel, H. Stremme,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

H. Pohlig [291], les principaux restes de Vertébrés qu'a fournis jusqu'ici le gisement de Trinil :

Crocodiliens : *Gavialis bengawanicus*, *Crocodilus ossifragus;* Chéloniens : *Batagur Siebenrocki*, *signatus*, *Trionyx trinilensis*, *Chitra Selenkæ*, *minor;* Rongeurs : *Hystrix* sp.; Pholidotes : *Manis palæojavanica;* Carnivores : *Felis* sp., *Feliopsis palæojavanica*, *Hyæna* sp., *Lutra* sp.; Périssodactyles : *Rhinoceros sivasondaicus*, *Tapirus pandanicus;* Artiodactyles : *Sus brachygnathus*, *macrognathus*, *Hippopotamus* sp., *Cervulus kendengensis*, *Axis Lydekkeri*, *Cervus* sp., *Duboisia Kræseni*, *Leptobos* sp., *Bibos palæosundaicus*, *Bubalus palæokerabau;* Proboscidiens : *Stegodon Airawana*, *Elephas* cf. *antiquus;* Simiens : *Macacus* sp.; Bimanes (?) : *Pithecanthropus erectus.*

Plusieurs de ces espèces sont très voisines d'espèces décrites du Quaternaire inférieur de la vallée de Narbada, dans l'Inde péninsulaire, mais on ne peut nier quelques affinités avec la faune du Néogène supérieur.

Les Mollusques d'eau douce rencontrés dans les fouilles de Trinil appartiennent presque sans exception à des espèces encore vivantes. Les plus caractéristiques sont les suivantes, d'après les déterminations de K. Martin et de Mme Martin-Icke [291] : *Unio trinilensis*, *productus*, *Ampullaria scutata*, *Paludina javanica*, *Bithynia truncata*, *Melania verrucosa*, *Savinieri*, *testudinaria*, *Planorbis tondanensis*, *Limnæa rubiginosa.*

Les débris végétaux, étudiés par J. Schuster [291], ont pu être attribués à 52 espèces, qui toutes sont encore actuellement vivantes, mais dont 21 ne font plus partie de la flore de Java, tandis qu'elles se trouvent encore à Sumatra, à Bornéo, en Nouvelle-Guinée, aux Philippines ou dans l'Inde continentale. Elles accusent un climat beaucoup moins tropical et plus humide que le climat actuel de Java, un climat tempéré, comparable à celui que possèdent les monts Khassi, dans l'Assam, à une altitude de 750 à 1 200 m. Cette conclusion confirme l'attribution des couches de Trinil au Quaternaire, car, à la fin du Néogène, le climat de la Malaisie était au moins aussi chaud, si ce n'est plus chaud que le climat actuel. J. Schuster croit même pouvoir préciser davantage et il conclut en rangeant les couches à *Pithecanthropus* dans le « Diluvium ancien », c'est-à-dire dans notre Quaternaire moyen.

Il semble d'ailleurs que l'Homme ait vécu à Java en même temps que le Pithécanthrope, car on a recueilli, dans les couches de Trinil, des fragments d'os qui paraissent avoir été intentionnellement brisés et affûtés. Les fouilles ont également mis à jour des traces, très confuses il est vrai, de foyers. Enfin, une molaire humaine, qui a subi incontestablement un commencement de fossilisation, a été trouvée à Sondé, à 3 km environ de Trinil.

Chine. — Outre les faunes néogènes, dont il a été question précédemment, la Chine a fourni également un certain nombre d'espèces appartenant à des gisements quaternaires.

Quelques cavernes du Szetchouan et du Yunnan paraissent renfermer une grande quantité d'ossements. Max Schlosser [XL,278] a pu signaler la présence des Mammifères suivants : *Felis* sp., *Hyæna sinensis*, *Equus* sp., *Rhinoceros sinensis*, *plicidens*, *Tapirus sinensis*, *Chalicotherium sinense*, *Sus* sp., *Cervus orientalis*, *leptodus*, *Elephas namadicus.* L'absence d'espèces actuelles montre que l'on est en présence du Quaternaire inférieur, auquel appartient également en Inde *Elephas namadicus.*

Divers explorateurs ont recueilli, dans le lœss de la Chine septentrionale et centrale, des ossements, parmi lesquels Schlosser a reconnu :

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Rhinoceros lichorhinus, *Elephas primigenius*, *Cervus Mongoliæ*, *Aristotelis*, *Bos primigenius*, *Bison priscus*. C'est là incontestablement une faune du Quaternaire moyen, dont les affinités avec celle qui vivait en Europe à la même époque sont indiscutables.

Japon. — Parmi les Mammifères quaternaires du Japon les plus intéressants sont certainement les Éléphants, dont Edm. Naumann [292] a décrit les dents et qui proviennent du Sud de la grande île de Hondo. Ce sont : *Stegodon Clifti*, *insignis*, *Elephas namadicus*, *Elephas primigenius*. Leur présence montre qu'au Quaternaire moyen et au Quaternaire supérieur le Japon était relié au continent et que des éléments indo-malais puis holarctiques ont pu s'y introduire.

Sud des États-Unis. — Il a déjà été question précédemment des formations continentales du Quaternaire qui appartiennent à la partie du continent Nordaméricain occupée par les glaces lors du maximum de la glaciation; il nous reste à parler de celles qui, en raison de leur altitude moindre et de leur situation plus méridionale, ont pris naissance en dehors des limites de l'invasion glaciaire. Aux États-Unis, la Californie, le Nebraska, le Texas, la Louisiane, la Floride, la Géorgie et la Caroline du Sud vont nous montrer des gisements répondant à cette condition.

Les formations continentales les plus anciennes du Quaternaire nordaméricain sont les *couches de Peace Creek*, en Floride, souvent attribuées au Pliocène supérieur, car elles sont comprises entre deux termes marins, que Dall [XXXIX, 329] range dans le Pliocène. Elles constituent un véritable bone-bed, résultant d'une accumulation d'ossements répartis dans les genres *Glyptotherium*, *Megalonyx*, *Hipparion*, *Equus*, *Tapirus*, *Mastodon*, *Elephas*, etc.

Les *couches de Loup River*, dans le Nebraska, sont des sables d'origine fluviatile, renfermant *Equus excelsus*, *Mastodon mirificus*, *Elephas imperator*. Elles appartiennent certainement au Quaternaire inférieur.

Les *couches de Hay Springs*, dans le même état, sont un peu plus récentes; elles ont fourni une faune très variée [293] : *Mylodon Harlani*, *Castor*, *Fiber zibethicus*, *Microtus*, *Cynomys*, *Thomomys*, *Canis latrans*, *Lutra*, *Equus complicatus*, *fraternus*, *Camelus americanus*, *Camelops*, *Capromeryx furcifer*. Une faune semblable a été découverte au Texas, dans les couches fluviatiles du Rock Creek. Elle a fourni des Édentés (*Mylodon sodalis*), plusieurs squelettes complets de Chevaux (*Equus Scotti*), des Camélidés (*Holomeniscus*), des Pécaris (*Platygonus*) et le gigantesque *Elephas imperator*.

Les *couches du Silver Lake*, dans le désert de l'Orégon, sont plus récentes que celles de Hay Springs. Ce sont des dépôts d'un ancien lac peuplé d'Oiseaux aquatiques (*Cygnus paloregonus*, *Anser Condoni*, *Ardea paloccidentalis*, *Phœnicopterus Copei*), de Castors (*Castoroides*, *Castor fiber*), de Loutres. Sur les bords s'ébattaient des Chevaux (*Equus pacificus*, *occidentalis*), des Camélidés (*Eschatius*, *Camelops*), des Antilopes (*Antilocapra*), des Pécaris (*Platygonus*).

Enfin, la dernière phase du Quaternaire ancien est représentée dans le Kansas par une sorte de lœss, dont la faune comprend les éléments suivants : *Mylodon*, *Megalonyx Leidyi*, *Geomys bursarius*, *Canis lupus*, *Equus* pl. sp., *Platygonus compressus*, *Camelops kansanus*, *Bison occidentalis*, *Alleni*, *bison*, *Mastodon americanus*, *Elephas imperator*, *Columbi* [294].

Au QUATERNAIRE MOYEN appartiennent divers gisements du bord pacifique, de la Caroline du Sud et de la Pennsylvanie. Ce sont principalement des dépôts de marais et des remplissages de cavernes, qui ont fourni une faune, dont les éléments habitaient les prairies et les forêts [XXXIX, 342 *bis*] et se répartissent de la manière suivante : Édentés : *Megalonyx Jeffersoni*, *Mylodon Harlani*, *Megatherium;* Rongeurs : *Erethizon dorsatum*, *Sciurus calicinus*, *Lepus*, *Lagomys*, *Hesperomys*, *Microtus;* Carnivores : *Canis priscolatrans*, *Ursus americanus*, *Arctotherium haplodon*, *Uncia inexpectata*, *Felis atrox*, *Smilodon Merceri*, *gracile;* Périssodactyles : *Equus fraternus*, *pectinatus*, *Tapirus americanus;* Artiodactyles : *Mylohyus pennsylvanicus*, *Cervus canadensis*, *Alces americanus*,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Odocoilus virginianus, *Bison antiquus*, *latifrons;* Proboscidiens : *Mastodon americanus*, *Elephas Columbi.*

Les grandes extensions glaciaires du Quaternaire moyen ont peu à peu refoulé vers le sud, en dehors des limites des États-Unis, la faune qui occupait le pays au début de la période et ont amené l'extinction complète d'un certain nombre d'éléments archaïques, à affinités néogènes ou d'origine méridionale. Aussi plusieurs descendants de cette faune se sont-ils réfugiés dans l'Amérique du Sud. C'est le cas pour le Tapir, pour les Camélidés et certains Félidés (Puma).

Au QUATERNAIRE SUPÉRIEUR, les régions abandonnées par les glaces sont aussitôt envahies par la faune holarctique (v. p. 54), qui s'étend bien au sud de ses limites actuelles. Elle est caractérisée par l'abondance du Bœuf musqué (*Ovibos moschatus*) et par la présence du Renne (*Rangifer tarandus*) et du Mammouth (*Elephas primigenius*).

Le principal gisement de Mammifères datant de cette époque est une brèche osseuse remplissant une fissure à Conard, dans l'Arkansas [295]. On y trouve des restes de Rongeurs, d'Insectivores, de Carnivores (*Mustela Pennanti*, *Putorius vison*, *Ursus americanus*, *Canis occidentalis*, *vulpes*, *Procyon lotor*, *Smilodontopsis troglodytes*, *Conardi*), d'Artiodactyles (*Mylohyus*, *Odocoilus hemionus*, *virginianus*, *Cervus canadensis*, *Symbos australis*). Les Édentés, le Tapir, le Mastodonte font défaut.

Les documents manquent sur la faune de Mammifères du Quaternaire récent dans le Sud des États-Unis.

Dans le Centre, des restes de Bœuf musqué ont été trouvés en divers endroits. On en a rencontré également en Pennsylvanie. Un squelette presque complet d'Élan (*Cervalces americanus*) a été exhumé à Mt. Hermon, dans le New Jersey, dans des dépôts dont l'âge exact n'a pu être établi XXXIX, 342 *bis*].

Nos connaissances relatives à l'Homme fossile dans l'Amérique du Nord sont encore très rudimentaires. Les quelques squelettes qui ont été trouvés dans des dépôts d'apparence quaternaire ont été reconnus appartenir à une race identique à celle des Indiens actuels. Les outils remontent certainement à un âge plus ancien et quelques-uns ont été recueillis dans des conditions qui ne laissent aucun doute quant à la coexistence de l'Homme et du Mastodonte, dans certains gisements, de l'Homme et de grands Édentés, tels que *Megalonyx*, dans d'autres.

Mexique. — Les dépôts quaternaires de la haute vallée de Mexico ont depuis longtemps attiré l'attention des géologues, mais l'étude des restes de Mammifères qu'ils renferment en abondance est encore peu avancée [296]. Ce sont des couches marneuses, alunifères, alternant avec des sables, des lignites et des bancs d'une terre à Diatomées. Leur épaisseur varie de 50 à 100 m. On retrouve des formations analogues dans un grand nombre de vallées du Mexique. La partie inférieure de cette série fluviolacustre a été attribuée au « Pliocène », mais, conformément à la classification adoptée ici, elle doit être rangée dans le Quaternaire inférieur; il est d'ailleurs très difficile de la délimiter de la partie qui revient au Quaternaire moyen.

La faune, considérée dans son ensemble, renferme notamment les éléments suivants :

Édentés : *Glyptodon mexicanus*, *Nathorsti;* Carnivores [296] : *Arctotherium simum*, *Ursus americanus*, *Hyænognathus Malthewi*, *Canis indianensis*, *latrans*, *Felix imperialis*, *atrox*, *concolor*, *hyænoides;* Périssodactyles : *Equus crenidens*,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

tau, excelsus, Barcenai, Teleoceras fossigerum; Artiodactyles : *Platygonus vetus, Camelops hesternus, Procamelus minimus, Eschatius conidens, Palauchenia magna, Bison latifrons;* Proboscidiens : *Mastodon Shepardi, tropicus, Andium, Elephas imperator, Columbi.*

Les analogies avec les faunes quaternaires anciennes des États-Unis sont indiscutables. Dans les deux pays, on constate l'abondance remarquable des Chevaux et des Camélidés et la persistance du genre *Mastodon* jusque dans le Quaternaire moyen.

Équateur. — Les alluvions et les tufs volcaniques des hautes vallées andines de Quito et de Riobamba, dans la république de l'Équateur, renferment de véritables accumulations d'ossements de Mammifères, qui avaient déjà attiré au XVIIIe siècle l'attention d'Alexandre de Humboldt. D'après les déterminations de W. Branco [297], ces restes appartiennent aux espèces suivantes : *Mylodon* sp., *Machærodus neogæus, Equus Andium, Protauchenia Reissi, Cervus* sp., *Mastodon Andium.*

Il est probable que l'on est en présence d'une faune dont l'âge est à peu près le même que celui des couches à *Megalonyx* et à *Equus* des États-Unis et qu'elle appartient par conséquent soit au Quaternaire inférieur, soit au Quaternaire moyen.

Brésil. — Les cavernes de Lagoa Santa, dans l'état de Minas Geraes, ont fourni une faune beaucoup plus riche, qui présente un remarquable mélange de genres nordaméricains et sudaméricains. Lund [298] y a reconnu les espèces suivantes : Édentés : *Megatherium* sp., *Scelidotherium* (5 esp.), *Megalonyx maquinensis, Kaupi, Hoplophorus* (3 esp.), *Dasypus punctatus, Chlamydotherium Humboldti, gigas;* Carnivores : *Machærodus neogæus, Felis protopanther, exilis, concolor, Cynælurus minutus, Canis troglodytes, protopalex, Ursus brasiliensis;* Périssodactyles : *Hippidium neogæum, Tapirus americanus;* Artiodactyles : *Dicotyles* (5 esp.), *Leptotherium majus, minus, Auchenia* (2 esp.), *Cervus* (2 esp.), *Antilope maquinensis;* Proboscidiens : *Mastodon* sp.

C'est encore évidemment une faune quaternaire.

Bolivie. — La localité de Tarija, dans le Sud-Est de la Bolivie, est non moins célèbre que les hautes vallées de l'Équateur pour les restes de Mammifères que l'on y a rencontrés. Ceux-ci proviennent des couches supérieures d'un limon fin, non stratifié, avec lits de sable et de gravier fin et concrétions. Le rio de Tarija et ses affluents y ont creusé un véritable labyrinthe de pyramides, quelquefois coiffées. On y trouve souvent des squelettes entiers d'Édentés géants, des têtes de Mastodontes avec leurs défenses, aussi doit-on renoncer à l'idée que les cadavres ont subi un transport lointain. On est certainement en présence d'un dépôt de steppes marécageuses [299].

Les espèces les plus communes sont : *Megatherium americanum, Scelidotherium Capellinii, Glyptodon clavipes, Lestodon armatus, Mylodon robustus, Machærodus* sp., *Hippidium neogæum, Hydrochærus cabibara, Myopotamus coypus, Auchenia* pl. sp., *Macrauchenia patagonica, Mastodon Andium.* Nous allons retrouver la plupart de ces espèces dans le Quaternaire des Pampas.

République Argentine. — Il n'est guère de région au monde où le Quaternaire possède une richesse en Mammifères fossiles comparable à celle des Pampas de la République Argentine. On a donné aux formations continentales de cette région le nom de *Pampasien*, ou plus correctement *Pampien.* Ce sont des limons que l'on a comparés avec raison au lœss d'Europe. Leur richesse en calcaire est souvent considérable, mais ils sont souvent décalcifiés et leur calcaire se concentre alors en concrétions semblables aux

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

poupées du lœss et connues, dans la République Argentine, sous le nom de *tosca*. Le calcaire forme aussi quelquefois des bancs continus, ou des remplissages de fissures, qui prennent un aspect filonien. La cohésion du limon des Pampas est en général beaucoup plus grande que celle du lœss d'Europe.

Le limon des Pampas se rencontre surtout entre le 30e et le 40e parallèle, il s'étend comme un manteau sur les terrasses fluvio-glaciaires et sur les premiers contreforts des Andes. Son indépendance du tracé des cours d'eau est complète. Vers le sud, il fait place à des sables, qui eux-mêmes sont remplacés par des dépôts morainiques à partir du 44e parallèle. Il y a là, d'après Steinmann [279], une analogie frappante avec ce qui se passe dans l'Allemagne du Nord. Dans les deux cas, on doit envisager le lœss comme un produit de la lixiviation des moraines profondes, qui a été entraîné au loin par les vents qui soufflent avec intensité de la calotte glaciaire vers l'Équateur, tandis que les sables grossiers n'ont été transportés qu'à une faible distance.

On distingue, à la base de la formation, des limons bruns, renfermant souvent en abondance des produits de projection volcanique ou des fragments de lave charriés par les eaux. C'est à ce niveau que se trouvent, dans la région de Bahia Blanca, les *couches du Monte Hermoso*, dont la faune contient encore des Typotériens et des Protérothériens, avec un petit nombre de types nordaméricains.

Nous n'insisterons pas sur l'atlas sur lequel Ameghino s'est basé pour créer son genre *Tetraprothomo*, car il est difficile d'affirmer avec certitude que cette pièce provient réellement des couches du Monte Hermoso.

Dans le Pampien proprement dit, on trouve par milliers des Squelettes entiers de Vertébrés et en particulier des Édentés géants, tels que les *Megatherium* et d'autres genres pourvus d'une épaisse carapace osseuse. Le nombre des espèces décrites s'élève à plus de 200, qui se répartissent, il est vrai, dans quatre sous-étages distingués par Ameghino [XXXIX, 28].

1° le Puelchéen, comprenant les sables infrapampéens, avec *Nopachtus coagmentatus*, *Sclerocalyptus cordubensis*, *Palæocyon tarijensis*, *Arctotherium Wingei*, *Mastodon argentinus*;

2° l'Ensénadéen, avec *Lomaphorus scrobiculatus*, *Panochtus bullifer*, *Eutatus Seguini*, *Arctotherium bonaerense*, *Typotherium cristatum*, *Pachyrucos bonaerense*, *Promacrauchenia ensenadense*, *Mastodon maderianus*;

3° le Bonaréen de la plaine de Buenos-Aires, avec *Scelidotherium leptocephalum*, *Lestodon trigonidens*, *Glyptodon reticulatus*, *Panochtus tuberculatus*, *Propraopus grandis*, *Toxodon platensis*, *Macrauchenia patagonica*, *Hippidium principalis*, *Equus curvidens*;

4° le Lujanéen, comprenant des dépôts lacustres, avec Mollusques d'eau douce (*Unio lujanensis*, *Hydrobia Ameghinoi*) et Mammifères : *Megatherium americanum*, *Dædicurus clavicaudatus*, *Palæolama leptognatha*, *Mastodon Humboldti*.

Ces quatre faunes sont étroitement reliées entre elles. Elles présentent en outre d'étroites affinités avec celles du Quaternaire inférieur et moyen de l'Amérique du Nord et doivent être attribuées dans leur ensemble aux mêmes divisions, mais on doit renoncer à établir le parallélisme dans le détail. Les crânes humains de Miramar et de Fontezuelos proviennent respectivement de l'Ensénadien et du Bonaréen; il est donc probable que leur âge est sensiblement plus ancien que le Chelléen, si tant est que l'authenticité de leur gisement ne prête pas à discussion; mais on ne saurait leur assigner une date plus ancienne que le Cromerien.

Les Mammifères du Pampien sont en grande partie des descendants directs de ceux dont on trouve les restes dans le Néogène sudaméricain et

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

nous possédons ainsi, pour certains groupes, tels que les Édentés et les Typothériens, des séries presque continues, allant du Montien au Quaternaire. Les éléments d'origine nordaméricaine sont beaucoup plus nombreux qu'à l'époque précédente. Il convient de citer notamment, outre les Carnivores, les Équidés, les Tapiridés, les Camélidés, les Cervidés, les Mastodontes.

Considérées dans leur ensemble, les faunes de Mammifères du Pampien se répartissent de la manière suivante :

Marsupiaux : *Didelphyidæ* (*Didelphys*, *Dimerodon*); Rongeurs : *Cricetidæ*, *Myocastoridæ*, *Octodontidæ*, *Viscaccidæ*, *Cavidæ*; Édentés : *Megalonychidæ*, *Megatheridæ*, *Mylodontidæ*, *Glyptodontidæ*, *Sclerocalyptidæ*, *Dœdicuridæ*, *Chlamydotheridæ*, *Tatusidæ*, *Dasypidæ*, *Chlamydophoridæ*; Carnivores : *Ursidæ* (*Arctotherium*, *Paractotherium*), *Canidæ* (*Canis*, *Palæocyon*, *Dinocyops*, *Macroyon*), *Mustelidæ* (*Conepatus*, *Lyncodon*), *Felidæ* (*Felis*, *Smilodon*); Typothériens : *Hegetotheridæ* (*Pachyrucos*), *Typotheridæ* (*Typotherium*); Toxodontes : *Toxodontidæ* (*Toxodon*, *Plesiotoxodon*, *Dilobodon*); Périssodactyles : *Equidæ* (*Stereohippus*, *Parahipparion*, *Hipphaplus*, *Onohippidium*, *Nesohippidion*, *Hippidion*, *Equus*), *Tapiridæ* (*Tapirus*), *Macrauchenidæ* (*Promacrauchenia*, *Macrauchenia*); Artiodactyles : *Suidæ* (*? Listriodon*, *Catagonus*, *Tajassus*), *Camelidæ* (*Palæolama*, *Lama*, *Protauchenia*, *Hemiauchenia*, *Stilauchenia*, *Mesolama*, *Eulamaops*), *Cervidæ* (*Paraceros*, *Epieuryceros*, *Odocoileus*, *Antifer*, *Hippocamelus*), *Antilopidæ* (*Platatherium*); Amblypodes : *Plicatodontidæ* (*Plicatodon*); Proboscidiens : *Elephantidæ* (*Mastodon*).

Le nombre des genres représentés dans la faune actuelle est déjà assez considérable. Il est beaucoup plus grand dans les formations postpampiennes, telles que le *Platéen*, qui comprend, d'après Ameghino [XXXIX, 28], les dépôts lacustres de Lujan, Salto, etc. Les genres éteints sont réduits à quelques Édentés (*Essonodontherium*, *Glossotherium*, *Eumylodon*), à un Camélidé (*Palæolama*) et à un Mastodonte (*Mastodon superbus*).

Enfin, mentionnons encore la découverte, due à Erland Nordenskjöld, dans la grotte Eberhardt, près Ultima Esperanza, dans l'extrême-sud de la Patagonie, de morceaux de peau d'un grand Édenté de la famille des Gravigrades, auquel on a donné successivement les noms de *Glossotherium*, *Neomylodon* et de *Grypotherium Listai* et qui a fait éclore toute une littérature. Cet animal était certainement contemporain de l'Homme; quelques auteurs prétendent qu'il avait été domestiqué, d'autres croient qu'il vit encore actuellement en Patagonie.

Afrique australe. — Les alluvions du Vaal se répartissent en deux terrasses, étagées à des altitudes différentes. La plus élevée contient des diamants à l'état remanié et l'on y a trouvé récemment, près de Windsorton, des restes de Mammifères, parmi lesquels E. Fraas [304] a reconnu les formes suivantes : *Equus* cf. *zebra*, *Hippopotamus amphibius* var. *robustus*, *Mastodon* sp., *Damaliscus* sp. La présence d'un Mastodonte dans cette faunule indique que l'on a certainement affaire à du Quaternaire assez ancien, à moins que ce genre ait vécu en Afrique, comme en Amérique, jusqu'au Quaternaire moyen.

Madagascar. — Aucune faune continentale datant du Quaternaire ancien ou du Quaternaire moyen n'a été rencontrée jusqu'ici à Madagascar; les gisements de Vertébrés « subfossiles », dont il a déjà été question précédemment (p. 57), datent pour ainsi dire de la période historique, malgré le nombre considérable d'organismes éteints que l'on y rencontre. Rappelons qu'il s'agit surtout de tourbières, de remplissages de cavernes et d'amas de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

projections volcaniques. Nous compléterons les indications données plus haut sur ces gisements par une liste, forcément incomplète, basée principalement sur les travaux de G. Grandidier [IV, 22], des Vertébrés les plus caractéristiques trouvés à Madagascar à l'état subfossile :

Ophidiens : *Pelophilus, Heterodon;* Crocodiliens : *Crocodilus robustus;* Chéloniens : *Testudo radiata, abrupta, Grandidieri;* Oiseaux : *Æpyornis* (9 esp.), *Mullerornis* (3 esp.), *Centrornis, Chenalopex, Tubonyx;* Pholidotes : *Plesiorycteropus madagascariensis;* Édentés : *Bradytherium madagascariensis;* Rongeurs : *Brachyuromys, Mus, Eliurus, Macrotarsomys, Hypogeomys, Bunomys, Grandidierina;* Insectivores : *Centetes ecaudatus;* Carnivores : *Cryptoprocta ferox, Viverra fossa, Schlegeli;* Ongulés : *Hippopotamus Lemerlei, leptorhynchus, madagascariensis, Potamochœrus Edwardsi, Bos madagascariensis;* Lémuriens : *Megaladapis Edwardsi, madagascariensis, Grandidieri, Lemur insignis, Palæopropithecus ingens, maximus, Raybaudi, Archæolemur Majori, Edwardsi, Bradylemur robustus, Hadropithecus stenognathus.*

Le fait le plus saillant que présente cette faune est, outre la présence des grands Oiseaux aptères éteints, la prédominance de nombreuses espèces de Lémuriens géants, qui ont aujourd'hui disparu de l'île, où l'ordre n'est plus représenté que par des espèces de petite taille ou de taille moyenne. La destruction de ces grands animaux semble devoir être imputée à l'Homme.

Australie. — Au Queensland, dans la Nouvelle-Galles du Sud et dans l'état de Victoria, il existe des nappes d'alluvions anciennes aurifères, quelquefois recouvertes par des coulées de lave [0,6], et des grottes, qui ont fourni des restes de Mammifères didelphes, appartenant les uns à des genres actuels, les autres à des genres éteints, dont quelques-uns sont représentés par des espèces géantes. Ainsi un Marsupial carnassier, *Thylacoleo carnifex*, atteignait la taille d'un Lion; la tête d'un autre Marsupial herbivore, *Diprotodon australis*, mesurait 1 m de long. Les principaux genres de ces gisements se répartissent de la manière suivante [302] :

Monotrèmes : *Echidna;* Phalangéridés : *Bettongia, Thylacoleo, Sthenurus, Palorchestes;* Phascolomyidés : *Phascolonus, Nototherium, Diprotodon;* Dasyuridés : *Dasyurus, Sarcophilus, Thylacinus.*

Toutes ces familles ont des représentants dans la faune actuelle, qui descend directement de la faune quaternaire. Ajoutons que l'un des rares Monodelphes indigènes en Australie, *Canis dingo*, a été également rencontré à l'état fossile.

On a conclu de la présence de deux entailles sur une côte de *Nototherium* trouvée à Ballarat que l'Homme vivait en Australie à côté des grands Marsupiaux éteints. On a voulu également attribuer à l'Homme des empreintes de pas observées dans un grès à Warnambool (Victoria) [303], mais pour Nœtling il s'agirait de pistes de Kangourous.

Formations marines en dehors de l'Europe. — Il a déjà été question, dans les pages précédentes, des dépôts quaternaires marins du versant atlantique de l'Europe et des régions circum-méditerranéennes. Il nous reste à passer en revue les formations littorales des trois grands océans qui sont conservés sur les bords des autres continents. Il ne pourra naturellement être donné, pour chaque océan, que quelques exemples, empruntés aux régions les mieux connues.

Océan Indien. — Nous ne possédons que peu de données sur les dépôts littoraux de l'océan Indien proprement dit, mais c'est ici le lieu de dire quelques

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

mots de la mer Rouge, qui est actuellement une dépendance de cet océan.

On fait remonter d'ordinaire au début du Quaternaire l'effondrement qui a donné naissance aux fossés érythréens : mer Rouge, golfe d'Akabah et vallée du Jourdain, golfe de Suez. Cependant aucune indication précise, basée sur la stratigraphie, ne peut être donnée à ce sujet. Il est établi, toutefois, que la mer Rouge a tout d'abord communiqué avec la Méditerranée. On observe, en effet, aux environs des lacs Amers, des dépôts marins horizontaux, situés à une altitude qui indique que la mer passait par-dessus l'isthme actuel. Th. Fuchs y a rencontré, à côté d'espèces érythréennes, des formes d'affinités méditerranéennes. D'autre part, des bancs, situés à quelques mètres seulement au-dessous du niveau de la mer, renferment, près de Suez, une faune bien différente de la faune actuelle, qui comprend plusieurs espèces nettement méditerranéennes [0,22].

Une oscillation du sol a amené le retrait de la mer dans la région de l'isthme, et les alluvions du Nil ont achevé la séparation de la mer Rouge et de la Méditerranée.

Les côtes de la presqu'île du Sinaï sont bordées, sur une partie de leur longueur, de récifs coralliens, mais on observe en outre des récifs fossiles formant, d'après Joh. Walther [304], deux terrasses, l'une à 10 m au-dessus du niveau actuel de la mer Rouge, l'autre à 230 m, qui est probablement néogène. L'état actuel de nos connaissances ne permet pas d'affirmer que ces terrasses se retrouvent aux mêmes altitudes sur tout le pourtour de la mer Rouge. Tout à fait dans le sud, dans l'île de Kamarane, sur la côte est, et dans la baie de Tadjoura, à l'ouest du golfe d'Aden, L. Faurot [305] a reconnu l'existence de calcaires argileux, avec éléments d'origine volcanique, et de calcaires riches en Zoanthaires, en Échinodermes et en Mollusques, appartenant à des espèces actuelles de la mer Rouge et de l'océan Indien. L'épaisseur des couches est variable, de même que leur altitude au-dessus du niveau de la mer. Elles supportent quelquefois des coulées basaltiques.

Des dépôts littoraux formant des terrasses à diverses altitudes ont été observés sur la côte méridionale de l'Arabie, sur tout le pourtour du golfe Persique et jusque sur les côtes de l'Inde. On distingue généralement [0,22] une plage inférieure (*litoral concrete*), située à 6 ou 8 m au-dessus du niveau de la mer, et des couches à Milioles, qui occupent des niveaux beaucoup plus élevés, mais jusqu'ici rien ne permet d'admettre que l'on soit en présence de niveaux constants, abandonnés par la mer à la suite de mouvements eustatiques.

Sur la côte orientale de l'Afrique, les récifs coralliens fossiles forment, comme dans la mer Rouge, deux terrasses correspondant à deux phases de soulèvement séparées par un temps d'arrêt.

A Madagascar, les formations coralligènes de la côte ouest se trouvent actuellement abaissées à 10 m au-dessous du niveau de la mer, tandis que, sur la côte est, elles sont quelquefois portées à des altitudes de plus de 100 m [IV, 23].

Cette différence dans le sens des mouvements se traduit également dans le régime des cours d'eau : vallées sous-marines et envahissement des vallées basses, dans l'Ouest; rajeunissement du profil des cours d'eau, dans l'Est.

En Australie, on a constaté, d'une manière générale, un affaissement dans le Nord et un soulèvement dans le Sud, mais il est probable que les mouvements sont plus complexes et seule une étude détaillée des anciennes plages quaternaires permettra d'élucider la modalité de ces oscillations.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Rivages pacifiques. — Dans la Nouvelle-Zélande, la chronologie des dépôts quaternaires marins n'est guère mieux connue que celle des dépôts continentaux de la même époque. On est en droit d'affirmer qu'à un moment donné, les deux grandes îles étaient soudées, mais cette période géocratique a été suivie d'une période hydrocratique, comme le montrent les anciennes lignes de rivage que l'on rencontre jusqu'à des altitudes très élevées, principalement dans l'île du Sud. La faune de ces anciennes plages contient une assez forte proportion d'espèces disparues de la région [0,22].

Dans les îles de la Polynésie, on constate fréquemment que des formations coralligènes, dont la faune est à peu près identique à celle des récifs actuels, sont soulevées à des altitudes variables. En ce qui concerne la chronologie de ces dépôts, on est obligé de reconnaître que tout est encore à faire de ce côté.

Des dépôts quaternaires marins ont été signalés en divers endroits sur les côtes du Japon.

Il existe peu de régions où l'étude des dépôts quaternaires marins ait, dans ces dernières années, fait l'objet de travaux d'une aussi grande importance que le littoral de la Californie.

Au premier groupe d'affleurements appartient, dans la presqu'île de San-Francisco, la formation que A. C. Lawson [307] a appelée *série de Merced.* C'est une succession de grès et de schistes, qui atteint environ 1 800 m d'épaisseur. On l'a généralement attribuée au Pliocène, mais il semble que, conformément à la classification adoptée dans ce Traité, elle doive être placée en majeure partie dans le Quaternaire ancien, tandis que ses couches les plus élevées, qui renferment des espèces actuelles d'Échinides, telles que *Echinarachnius excentricus*, appartiennent probablement au Quaternaire moyen. La faune est surtout riche en Gastéropodes.

Plus au sud, sur la partie de la côte californienne comprise entre Point Concepcion et la frontière mexicaine, le Quaternaire marin est remarquablement bien développé et a fait l'objet, de la part de Delos et Ralph Arnold [308, 309], d'une étude magistrale. Ces auteurs distinguent un terme inférieur, la formation de *San Diego*, et un terme supérieur, la formation de *San Pedro*, auxquels font suite en outre des plages soulevées plus récentes. Ils attribuent le terme inférieur, au moins en partie, au Pliocène; nous le rangerons ici dans le Quaternaire ancien.

La formation de San Diego atteint au maximum 70 m d'épaisseur. Elle comprend surtout des grès jaunâtres et des argiles gréseuses. Les fossiles sont très abondants et d'une belle conservation. On peut citer notamment *Terebralia Hemphilli, Smithi, Pecten bellus, caurinus, Chlamys Jordani, Thyasira bisecta, Callista subdiaphana, Lucina acutilineata, Panomya ampla, Tornatina eximiæ, Turritella Juvetti, Natica clausa, Margarita pupilla, Solariella cidaris, Chrysodomus tabulatus, Tritonium oregonensis, Trophon Stuarti, gracile, Pleurotoma Smithi, Mangilia sculpturata, Fusus barbarensis.*

La formation de San Pedro ne dépasse guère 20 à 25 m d'épaisseur. Elle est discordante sur la précédente et comprend deux subdivisions : le San Pedro inférieur, constitué par des sables gris, et le San Pedro supérieur, également sableux, mais débutant par un gravier, souvent discordant et transgressif par rapport au San Pedro inférieur.

Les espèces les plus caractéristiques de la division inférieure sont les suivantes : *Leda hamata, tophria, Yoldia scissurata, Verticordia decemcostata, Kellia suborbicularis, Pandora bicarinata, Neæra pectinata, Macoma calcarea, Cooperella subdiaphana, Tellina salmonea, Marginella varia, Ocinebra barbarensis, Trophon cerritense, pedroanum, Chrysodomus rectirostris, Pleurotoma Dalli, Drillia Renaudi.*

La division supérieure est particulièrement riche en Mollusques d'une belle conservation. Citons seulement : *Pecten ventricosus, Arca labiata, Cardium elatum, Mactra catilliformis, californica, Venus gnidia, succincta, Macoma secta, nasuta, Semele pulchra, Tapes*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

tenerrima, *Scala bellastriata*, *Cancellaria tritonidea*, *Ocinebra Poulsoni*, *Siphonalia Kelletti*, *Nassa californiana*.

La faune des couches de San Diego indique un refroidissement brusque de la température des eaux. Elle comprend, en effet, de nombreuses espèces qui, de nos jours, ne vivent que sous des latitudes beaucoup plus élevées. Il y a là une analogie avec l'Europe occidentale, qui est tout à fait remarquable. La faune des couches inférieures de San Pedro renferme un moins grand nombre d'espèces boréales et elle indique, à cet égard, un régime de transition à celui qui a prévalu lors du dépôt des couches supérieures de San Pedro, dont la faune est caractérisée par la présence de nombreuses espèces qui actuellement vivent plus au sud sur la côte mexicaine.

Ajoutons que, d'après Ralph Arnold, il existe dans le Quaternaire californien un assez grand nombre d'espèces qui se retrouvent soit dans les dépôts quaternaires, soit sur les plages actuelles du Japon. L'origine asiatique de plusieurs genres qui apparaissent brusquement dans le Quaternaire de Californie a pu être mise en évidence.

Des terrasses marines ont été souvent signalées sur les côtes du Pérou et du Chili, mais l'étude détaillée de leur faune et des conditions hypsométriques dans lesquelles on les rencontre est encore à faire.

Rivages atlantiques. — On a pu distinguer, sur la côte atlantique des États-Unis, trois terrasses marines étagées à des hauteurs décroissantes, auxquelles on a donné le nom de formation de *Columbia*. Les restes organiques y sont rares [0, 9]. Aux Antilles, on a observé des formations coralliennes d'âge quaternaire très développées. Stratigraphiquement il n'est pas toujours facile de les distinguer des dépôts néogènes, mais leur faune est presque identique à celle des récifs actuels.

Il existe sur la côte du Sénégal, entre le cap Mirik au nord et Saint-Louis au sud, et jusqu'à 150 km dans l'intérieur des terres, des dépôts quaternaires marins attestant l'existence d'un ancien golfe d'une faible profondeur. D'après les observations d'A. Dereims [310], leur altitude est très variable et elle peut atteindre 55 m. Les successions relevées dans des puits montrent des alternances répétées de faluns et de sables, avec des épaisseurs également variables.

La faune, étudiée par G. Dollfus, d'après des matériaux recueillis par Dereims [310], comprend surtout des espèces caractéristiques des régions tempérées de l'Europe, telles que *Cardium edule*, *Tapes aureus*, *Bittium reticulatum*, *Hydrobia ulvæ*, *Rissoia parva*. Il s'y ajoute une série d'espèces de l'Europe méridionale : *Ostrea stentina*, *Arca Noe*, *Kellya Sebeliæ*, *Bulla Adansoni*, *Columbella rustica*, *Marginella miliaria*, *Conus mediterraneus*. Enfin, la faune sénégalienne actuelle est représentée par *Arca senilis*, *Venus tumens*, *Natica flaminea*, *Turritella brevialis*, *Cerithium atratum*, *Nassa argentea*, *Semifusus morio*. Les genres tropicaux les plus caractéristiques, les Volutes, les Strombes, les Cancellaires, etc., font défaut. On est évidemment en présence d'une faune d'un caractère beaucoup plus tempéré que la faune actuelle. Son âge dans la série quaternaire ne peut malheureusement pas être précisé.

3° RÉSULTATS GÉNÉRAUX

Résultats paléogéographiques. — Si l'on n'envisage que les contours grossiers des continents, on constate qu'aucune modification

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

capitale ne s'est produite, au cours de l'époque Quaternaire, dans les limites des terres et des mers. Par contre, si l'on considère les détails, on s'aperçoit que de nombreux changements ont eu lieu, qui, pour les pays qui en ont été affectés, présentent souvent une très grande importance.

En Europe, les modifications de contours portent surtout sur les péninsules et les grandes îles.

La Grande-Bretagne est reliée au Continent au moins jusqu'au début du Quaternaire supérieur, comme le montre avec évidence la présence en Angleterre, au Quaternaire moyen, de la faune chaude, interglaciaire, à *Elephas antiquus*, et de la faune froide, glaciaire, à *Elephas primigenius* [311].

A la fin de la dernière période glaciaire, la Scandinavie septentrionale était séparée, par un bras de la mer à *Yoldia*, de la Suède méridionale, qui, elle-même, était reliée à l'Europe continentale. Après la fermeture de ce bras de mer, la Baltique a ensuite été temporairement transformée en lac.

Dans les régions méditerranéennes, il y a lieu tout d'abord de constater la persistance du détroit de Gibraltar, qui est démontrée par le caractère arctique des faunes calabrienne et sicilienne de la Méditerranée occidentale et par le caractère atlantique de la faune des couches à *Strombus bubonius*. Si l'Afrique du Nord a communiqué, au Quaternaire, avec l'Europe méridionale, ce n'est pas par Gibraltar, c'est par une voie située plus à l'est que s'effectuait la communication.

On a vu plus haut quels arguments nous obligent à admettre que la Corse et la Sardaigne faisaient corps avec la Provence et que l'île d'Elbe était réunie au continent. La Sicile était nécessairement reliée à la Péninsule, au moins jusqu'au début du Quaternaire moyen, car on y a rencontré, en divers points, *Elephas antiquus*.

L'association de cette espèce avec *Elephas africanus* permet en outre de conclure que la Sicile communiquait également avec l'Afrique, antérieurement à la formation du détroit qui la sépare de la Tunisie. La présence d'une espèce naine d'Éléphant, à la fois à Malte et en Sicile, permet de supposer que les deux îles étaient restées unies à une époque où elles étaient déjà détachées de l'Afrique et de l'Europe.

Les plus grands changements qui aient modifié, au Quaternaire, les contours de l'Europe se sont produits dans la Méditerranée occidentale. C'est du Quaternaire inférieur que date la formation de la mer Égée. Nous aurons l'occasion de revenir plus loin sur l'ennoyage qui lui a donné naissance.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Il est inutile de revenir ici sur les modifications qui se sont produites, au Quaternaire, dans la région de la mer Noire, et sur les communications qui se sont établies entre cette mer et la mer Égée, au moment où, par contre, la Caspienne était définitivement séparée des autres mers.

L'Asie semble avoir eu, au moins jusqu'au Quaternaire moyen, une superficie bien supérieure à sa superficie actuelle. Au nord, l'archipel de la Nouvelle-Sibérie était réuni au continent, et il en était de même des îles du Japon et des grandes îles de la Sonde. Ceci résulte avec évidence de l'examen des faunes quaternaires de ces archipels.

L'Afrique paraît avoir été temporairement séparée de l'Asie par la formation de la mer Rouge. Ce fossé a, pendant un certain temps, mis en communication les eaux de la Méditerranée avec celles de l'océan Indien. Puis est survenue l'exondation de l'isthme de Suez. Les échanges de faunes entre les deux continents ont été certainement beaucoup moins faciles qu'à l'époque Néogène.

Les différences sont telles entre la faune nordaméricaine et la faune asiatique, au Quaternaire inférieur, qu'il est impossible d'admettre la persistance des communications entre les deux continents, qui existait au Néogène. Immédiatement après la dernière période glaciaire, toutefois, le continent Nordaméricain a été envahi par divers éléments de la faune froide de l'Eurasie, notamment par le Mammouth et par le Bœuf musqué. Il est fort possible que cette invasion se soit effectuée sur une banquise, mais désormais la faune holarctique s'étendra en Amérique jusque bien au delà des limites de l'ancienne glaciation, refoulant vers le sud la faune sonorienne, qui n'est autre chose qu'un résidu de la faune qui occupait toute l'Amérique du Nord à la fin du Néogène et au début du Quaternaire.

L'étude des faunes montre avec évidence que des échanges constants ont eu lieu entre les deux Amériques pendant toute la période, de sorte que les éléments les plus caractéristiques de la faune sud-américaine ont peu à peu disparu, vaincus dans la lutte pour l'existence qu'ils avaient à livrer avec les grands Carnassiers et avec les agiles Équidés.

Quant à la faune australienne, elle possédait, au Quaternaire, une individualité au moins aussi grande qu'aujourd'hui, de sorte qu'on est en droit d'assigner une date très récente aux échanges qui ont eu lieu, dans les plus orientales des îles Malaises, entre la faune australienne et la faune paléarctique.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Quelques auteurs se sont demandé si les principaux changements qu'accuse la paléogéographie à l'époque Quaternaire ne devaient pas être attribués à une cause unique et ils ont cherché à les expliquer par un abaissement général du niveau des mers d'environ 200 m, imputable à des mouvements eustatiques. On a vu précédemment (p. 24) qu'un tel abaissement aurait, en effet, pour résultat de souder aux continents de nombreux archipels littoraux, parmi lesquels se trouvent précisément quelques-uns de ceux qui, au Quaternaire, faisaient corps avec la terre ferme. De plus, on a constaté, sur de nombreuses côtes, l'existence d'anciennes lignes de rivage datant du début du Quaternaire, qui se trouvent à des altitudes voisines de 100 m. L'hypothèse d'un abaissement par saccades du niveau général des mers, qui aurait laissé des traces sous la forme de terrasses marines étagées à des altitudes décroissantes, est évidemment très séduisante, d'autant plus qu'elle expliquerait d'une manière très simple les alternances de creusement et d'alluvionnement que nous révèle l'étude des vallées. Nous devrons cependant nous demander si une interprétation aussi simpliste rend compte des faits très complexes que nous avons enregistrés et si elle n'est pas en opposition absolue avec quelques-uns d'entre eux.

Climats et période glaciaire. — On ne peut guère mettre en doute aujourd'hui que le début de l'époque Quaternaire — telle que nous l'avons délimitée ici — coïncide avec un refroidissement assez brusque des mers qui baignaient l'Europe occidentale. En effet, c'est dans le Weybournien des rives occidentales de la mer du Nord que la faune prend subitement un caractère boréal, et c'est aussi avec le Calabrien que nous voyons, pour la première fois, apparaître, dans la Méditerranée, les formes arctiques, les « immigrés du Nord ». Il est évident que des communications nouvelles se sont ouvertes à ce moment entre la mer du Nord et les mers arctiques et que le seuil de Gibraltar était suffisamment bas pour permettre aux courants froids de profondeur de passer de l'Atlantique dans la Méditerranée, ce qui n'est plus le cas de nos jours.

De même, on assiste, au début de la période, à l'invasion du Pacifique septentrional par une faune d'affinités arctiques (v. p. 1894). Comme l'a très justement fait observer Albert de Lapparent [XXVII, 66], le refroidissement des côtes d'Europe n'est devenu possible que du jour où le morcellement du continent Nordatlantique a été suffisamment avancé pour permettre aux courants polaires de longer les rives de l'Océan. Il semble bien qu'un pareil refroi-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

dissement des eaux du littoral a dû avoir son contre-coup sur le climat du continent et qu'il s'est produit, sur la terre ferme, un abaissement de la température, qui n'a pas été étranger à l'établissement des glaciers. Il y a lieu de penser que l'effondrement du continent Nordatlantique a été une condition préalable indispensable à la formation de calottes glaciaires, mais il est manifeste que cet événement ne suffit pas, à lui seul, à expliquer la période glaciaire et encore moins la succession d'époques glaciaires et interglaciaires.

Toute théorie imaginée en vue de rechercher les causes de la période glaciaire devra désormais fournir du même coup l'explication des alternances répétées de phases d'avancée et de phases de retrait des glaciers. La succession d'époques glaciaires et interglaciaires ne peut, en effet, plus être niée. Il est impossible de prendre au sérieux quelques-unes des objections au moyen desquelles on a encore récemment essayé d'en nier la réalité. Ce n'est que sur la plus ou moins grande importance des retraits que des divergences de vues dignes de retenir l'attention se sont manifestées. Il est dans tous les cas bien démontré, par l'étude des faunes et des flores interglaciaires, que des périodes à climat tempéré se sont intercalées entre les périodes à climat glaciaire [312]. Aucune des hypothèses astronomiques, qui ont recours soit aux variations dans l'inclinaison de l'axe de la terre, soit aux variations dans l'excentricité de l'orbite terrestre, ne peut expliquer d'une manière satisfaisante la périodicité du phénomène glaciaire, car on se trouverait obligé de compter avec des périodes beaucoup trop longues. Il semble bien que les périodes interglaciaires successives ont été relativement courtes et surtout d'inégale durée. De plus, il ressort des beaux travaux de G. De Geer sur la fin de l'époque glaciaire en Scandinavie que la fusion de la calotte glaciaire s'est opérée d'une manière très rapide, géologiquement parlant, le retrait du front du glacier depuis la Scanie jusque dans le Norrland n'ayant demandé que 5000 ans environ. Les moraines de retrait et les moraines des phases de récurrence sont, de plus, d'une telle fraîcheur qu'il semble quelquefois que ce soit d'hier que date la disparition du glacier.

L'explication de l'époque glaciaire par les hypothèses astronomiques perd tous les jours du terrain; par contre beaucoup d'auteurs ont essayé de faire appel à des modifications locales des conditions météorologiques et notamment à des changements dans la marche des dépressions et dans l'emplacement des anticyclones [313, 314]. De pareilles spéculations manqueront de bases sérieuses tant que l'accord ne sera pas établi entre les glacialistes sur les conditions

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

météorologiques favorables à l'accroissement des calottes glaciaires. Tandis que les uns estiment qu'un climat humide, avec précipitations atmosphériques abondantes, est la caractéristique essentielle d'un climat glaciaire, d'autres sont plutôt portés à considérer comme telle un climat froid et sec, c'est-à-dire un régime anticyclonique.

Toutes les théories glaciaires qui invoquent des conditions météorologiques locales pourront expliquer des particularités locales de la glaciation, mais elles seront impuissantes à rendre compte de l'existence du phénomène sous toutes les latitudes, avec une périodicité qui permet de conclure au synchronisme des phases de maxima et de minima dans les deux hémisphères.

Nous ne citerons que pour mémoire l'hypothèse qui invoque les variations dans les dimensions des taches solaires. Nous reviendrons plus tard sur la théorie des variations de la teneur en acide carbonique dans l'atmosphère aux périodes géologiques et sur d'autres théories qui font appel aux phénomènes volcaniques. De même, nous discuterons plus loin les relations entre les glaciations et les phénomènes épirogéniques.

Il nous reste encore à parler ici des changements de climat au Quaternaire supérieur, c'est-à-dire au cours de la période qui a suivi la période glaciaire. Ces changements ont fait l'objet, sous les auspices du Congrès géologique international de Stockholm, d'une enquête et de la publication de rapports dus à des savants de presque toutes les nationalités [315]. Le rapport général, rédigé par Gunnar Andersson, ne conclut pas et constate que beaucoup d'observations de détail sont encore nécessaires pour permettre de mettre en évidence des résultats généraux. Pour le pays dont l'histoire postglaciaire est le mieux connue, on a conclu à l'existence d'un optimum de température postérieur au retrait des glaciers. Mais, comme cet optimum coïncide avec la transformation de la mer Baltique en un lac, on est en droit de se demander si ce n'est pas la suppression de l'arrivée des eaux marines qui est cause de l'élévation de la température. A l'époque suivante, lorsque la Baltique fut de nouveau mise en communication directe avec l'Océan, des conditions climatiques semblables aux conditions actuelles ne tardèrent pas à s'établir dans les pays Scandinaves. Toutefois, on a constaté également l'existence d'un optimum postglaciaire dans l'Est de l'Amérique du Nord, probablement synchronique de celui qui s'est manifesté en Europe.

Dans les pays qui n'ont pas été envahis par les glaciers au début et au milieu de la période, la fin de la période est surtout marquée

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

par l'établissement d'un régime de plus en plus sec, succédant à un régime de pluies. L'enquête de Stockholm a montré que dans les pays tropicaux ou tempérés, qui n'ont pas été le théâtre de phénomènes glaciaires, l'histoire de la période Quaternaire ne nous fournit aucun argument en faveur d'un refroidissement général du Globe. Ceci nous amène à conclure que la période glaciaire était une période de précipitations atmosphériques abondantes, une véritable période pluviaire. Pour que certaines régions aient pu devenir des centres de glaciation, il a fallu que, dans des conditions qu'il nous reste à déterminer, la température de ces régions fût suffisamment basse pour que les précipitations s'effectuassent sous forme de chutes de neige.

Mouvements orogéniques et épirogéniques. — Si la période Néogène est une période où les *mouvements orogéniques* ont atteint une intensité toute particulière, il n'en est pas de même du Quaternaire. Les couches du début de la période sont quelquefois redressées à des angles qui peuvent se rapprocher de la verticale, mais elles n'ont subi nulle part de plissements comparables à ceux qui ont affecté les dépôts néogènes dans les régions alpines. Les mouvements orogéniques semblent être désormais localisés principalement dans des zones de l'écorce terrestre occupées par la mer. Tout au plus les côtes du type pacifique, c'est-à-dire celles dont la direction est parallèle au tracé des plissements des périodes géologiques précédentes, ont-elles pu ressentir le contre-coup de ces mouvements, et il est probable que certains déplacements des lignes de rivage que l'on a attribués à des mouvements eustatiques doivent être interprétés de cette manière. C'est ainsi que l'on parviendra peut-être à établir une relation entre l'abaissement par saccades du niveau de la Méditerranée sur le littoral algérien et les mouvements orogéniques posthumes affectant les chaînes côtières.

Les *mouvements épirogéniques* jouent un rôle beaucoup plus apparent. Ils se manifestent non seulement par les oscillations verticales des aires de surélévation des chaînes anciennes, telles que le bouclier Canadien et le bouclier Scandinave, mais encore par la surrection de segments importants des chaînes tertiaires, dont le plissement a eu lieu en profondeur, tels que les Alpes, la Corse, le Caucase, etc. Cette surrection ne s'est pas effectuée d'une manière continue, elle a eu lieu par saccades et il est fort possible que des phases d'élévation et d'affaissement se soient succédé. Les phases d'élévation correspondent à des phases de creusement des cours d'eau et, en effet,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

nous avons rencontré plusieurs cas très nets où, le niveau de base restant stable, le creusement allait en s'accentuant de l'aval vers l'amont. Les phases d'affaissement correspondent par contre aux phases d'alluvionnement. Mais nous savons de plus que les phases d'alluvionnement coïncident avec les périodes glaciaires, ou plus exactement avec les phases de retrait, de fonte des glaciers, les phases de creusement, avec les phases d'avancée. On peut conclure de là que la progression des glaciers est une conséquence de l'élévation et que le retrait résulte de l'affaissement. Dans la *théorie de l'élévation* on admet qu'il existe réellement une relation de cause à effet entre les deux ordres de phénomènes [317]. On a vu plus haut que, suivant l'opinion générale, la fonte du glacier scandinave a coïncidé avec un affaissement qui a permis l'invasion, par la mer à *Yoldia*, de régions que le glacier venait d'abandonner. G. De Geer croit, il est vrai, pouvoir admettre que le retrait de la glace a coïncidé avec un soulèvement. Cette conclusion, qui jusqu'ici ne semble pas s'appuyer suffisamment sur des faits d'observation serait, mieux que la précédente, en accord avec les hypothèses qui attribuent les oscillations positives du massif Finno-Scandinave soit à l'échauffement, soit à la diminution de charge résultant de la fonte de la glace. Il semble qu'il y a là une étrange confusion entre l'effet et la cause. De pareilles hypothèses n'ont pu germer que dans l'esprit de savants qui méconnaissaient le mécanisme des mouvements épirogéniques et qui ignorent que des oscillations verticales, en tous points comparables à celles qu'a subies le bouclier Scandinave à l'époque Quaternaire, ont eu lieu, dans toutes les chaînes anciennes, à toutes les périodes géologiques, postérieurement à la formation des zones de plissement.

Quoi qu'il en soit, la théorie de l'élévation rend mieux compte que toute autre de la multiplicité des périodes glaciaires. Elle permet également de comprendre le synchronisme des phases de glaciation dans les différents massifs montagneux. Les mouvements épirogéniques d'une période géologique déterminée, on l'a vu maintes fois au cours de cet ouvrage, affectent simultanément plusieurs aires de surélévation et ils sont non seulement synchroniques, mais encore de même signe. Enfin, la théorie de l'élévation explique seule pourquoi l'abaissement de la température ne se fait sentir que dans les massifs qui ont été le siège de la glaciation, et quelle que soit la latitude où ils se trouvent, alors que, dans des régions voisines, on ne constate aucune trace de refroidissement.

On a vu plus haut (p. 827) que nous avons déjà fait appel à des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

mouvements épirogéniques pour expliquer la glaciation de la période Anthracolithique.

W. Ramsay [318] a montré, avec des arguments décisifs, que les périodes *miothermes* de l'histoire de la Terre, c'est-à-dire celles où le climat permet l'établissement de glaciers, ont suivi immédiatement les périodes caractérisées par l'importance des mouvements orogéniques, tandis que les périodes *pliothermes*, à température moyenne élevée, sont les périodes réputées tranquilles, où la mer couvrait de vastes surfaces et où les reliefs montagneux étaient déjà dégradés et réduits à de faibles altitudes. Ainsi l'existence de calottes glaciaires doit être mise, en première ligne, en relation avec des reliefs très accentués. Les conditions météorologiques locales, réglées par la répartition des terres et des mers, n'interviennent qu'en second lieu, en réglant la distribution des précipitations atmosphériques.

Si les mouvements épirogéniques du bouclier Scandinave et des Alpes semblent pouvoir rendre compte des oscillations du front des glaciers qui ont donné lieu à la dernière glaciation et aux phases de récurrence, on peut se demander si des mouvements aussi localisés suffisent à expliquer un abaissement de la limite des neiges tel que celui qui s'est produit lors des maxima des trois premières périodes glaciaires. Il faudrait admettre des oscillations verticales d'une amplitude que les données de l'observation ne nous permettent pas d'envisager. Aussi est-ce maintenant le cas d'invoquer les importants déplacements des lignes de rivage que nous révèlent, au large des côtes atlantiques de l'Europe et de l'Amérique du Nord, les vallées submergées de la plate-forme continentale (v. p. 483). Ici c'est par un ou plusieurs milliers de mètres que se chiffre l'amplitude des oscillations verticales. Les données stratigraphiques ne nous permettent guère de préciser la date de ces mouvements, mais il est probable qu'au début du Quaternaire le niveau de base d'une partie des grands cours d'eau de l'Europe occidentale se trouvait beaucoup plus bas qu'aujourd'hui et que c'est au mouvement ascensionnel de l'ensemble du continent qu'est dû non seulement le creusement des profonds sillons aujourd'hui submergés, mais encore l'abaissement de la limite des neiges, qui donna lieu aux premières glaciations [319]. Il est évident qu'on ne se trouve pas en présence d'un mouvement eustatique, car un abaissement du niveau général des mers de l'amplitude de celui que nous envisageons aurait eu pour effet de vider entièrement la Méditerranée et la mer du Nord, alors que nous connaissons, dans ces deux mers, des dépôts marins du Quaternaire ancien. Nous avons donc certainement affaire à des mouvements épirogéniques

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

affectant, non plus des massifs bien individualisés, mais sans doute une grande partie des continents qui bordent l'Atlantique.

L'impossibilité dans laquelle nous nous trouvons de déterminer la date précise de ces mouvements et la surface à laquelle ils se sont étendus nous imposera encore pendant longtemps la plus grande réserve dans l'appréciation de leur rôle dans l'établissement des grandes calottes glaciaires.

Phénomènes volcaniques. — Il serait sans intérêt de décrire ici toutes les formations volcaniques qui, dans un grand nombre de régions, peuvent être attribuées à la période Quaternaire. Il suffira d'en donner un certain nombre d'exemples, en insistant sur celles qui, soit par leur masse, soit par la précision avec laquelle on a pu les dater, offrent un intérêt particulier. Il importe, en effet, d'insister sur l'existence de violentes éruptions quaternaires, eu égard à certaine théorie qui voit une relation inverse entre l'intensité des phénomènes glaciaires et celle de l'intensité des phénomènes volcaniques.

Nous commençons ce rapide aperçu par l'extrême Nord, par l'Islande, où l'existence de volcans quaternaires ne peut faire aucun doute et où les travaux récents permettent même de préciser, dans une certaine mesure, la chronologie des éruptions [275]. Les plus anciens sont les grands volcans basaltiques du type hawaïen, immenses coupoles surbaissées, connues sous le nom de *dyngja*, au pluriel *dyngjur*, dont une des plus typiques est l'Eiriksjökull. Les coulées alternent souvent avec des formations glaciaires, certaines d'entre elles peuvent être envisagées comme préglaciaires, d'autres comme glaciaires, d'autres enfin, comme immédiatement postérieures au retrait des glaciers. Les volcans postglaciaires les plus nombreux sont de simples cônes de projections, alignés suivant de grandes cassures, qui, elles-mêmes, sont souvent remplies de basalte [320]. Il existe, en outre, quelques grands volcans postglaciaires du type vulcanien, tels que le Snæfellsjökull, l'Eyjofjallajökull, l'Öræfajökull. Les glaciers que l'on peut attribuer à la fin de l'époque glaciaire couvrent une surface que l'on a évaluée à 11 000 kmq.

Le Plateau Central de la France a été, à l'époque Quaternaire, le siège d'éruptions volcaniques, qui, malgré leur intensité moindre que celles du Néogène, ne jouent pas moins un rôle très considérable, ne fût-ce que par la multiplicité des centres. Le phénomène est localisé, il est vrai, dans la chaîne des Puys, sur le versant oriental du mont Dore, dans le bassin du Puy et dans le Haut-Vivarais. Sur le versant occidental du mont Dore, dans le Cézalier, dans

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

le Cantal, dans l'Aubrac et dans le Velay, l'activité éruptive paraît définitivement éteinte depuis la fin du Néogène [XVIII, 12].

Les volcans quaternaires du Plateau Central présentent souvent un état de fraîcheur remarquable. Les cratères des volcans basaltiques et les coulées qui en émanent ont généralement conservé leurs formes topographiques caractéristiques. Il suffira de citer les puys de la Vache et de Lassolas, dans le Puy-de-Dôme, le volcan de Denise (pl. CXXXII, 2), dans le Velay, la Coupe d'Aizac, la Coupe de Jaujac, dans le Vivarais. Plusieurs coulées ont pu être datées d'une manière très précise, celle du Tartaret repose sur des alluvions du Quaternaire moyen et supporte un dépôt de l'âge du Renne.

Dans l'Europe centrale, l'activité éruptive semble avoir été considérablement atténuée dès le début du Quaternaire. On peut cependant, avec J.-J. Jahn [321], attribuer à cette époque cinq petits volcans situés dans le Gesenke, sur les confins de la Moravie et de la Silésie. Ils se composent de cônes de débris partiellement conservés et de belles coulées basaltiques, qui ont suivi d'anciennes vallées, en s'étendant par-dessus des cailloutis, qui semblent constituer une basse terrasse. Les cours d'eau actuels ont creusé des vallées plus profondes, en entamant les cailloutis et en creusant, comme en Auvergne, leur lit au contact des coulées et des roches encaissantes.

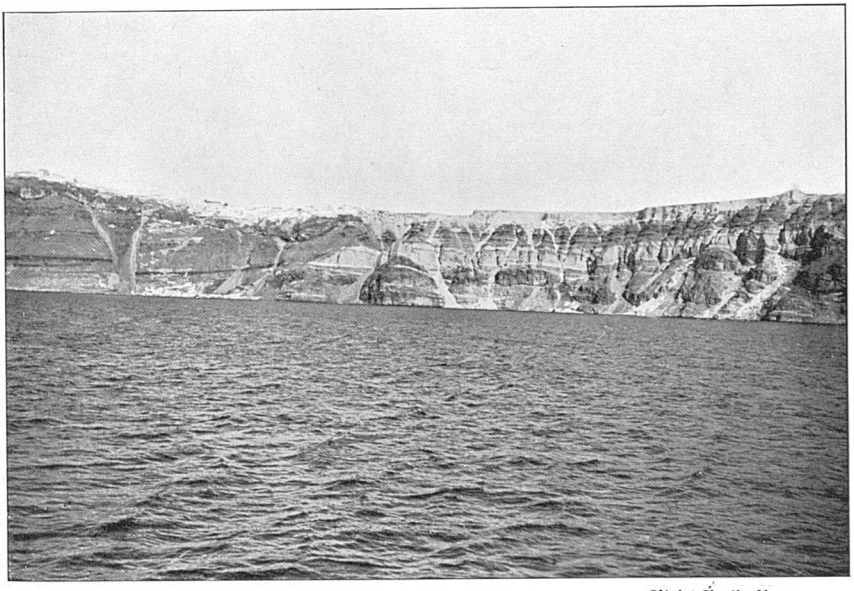
Dans l'Europe méridionale, nous rencontrons un grand nombre de volcans quaternaires dans l'Italie centrale. Certes le début de leurs manifestations remonte au Néogène et quelques-uns ont conservé leur activité jusqu'à nos jours, mais il est incontestable que plusieurs d'entre eux ont eu leurs plus importantes éruptions au Quaternaire et sont aujourd'hui entièrement éteints. Nous prendrons un exemple dans cette dernière catégorie, le volcan Latial, plus connu sous la dénomination de monts Albains [322-323]. Il appartient à un groupe volcanique qui s'étend au N.E. de Rome, au delà du lac Bolsena, jusqu'au monte Amiata. Il s'est formé sur une plate-forme de terrains antérieurs au Quaternaire et comprenant le Néogène supérieur marin. Il est constitué par un double édifice, comparable à celui du Vésuve. Il présente, en effet, un rempart extérieur, conservé sur les deux tiers de son parcours, et un cône intérieur. En outre, les cratères-lacs d'Albano, ou de Castel Gandolfo, et de Nemi, et celui d'Ariccia ont pris naissance sur ses bords. L'ancien Latium, limité au N.E. par le Tibre, est presque entièrement recouvert par les déjections du volcan Latial. Les tufs, qui ne sont autre chose que des pluies de cendres, renferment des débris végétaux (*Pteris aquilina*, *Carex pendula*,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Cliché Paul Corbin.

BORD ORIENTAL DU CRATÈRE DE SANTORIN, au nord de Phira.
Coulée, scories et cendres.
Dans le fond, à gauche, Nea Kameni ; au milieu, extrémité sud de Therasia.



Cliché Émile Haug.

BORD ORIENTAL DU CRATÈRE DE SANTORIN, vu de la baie.
Dans la paroi : alternances de coulées, de scories et de pouzzolanes.
Au sommet de la paroi, à gauche : Phira.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Quercus ilex, *Ulmus campestris*, *Hedera helix*, *Ilex aquifolium*, *Buxus sempervirens*), des Vertébrés terrestres (v. p. 1862) et des Mollusques terrestres et d'eau douce. Les laves du volcan Latial sont surtout des leucitites et plus rarement des leucotéphrites. Ce n'est pas ici le lieu d'insister sur les relations pétrographiques et chimiques avec les centres voisins.

L'Etna, le plus grand volcan de l'Italie méridionale, a pris naissance également sur une plate-forme de terrains variés, mais ici les premiers produits éruptifs reposent sur des cailloutis quaternaires, dont l'âge précis ne peut malheureusement pas être indiqué.

L'affaissement de l'Égéide, que nous avons attribué à un ennoyage, a été accompagné d'éruptions volcaniques intenses, qui ont eu lieu principalement suivant des alignements conformes à la direction des plissements. La nature pétrographique et chimique des produits a fait l'objet d'un certain nombre de travaux récents, les caractères structuraux des volcans ont été moins bien étudiés. Le volcan de Santorin fait exception à cet égard; grâce à l'admirable monographie que lui a consacrée F. Fouqué [XVII, 6], c'est aujourd'hui un des mieux connus du Globe. Nul autre ne nous révèle avec une pareille clarté sa structure, qui est d'une grandiose simplicité. Il mériterait de devenir un lieu de pèlerinage pour tous les géologues. Les parois de son immense cratère d'explosion, aujourd'hui baignées par la mer, sont des coupes naturelles d'une netteté incomparable (pl. CXXXV) : le noir des coulées, le rouge vif des couches de scories, la blancheur éclatante des pouzzolanes forment des contrastes intenses, soulignés encore par le bleu inoubliable de la baie de Santorin et du ciel de l'Archipel. Au centre de ce cirque immense se dressent les cônes sombres des Kameni, amas confus de blocs accumulés au cours d'éruptions successives, qui datent toutes de la période historique et se continuent encore de nos jours. Nulle part l'opposition n'est aussi saisissante entre le formidable appareil édifié au milieu de l'époque Quaternaire et les formes atténuées du volcanisme à l'époque actuelle. Le même contraste se retrouve au Vésuve et à l'Etna.

L'âge maximum des éruptions de Santorin est déterminé par la présence, à Acrotiri, dans les tufs les plus anciens, d'une faune marine sicilienne. A. Lacroix [324] a signalé à Phira, à un niveau beaucoup plus élevé, à 15 m au-dessous de la terminaison de la coulée d'andésite à hypersthène qui supporte la ville, un banc de lapilli, qui renferme des empreintes végétales d'une belle conservation, appartenant aux espèces suivantes : *Phœnix dactylifera*, *Chamærops humilis*, *Pistacia lentiscus*, *Olea europea*. Ces plantes ne se

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

rencontrent plus dans l'archipel de Santorin, qui ne porte plus d'arbres. Elles datent d'une époque où le climat était plus humide qu'aujourd'hui, très vraisemblablement du Quaternaire moyen. Enfin, Fouqué a rencontré, sous la ponce contemporaine de l'effondrement de la baie, des habitations bâties sur la lave et antérieures au grand cataclysme. Elles renfermaient des obsidiennes et des silex taillés et des poteries d'un cachet très archaïque, probablement mycéniennes.

On pourrait trouver encore, en dehors de l'Europe, de nombreuses régions où l'activité volcanique s'est manifestée avec une grande intensité au milieu de l'époque Quaternaire et où elle est aujourd'hui presque entièrement éteinte. Il suffira de l'exemple des États-Unis, où, notamment dans les Sierras et dans les Rocheuses, de nombreux appareils volcaniques ont conservé une fraîcheur de formes qui témoigne de leur âge récent [0, 9]. Dans le Washington et dans l'Oregon, des cendres volcaniques sont interstratifiées dans le lœss. Ailleurs les coulées reposent sur les moraines. Tous ces centres éruptifs sont depuis longtemps éteints.

Devant de pareils faits il faut une véritable audace pour affirmer « l'arrêt presque complet de toute activité éruptive » à l'époque Pléistocène ou Glaciaire et pour indiquer comme « unique exception » les monts Albains [XXVI, 65]. Les renseignements que nous possédons sur l'intensité du volcanisme à l'époque glaciaire ne fournissent aucun argument en faveur de la théorie de Svante Arrhenius (v. p. 467), dont F. Frech s'est fait l'ardent défenseur.

Une fois de plus les théories qui tendent à expliquer la période glaciaire par un refroidissement général de l'atmosphère de notre planète se trouvent en défaut. On peut en dire autant de l'hypothèse si ingénieuse d'Eug. Dubois [325], qui attribue à des modifications dans la radiation solaire l'abaissement graduel de la température à la surface de la terre, et de toutes les théories qui cherchent en dehors de notre Globe les causes des glaciations. Aucune d'elles ne rend compte de la périodicité du phénomène glaciaire que nous avons cherché à expliquer par les mouvements épirogéniques.

---

1. — J. Desnoyers. Observations sur un ensemble de dépôts marins plus récents que les terrains tertiaires du bassin de la Seine, et constituant une formation géologique distincte; précédées d'un aperçu de la non-simultanéité des bassins tertiaires. *Annales des Sc. nat.*, XVI, p. 171-214, 402-491, 1829.

2. — A. Morlot. Notice sur le Quaternaire en Suisse. *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, IV, p. 41-45, 1854.

3. — James Geikie. The Great Ice Age and its relation to the Antiquity of Man. 3d edit. 1 vol. in-8°, 850 p., 78 fig., 18 pl. London, 1894.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

4. — Émile Haug. Article « Quaternaire ». *La Grande Encyclopédie*, XXVII, p. 1108-1118, 1900.

5. — E. Geinitz. Lethæa geognostica. III. Das Cœnozoicum. 2. Quartär. Erste Abth. Flora und Fauna des Quartärs von Fr. Frech mit Beiträgen von —. Das Quartär Nordeuropas. 1 vol. gr. in-8°, 430 p., 24 pl., 168 fig., tabl. Stuttgart, 1904.

6. — G. Steinmann. Die Eiszeit und der vorgeschichtliche Mensch. *Aus Natur u. Geisteswelt*, n° 302. 1 vol. in-18, 96 p., 24 fig. Leipzig, 1910.

7. — Ed. Lartet. Sur les migrations anciennes des Mammifères de l'époque actuelle. *C. R. Ac. Sc.*, XLVI, p. 409-414, 1858.

8. — Alfred Nehring. Ueber Tundren und Steppen der Jetzt- und Vorzeit mit besonderer Berücksichtigung ihrer Fauna. 1 vol. in-8°, 257 p., 1 fig., 1 carte. Berlin, 1890.

9. — Emil Beyer. Zur Verbreitung der Tierformen der arktischen Region in Europa während der Diluvialzeit. *Inaug. Dissert. Univers. Marburg.* 1 br. in-8°, 74 p., 1 carte. Marburg, 1894.

10. — Chamberlin. Discussion sur la classification génétique des dépôts pléistocènes. *Congr. géol. intern. C. R. 3e sess., Washington, 1891*, p. 176-207, 1893.

11. — A. Leppla. Zur Lössfrage. *Geogn. Jahresh.*, II, p. 176-188, 1 fig., 1889.

12. — A. Sauer. Ueber die äolische Entstehung des Löss am Rande der norddeutschen Tiefebene. *Zeitschr. f. Naturw.*, LXII, 28 p., 1889.

13. — Henri Douvillé. Sur la formation du limon des plateaux. *C. R. Ac. Sc.*, CLI, p. 630-634, 1910.

14. — Marcellin Boule. Notes sur le remplissage des cavernes. *L'Anthropologie*, III, p. 19-36, 7 fig., 1892.

15. — Charles Depéret. Note sur la succession stratigraphique des faunes de Mammifères pliocènes d'Europe et du Plateau Central en particulier. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XXI, p. 524-540, 1894.

16. — James Geikie. The Classification of European Glacial Deposits. *Journ. of Geol.*, III, p. 241-269, 1895.

17. — T. C. Chamberlin. The Classification of American Glacial Deposits. *Ibid.*, III, p. 269-277, 1895.

18. — K. Keilhack. Professor Geikie's classification of the North European Glacial Deposits. *Ibid.*, V, p. 113-125, 1897.

19. — Ed. Lartet. Nouvelles recherches sur la coexistence de l'Homme et des grands Mammifères fossiles réputés caractéristiques de la dernière période géologique. *Annales des Sc. Nat., Zool.*, 4e sér., XV, p. 177-253, pl. X-XIII, 1861.

20. — W. Boyd Dawkins. The classification of the Pleistocene strata of Britain and the Continent by means of the Mammalia. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, XXVIII, p. 410-446, 1 fig., 1872.

21. — Ed. Lartet. Sur la dentition des Proboscidiens fossiles (Dinotherium, Mastodon et Éléphants) et sur la distribution stratigraphique de leurs débris en Europe. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 2e sér., XXI, p. 469-515, pl. XIII-XV, 1859.

22. — A. Leith Adam. Monograph of the British fossil Elephants. *Palæontogr. Soc.*, 265 p., 38 pl., 1877-1881.

23. — Hans Pohlig. Dentition und Kranologie des Elephas antiquus Falc. mit Beiträgen über Elephas primigenius Blum. und Elephas meridionalis Nesti. Ier Abschn. *Nova Acta d. K. Leop. Carol. Deutschen Akad. d. Naturf.*, LIII, 1, p. 1-280, 107 fig., 10 pl., 1888; LVII, p. 265-466, 45 fig., 7 pl., 1892.

24. — Marcellin Boule. Essai de Paléontologie stratigraphique de l'Homme. *Revue d'Anthropologie*, 3e sér., III, p. 129-144, 272-297, 385-411, 647-680, 1889.

25. — Charles Lyell. The geological evidences of the antiquity of Man, with remarks on theories of the origin of species by variation. 2d edit. 1 vol. in-8°, 528 p., 58 fig. London, 1863.

26. — Moritz Hoernes. Natur- und Urgeschichte des Menschen. 2 vol. in-8°, XII + 591 + VII + 608 p., 472 fig., 37 pl. Wien u. Leipzig, 1909.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

27. — W. Branco. Der fossile Mensch. *Verh. d. V. Intern. Zoologen-Congr. zu Berlin, 1901*, p. 237-261, 5 fig., 1902.

28. — Hugo Obermaier. Das geologische Alter des Menschengeschlechts. *Mitt. d. geol. Ges. in Wien*, I, p. 290-322, 1908.

29. — Albrecht Penck. Das Alter des Menschengeschlechtes. *Zeitschr. f. Ethnol.*, 1908, p. 390-407, 3 fig.

30. — Hugues Obermaier. Les restes humains quaternaires dans l'Europe centrale. *L'Anthrop.*, XVI, p. 385-410, 1 fig., 1905; XVII, p. 55-80, 1 fig., 1906.

31. — W. J. Sollas. Palæolithic Man. Anniversary adress of the President. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, LXVI, p. LVII-LXXXVIII, 1910.

32. — Sir John Lubbock. L'Homme préhistorique étudié d'après les monuments et les costumes retrouvés dans les différents pays de l'Europe, suivi d'une étude sur les mœurs et coutumes des sauvages actuels. *Bibl. scient. intern.*, n° 63, 3e édit., 2 vol. in-8°, 306 + 292 p., 228 fig. Paris, 1888.

33. — Gabriel de Mortillet. Le Préhistorique, antiquité de l'Homme. *Bibl. des Sc. contempor.*, n° 8, 1 vol. in-18, 642 p., 64 fig. Paris, 1883.

34. — Joseph Déchelette. Manuel d'Archéologie préhistorique, celtique et gallo-romaine. 2 vol. in-8°. I. Archéologie préhistorique, 747 p., 249 fig.; II. Archéologie celtique ou protohistorique, 1re partie : Age du Bronze. 512 + 191 p., 212 fig., 5 pl., 1 carte. Paris, 1908-1910.

35. — Hugo Obermaier. Die Steingeräte des französischen Altpaläolithikums. Eine kritische Studie über ihre Stratigraphie und Evolution. *Mitt. d. prähist. Kommiss. d. k. Akad. d. Wiss. i. Wien*, II, p. 1-125, 134 fig., 1908.

36. — A. Rutot. Sur l'âge des gisements de silex taillés découverts sur le territoire des communes de Haine-Saint-Pierre, Ressaix, Épinois, etc., canton de Binche, province de Hainaut (Belgique). *Bull. Soc. d'Anthrop. de Bruxelles*, XVII, Mém., I, 124 p., 181 fig., 1899.

37. — Id. Sur l'Homme préquaternaire. *Ibid.*, XIX, Mém. II, 19 p., 6 fig., 1900.

38. — Id. Les industries primitives. Défense des éolithes. Les actions naturelles possibles sont inaptes à produire des effets semblables à la retouche intentionnelle. *Ibid.*, XX, Mém. III, 68 p., 5 fig., 1902.

39. — A. Laville. Les prétendues éolithes du Sénonien et de l'Éocène inférieur. *Feuille des Jeunes Natur.*, 4e sér., VI, p. 33-36, 17 fig., 1906.

40. — V. Commont. A propos d'éolithes. Silex présentant les apparences de la taille intentionnelle à la base de l'éocène. *Annales Soc. Géol. du Nord*, XXXVIII, p. 462-480, 9 fig., 1909.

41. — Marcellin Boule. L'origine des éolithes. *L'Anthropologie*, XVI, p. 257-267, 15 fig., 1905.

42. — A. de Lapparent. La fable éolithique. *Le Correspondant*, CCXXI, p. 1076-1092, 1905.

43. — R. Bonnet und G. Steinmann. Die « Eolithen » des Oligozäns in Belgien. *Sitzungsber. herausgeg. v. naturhist. Ver. d. preuss. Rheinl. u. Westf.*, 1909, A. p. 57-87, 15 fig.

44. — Clement Reid. The Geology of the country around Cromer (explanation of sheet 68 E). *Mem. of the Geol. Surv. of Engl. a. Wales.* 143 p., 13 fig , 1 pl., 1882.

45. — Hans Pohlig. Ueber Elephas trogontherii in England. *Zeitschr. d. D. geol. Ges., Monatsber.*, 1909, p. 242-249, 3 fig.

46. — C. Gottsche. Die tiefsten Glacialablagerungen der Gegend von Hamburg. *Mitth. d. Geogr. Ges. in Hamburg*, XIII, p. 131-140, 1897.

47. — Henr. Munthe. Studien über ältere Quartärbildungen im südbaltischen Gebiete. *Journ. of the Geol. Institution of the Univers. of Upsala*, III, p. 27-114, 5 fig., 1896.

48. — Felix Wahnschaffe. Die Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes, auf geologischer Grundlage dargestellt. 3te Aufl. 1 vol. in-8°, 405 p., 39 fig., 24 pl. Stuttgart, 1909.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

49. — G. Berendt, K. Keilhack, H. Schröder und F. Wahnschaffe. Neuere Forschungen auf dem Gebiete der Glacialgeologie in Norddeutschland erläutert an einigen Beispielen. *Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst.*, XVIII, p. 42-129, 19 fig., pl. I-IV, 1899.

50. — K. Keilhack. Begleitworte zur Karte der Endmoränen und Urstromthäler Norddeutschlands. *Ibid.*, XXX, p. 507-510, pl. XVI, 1909.

51. — F. Johnstrup. Ueber die Lagerungsverhältnisse und die Hebungsphänomene in den Kreidefelsen auf Möen und Rügen. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, XXVI, p. 533-585, pl. XI-XII, 1874.

52. — E Philippi. Die Störungen der Kreide und des Diluviums auf Jasmund und Arkona (Rügen). *Zeitschr. f. Gletscherkunde*, I, p. 81-112, 199-224, 10 fig., pl. II-V, 1907.

53. — N. V. Ussing. La grande moraine terminale, dite Baltique, en Jutland (en danois, résumé en franç.). *Bull. de l'Acad. R. des Sc. et des Lettres de Danem.*, 1903, p. 99-165, 3 fig., 1 pl.

54. — C. Gottsche. Die Endmoränen und das marine Diluvium Schleswig-Holsteins. *Mitth. d. geogr. Ges. in Hamburg*, XIII, p. 1-57, pl. I-VII, carte 1, 1897; XIV, 68 p., 1898.

55. — J. J. Sederholm. Les dépôts quaternaires en Finlande. *Bull. de la Commiss. Géol. de Finl.*, n° 10, 28 p., 1 carte, 1899.

56. — Hans Reusch. A note on the last stage of the Ice Age in Central Scandinavia. *Journ. of Geol.*, II, p. 326-332, 8 fig., 1894.

57. — Gerard De Geer. Das spätglaciale Süd-Schweden. Uebersichtskarte mit Osen, Endmoränen und Schrammen von der Schwedischen geologischen Landesanstalt ausgegeben. 1 carte en 4 feuilles 1 : 50 000. Stockholm, 1910.

58. — Id. On late Quaternary time and climate. *Geol. Fören. Förhandl.*, XXX, p. 459-464, 1909.

59. — Id. Quaternary sea-bottoms of Western Sweden. *Ibid.*, XXXII, p. 1139-1195, 9 fig., 3 pl , 3 tabl., 1910.

60. — Id. Dal's Ed. Some stationary ice-borders of the last glaciation. *Ibid.*, XXXI, p. 512-556, 8 fig., 3 pl., 1910.

61. — H. Munthe. Studies in the late-quaternary history of Southern Sweden. *Ibid.*, XXXII, p. 1197-1293, 35 fig., 3 pl., 1910.

62. — A. G. Högbom. Quartärgeologische Studien im mittleren Norrland. *Ibid.*, XXXI, p. 557-628, 29 fig., 4 pl., 1910.

63. — Axel Gavelin och A. G. Högbom. Norra Sveriges issjöar. *Sveriges Geol. Unders.*, ser. Ca, *Afh. och uppsatser i 4°*, n° 7, 160 p., 60 fig., 7 cartes, 1910.

64. — A. G. Nathorst. Spätglaciale Süsswasserablagerungen mit arktischen Pflanzenresten in Schonen. *Geol. Fören. Förhandl.*, XXXII, p. 533-560, 3 fig., 1910.

65. — Hans Menzel. Klimaänderungen und Binnenmollusken im nördlichen Deutschland seit der letzten Eiszeit. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, LXII, p. 199-267, 1910.

66. — Felix Wahnschaffe. Anzeichen für die Veränderung des Klimas seit der letzten Eiszeit im norddeutschen Flachlande. *Ibid.*, LXII, p. 268-280, 1910.

67. — W. C. Brøgger. Strandliniens beliggenhed under stenalderen i det sydøstlige Norge. *Norges Geol. Unders.*, n° 41, 339 p., 9 fig., 11 pl., 2 cartes, 1905.

68. — Henr. Munthe. Preliminary Report on the Physical Geography of the Litorina-Sea. *Bull. of the Geol. Institution*, II, p. 1-38, pl. I-II, 1895.

69. — Id. Studier öfver Gottlands semkvartära historia (résumé en angl.). *Sver. Geol. Unders.*, ser. Ca, n° 4, 213 p., 62 fig., 2 pl., 1 carte, 1910.

70. — Gunnar Andersson. Die Entwicklungsgeschichte der skandinavischen Flora. *Publ. scient. de l'Assoc. intern. des Botanistes*, I, p. 45-97, 30 fig., 1906.

71. — Rutger Sernander. On the evidence of Postglacial changes of climate furnished by the peat-mosses of Northern Europe. *Geol. Fören. Förhandl.*, XXX, p. 465-473, 1909.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

72. — LENNART VON POST. Stratigraphische Studien über einige Torfmoore in Närke. *Ibid.*, XXXI, p. 629-706, 14 fig., 2 pl., 1910.

73. — GUNNAR ANDERSSON. Studier öfver Finlands torfmossar och fossila kvartärflora (résumé en all.). *Bull. de la Commiss. géol. de Finlande*, n° 8, p. 1-210, pl. I-IV, 1898.

74. — N. KNIPOWITSCH. Zur Kenntniss der geologischen Geschichte der Fauna des Weissen und des Murman-Meeres. *Verh. d. K. Russ. Miner. Ges.*, XXXVIII, p. 1-169, 1900.

75. — WILHELM RAMSAY. Beiträge zur Geologie der recenten und pleistocänen Bildungen der Halbinsel Kanin. *Fennia*, XXI, n° 7, 66 p., 12 fig., 4 pl., 1904.

76. — HENR. MUNTHE. On the Interglacial Submergence of Great Britain. *Bull. of the Geol. Institution of the Univers. of Upsala*, III, p. 369-411, 4 fig., 1898.

77. — W. WILLIAMS. On the occurrence of Megaceros Hibernicus Owen, in the ancient lacustrine deposits of Ireland; with remarks on the probable age of these beds. *Geol. Mag.*, dec. 2, VIII, p. 354-363, 1 fig., 1881.

78. — JOSEPH PRESTWICH. Theoretical considerations on the conditions under which the « Drift » deposits containing the remains of extinct Mammalia and flint implements were accumulated and on their geological age. *Philos. Trans.*, 1864, II, p. 247-309, 18 fig., pl. IV-V.

79. — ID. On the occurrence of the Cyrena fluminalis, together with marine shells of recent species, in beds of sand and gravel over beds of Boulder-clay near Hull. *Ibid.*, XVII, p. 446-456, 4 fig., 1861.

80. — ID. On the occurrence of the Cyrena fluminalis at Summertown, near Oxford. *Geol. Mag.*, dec. 2, IX, p. 49-50, 1882.

81. — A. RUTOT. Note sur la position stratigraphique de la Corbicula fluminalis dans les couches quaternaires du bassin anglo-franco-belge. *Bull. Soc. Belge de Géol.*, XIV, Mém., p. 1-24, 1900.

82. — CHARLES BARROIS. Sur les plages soulevées de la côte occidentale du Finistère. *Annales Soc. Géol. du Nord*, IX, p. 239-268, 1883.

83. — ID. Sur l'extension du limon quaternaire en Bretagne. *Ibid.*, XXVI, p. 33-44, 1 fig., 1897.

84. — SIRODOT. Les Éléphants du mont Dol (Ille-et-Vilaine). *C. R. Ac. Sc.*, CXII, p. 373-375, 1891.

85. — A. BIGOT. Sur les dépôts pléistocènes et actuels du littoral de la basse Normandie. *C. R. Ac. Sc.*, CXXV, p. 380-382, 1897.

86. — L. CAYEUX. Les tourbes immergées de la côte Bretonne dans la région de Plougasnou-Primel (Finistère). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., VI, p. 142-147, 1 fig., 1906.

87. — EUG. DUBOIS. Over een equivalent van het Cromer Forest-Bed, in Nederland. *K. Akad. van Wetensch. te Amsterdam. Verslag van de gewone vergaderingen d. wis.- en naturk. afd.*, XIII, 1, p. 243-251, 2 fig., 1904.

88. — MICHEL MOURLON. Les mers quaternaires en Belgique d'après l'étude stratigraphique des dépôts flandriens et campiniens et de leurs relations avec les couches tertiaires pliocènes. *Bull. de l'Acad. R. de Belg.*, 3e sér., XXXII, p. 671-711, 1896.

89. — A. RUTOT. Les origines du Quaternaire de la Belgique. *Bull. Soc. Belge de Géol.*, XI, Mém., p. 1-140, fig., pl. I, 1897.

90. — ID. Esquisse d'une comparaison des couches pliocènes et quaternaires de la Belgique avec celles du Sud-Est de l'Angleterre. *Ibid.*, XVII, Mém., p. 57-101, 1 tabl., 1903.

91. — ID. Essai de comparaison entre la série glaciaire du professeur A. Penck et les divisions du Tertiaire supérieur et du Quaternaire de la Belgique et du Nord de la France. *Ibid.*, XX, Mém., p. 23-43, 1 tabl., 1906.

92. — EWALD WÜST. Untersuchungen über das Pliozän und das älteste Pleis-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

tozän Thüringens nördlich vom Thüringer Walde und westlich von der Saale. *Abh. d. naturf. Ges. zu Halle*, XXIII, p. 19-368, 2 fig., pl. I-IX, 4 tabl., 1901.

93. — Arthur Weiss. Die Conchylienfauna der Kiese von Süssenborn bei Weimar. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, LI, p. 156-167, 1899.

94. — Id. Ueber die Conchylien-Fauna der interglacialen Travertine des Weimar-Taubacher Kalktuffbeckens. *Ibid.*, XLVIII, p. 171-182, 1896.

95. — Id. Ueber die Conchylienfauna der interglacialen Travertine (Kalktuffe) von Burgtonna und Gräfentonna in Thüringen. *Ibid.*, XLIX, p. 683-689, 1897.

96. — Alessandro Portis. Ueber die Osteologie von Rhinoceros Mercki Jäg. und über die diluviale Säugethierfauna von Taubach bei Weimar. *Palæontogr.*, XXV, p. 141-162, pl. XIX-XXI, 1878.

97. — Keilhack. Ueber das Auftreten zweier verschiedenaltriger Lösse in der Gegend von Altenburg und Meuselwitz. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, L, Verh., p. 179-181, 1 fig., 1898.

98. — E. Koken. Diluvialstudien. *N. Jahrb. f. Miner.*, 1909, II, p. 57-90, 12 fig., pl. X-XII.

99. — E. Belgrand. Histoire générale de Paris. La Seine. Le Bassin parisien aux âges antéhistoriques. 2 vol. in-4°, XV + 289 + 56 p., 7 fig., 7 + 13 + 79 pl. Avec Annexe par J. R. Bourguignat, 32 p., 2 pl. Paris, 1869.

100. — A. Rothpletz. Das Diluvium um Paris und seine Stellung im Pleistocän. *Denkschr. d. schweizer. Ges. f. d. ges. Naturw.*, XXVIII, 2, 132 p., 3 pl., 1881.

101. — L. Capitan. Les alluvions quaternaires autour de Paris. Géologie, Paléontologie, Industrie, Étude critique. *Revue de l'École d'Anthrop.*, XI, p. 337-350, 1901.

102. — A. Briquet. Note préliminaire sur quelques points de l'histoire pliopleistocène de la région gallo-belge (Essai de classification chronologique des niveaux d'alluvions, des dépôts de lœss et des gisements paléontologiques et archéologiques). *Annales Soc. Géol. du Nord.*, XXXVI, p. 2-44, 1907.

103. — Laugel. La faune de Saint-Prest, près Chartres (Eure-et-Loir). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 2e sér., XIX, p. 709-718, 3 fig., 1862.

104. — J. Desnoyers. Sur des indices matériels de la coexistence de l'homme avec l'Elephas meridionalis dans un terrain des environs de Chartres, plus ancien que les terrains de transport quaternaires des vallées de la Somme et de la Seine. *C. R. Ac. Sc.*, LVI., p. 1073-1083, 1863.

105. — A. Laville. Coupe de la carrière de Saint-Prest, silex taillés. *Bull. de la Soc. d'Anthrop. de Paris*, sér. 5, II, p. 285-291, 3 fig., 1901.

106. — Id. Le Pliocène à Elephas meridionalis Nesti dans le département de la Seine. *Feuille des Jeunes Natur.*, 4e sér., XXXVI, p. 153-158, 3 fig., 1906.

107. — Id. L'Elephas trogontherii Pohlig, à Villejuif, et la situation stratigraphique de quatre haches néolithiques taillées et polies, à Villejuif et Ivry. *Ibid.*, 4e sér., XXXVIII, p. 89-92, 109-113, 129-132, 13 fig., 1908.

108. — Ameghino. Le Quaternaire de Chelles. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., IX, p. 242-257, 6 fig., 1881.

109. — A. Laville. Le gisement Chelléo-Moustiérien à Corbicules de Cergy. *Bull. de la Soc. d'Anthrop. de Paris*, 4e sér., IX, p. 56-68, 17 fig., 1898.

110. — Id. Réponse à M. Rutot sur son étude géologique et anthropologique du gisement de Cergy. *Ibid.*, 5e sér., III, p. 742-749, 1902.

111. — A. Rutot. Étude géologique et anthropologique du gisement de Cergy (Seine-et-Oise). *Bull. de la Soc. d'Anthrop. de Bruxelles*, XX, Mém. IV, 57 p., 33 fig., 1902.

112. — J. Ladrière. Étude stratigraphique du terrain quaternaire du Nord de la France. *Annales Soc. Géol. du Nord*, XVIII, p. 93-149, 205-276, 20 fig., 1890.

113. — A. Laville. Étude des limons et graviers quaternaires à silex taillés de la Glacière, Bicêtre et Villejuif, suivie d'une note sur un gisement de silex

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

taillés dans les limons à briques de Mantes-la-Ville. *L'Anthropologie*, IX, p. 278-297, 23 fig., 1898.

114. Id. — Le Quaternaire à industrie chelléo-moustiérienne du Dunois. *Feuille des Jeunes Natur.*, 4e sér., XXXVIII, p. 27-30, 7 fig., 1907.

115. — Id. Sur le dernier sol paléolithique aux environs de Paris. *Ibid.*, 4e sér., XXXIII, p. 2-4, 31-32, 3 fig., pl. I-II, 1907.

116. — V. Commont. Les industries de l'ancien Saint-Acheul. *L'Anthropologie*, XIX, p. 527-572, 75 fig., 1908.

117. — Id. L'industrie moustérienne dans la région du Nord de la France. 5e *Congr. Préhist. de France*, p. 115-157, 34 fig., 1910.

118. — R. Tournouër. Note complémentaire sur les tufs quaternaires de La Celle, près Moret (Seine-et-Marne). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., V, p. 646-671, 2 fig., pl. XII-XIII, 1877.

119. — Paul Jodot. Note sur la faune conchyliologique des tufs quaternaires de la Celle-sous-Moret (Seine-et-Marne). *C. R. A. F. A. S.*, Clermont-Ferrand, p. 425-430, 1908.

120. — Fliche. Étude paléontologique sur les tufs quaternaires de Resson. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XII, p. 6-31, 1883.

121. — Bleicher et Fliche. Recherches relatives à quelques tufs quaternaires du Nord-Est de la France. *Ibid.*, 3e sér., XVII, p. 566-602, 6 fig., 1889.

122. — A. Parat. Le Quaternaire des grottes des vallées de l'Yonne et de la Cure. *Congr. intern. d'Anthrop. et d'Archéol. préhist., C. R. de la 13e sess. Monaco, 1906*, I, p. 284-286, 1907.

123. — Friedrich Kinkelin. Die Tertiär- und Diluvial-Bildungen des Untermainthals, der Wetterau und des Südabhanges des Taunus. *Abh. z. geol. Specialk. v. Preuss. u. d. Thür. Staaten*, IX, 4, 302 p., 12 fig., 2 cartes, 1892.

124. — E. Schumacher. Die Bildung und der Aufbau des oberrheinischen Tieflandes. *Mittheil. d. geol. Landesanst. v. Els.-Lothr.*, II, p. 183-401, 27 fig., pl. VI-VIII, 1890.

125. — L. van Werveke. Ueber das Pliocän des Unter-Elsass. *Ibid.*, III, p. 139-157, 1892.

126. — E. Schumacher. Ueber die Gliederung der pliocänen und pleistocänen Ablagerungen im Elsass. *Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges.*, XLIV, p. 828-838, 1892.

127. — A. Gutzwiller. Die Diluvialbildungen der Umgebung von Basel. *Verh. d. naturf. Ges. in Basel*, X, p. 512-690, 2 pl., 1895.

128. — G. Steinmann. Ueber das Diluvium am Rodderberge. *Sitzungsber. herausg. v. naturh. Ver. d. preuss. Rheinl. u. Westf.*, 1906, A, p. 21-33, 1 fig.

129. — De Lamothe. Note sur les terrains de transport du bassin de la Haute-Moselle et de quelques vallées adjacentes. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XXV, p. 378-438, 15 fig., pl. XVII, 1897.

130. — A. Leppla. Das Diluvium der Mosel. Ein Gliederungsversuch. *Jahrb. d. K. Pr. Geol. Landesanst.*, XXXI, p. 343-376, 1 fig., 1911.

131. — E. Schumacher. Geologische Beobachtungen in den Hochvogesen. *Mittheil. d. Commis. f. d. geol. Landes-Unters. v. Els.-Lothr.*, II, p. 18-73, pl. I-IV, 1889.

132. — Id. Uebersichtskarte der wichtigsten Glacialbildungen der südlichen und mittleren Vogesen. *Ibid.*, VI, pl. VI (sans texte), 1908.

133. — A. Delebecque. Le système glaciaire des Vosges françaises. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, XII, p. 1-15, 1 pl., 1901.

134. — G. Steinmann. Ueber Pleistocän und Pliocän in der Umgebung von Freiburg i. Br. *Mitt. d. Grossh. Bad. Geol. Landesanst.*, II, p. 65-135, 1890.

135. — Ibid. Ueber die Gliederung des Pleistocäns im badischen Oberlande. *Ibid.*, II, p. 743-791, 11 fig., 1893.

136. — Adolf Huber. Beiträge zur Kenntniss der Glazialerscheinungen im südöstlichen Schwarzwald. *Neues Jahrb. f. Miner.*, Beil.-Bd. XXI, p. 397-446, pl. XXI-XXIII, 1905.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

137. — A. Andreae. Der Diluvialsand von Hangenbieten im Unter-Elsass, seine geologischen und palæontologischen Verhältnisse und Vergleich seiner Fauna mit der recenten Fauna des Elsass. *Abh. z. geol. Specialk. v. Els.-Lothr.*, IV, 2, 81 p., 6 fig., 2 pl., 1884.

138. — H. Schröder. Die Wirbelthierfauna des Mosbacher Sandes. I. *Abh. d. K. Preuss. Geol. Landesanst.*, N. F., 18, 143 p., 14 pl., 1903.

139. — Wilhelm von Reichenau. Beiträge zur näheren Kenntniss der Carnivoren aus den Sanden von Mauer und Mosbach. *Abh. d. grossh. Hess. Geol. Landesanst.*, IV, p. 186-313, 14 pl., 1906.

140. — Otto Schœtensack. Der Unterkiefer des Homo heidelbergensis aus den Sanden von Mauer bei Heidelberg. Ein Beitrag zur Paläontologie des Menschen. 1 vol. in-4°, 67 p., 13 pl. Leipzig, 1908.

141. — E. Schumacher. Ueber das erste Auftreten des Menschen im Elsass. *Mitth. d. Philom. Ges. in Els.-Lothr.*, V, 3, p. 93-114, 4 fig., 1897.

142. — Id. Bemerkungen über die Fauna des Löss von Achenheim, im besonderen über die Lager von Ziesel und Murmeltier. *Mitt. d. Geol. Landesanst. v. Els.-Lothr.*, VII, p. 311-321, 1911.

143. — L. Döderlein und E. Schumacher. Ueber eine diluviale Säugethierfauna aus dem Ober-Elsass. *Mitth. d. Commiss. f. d. Geol. Landes-Unters. v. Els.-Lothr.*, I, p. 123-135, 1888.

144. — L. Döderlein. Die diluviale Thierwelt von Vöklinshofen. *Mitth. d. Philom. Ges. in Els.-Lothr.*, V, 3, p. 86-92, 1897.

145. — G. Schwalbe. Ueber die Schädelformen der ältesten Menschenrassen mit besonderer Berücksichtigung des Schädels von Egisheim. *Ibid.*, V, 3, p. 72-85, 2 fig., 1897.

146. — G. Steinmann. Die paläolithische Renntierstation von Munzingen am Tuniberge bei Freiburg i. B. *Ber. d. Naturf. Ges. zu Freib. i. B.*, XVI, p. 67-107, 53 fig., 1906.

147. — Martin Schmidt. Ueber Glazialbildungen auf Blatt Freudenstadt. *Mitt. d. geol. Abteil. d. K. Württ. Stat. Landesamtes*, n° 1, 41 p., 4 fig., 1 pl., 1907.

148. — Id. Beobachtungen im Diluvium des Nagoldtales. *Ber. ü. d. Vers. d. Oberrh. Geol. Ver.*, XLII, p. 91-103, 1909.

149. — E. Koken. Beiträge zur Kenntniss des schwäbischen Diluviums. *N. Jahrb. f. Miner.*, Beil.-Bd. XIV, p. 120-170, 4 fig., pl. II-V, 1901.

150. — Id. Löss und Lehm in Schwaben. *Ibid.*, 1900, II, p. 154-176, 2 fig., pl. VI-VII.

151. — E. Fraas. Ueber pleistocäne Bildungen im schwäbischen Unterlande. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, LVIII, p. 696-703, 2 fig., 1896.

152. — Rob. Rud. Schmidt. Der Sirgenstein und die diluvialen Kulturstätten Württembergs. *Inaug. Dissert. Tübingen.* 1 br. in-8°, 47 p., 1 pl. Stuttgart, 1910.

153. — Joseph Partsch. Die Vergletscherung des Riesengebirges zur Eiszeit, nach eigenen Untersuchungen dargestellt. *Forschungen zur deutschen Landes- u. Volkskunde*, VIII, 2, p. 99-194, 11 fig., 2 cartes, 4 pl., 1894.

154. — J. N. Woldřich. Fossile Steppenfauna aus der Bulovka nächst Košíř bei Prag und ihre geologisch-physiographische Bedeutung. *N. Jahrb. f. Miner.*, 1897, II, p. 159-211, 5 fig., pl. IV-V.

155. — H. G. Stehlin. Une faune à Hipparion à Perrier. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., IV, p. 432-444, 1904.

156. — M. Boule. Sur les gisements de Mammifères fossiles de la montagne de Perrier (Puy-de-Dôme). *Ibid.*, 4e sér., V, p. 102-104, 1905.

157. — Arm. Laurent. Quelques observations nouvelles sur les terrains sédimentaires du Velay. *Ibid.*, 4e sér., VII, p. 386-391, 1907.

158. — Charles Depéret. Sur le Pliocène du bassin du Puy. *Ibid.*, 4e sér., VII, p. 424-426, 1907.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

159. — Marcellin Boule. La topographie glaciaire en Auvergne. *Annales de Géogr.*, V, p. 276-296, 18 fig., pl. VII, 1896.

160. — Pierre Marty. Le thalweg géologique de la moyenne vallée de la Cère. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XXII, p. 34-63, 5 fig., pl. II-III, 1894.

161. — E. Chaput. Sur les alluvions quaternaires de la Loire et de l'Allier. *C. R. Ac. Sc.*, CXLII, p. 89-91, 1908.

162. — M. Boule et A. Verchère. L'abri sous roche du Rond, près Saint-Arcons-d'Allier (Haute-Loire). *L'Anthropologie*, X, p. 385-396, 23 fig., 1899.

163. — Édouard Harlé et H. G. Stehlin. Une nouvelle faune de Mammifères des Phosphorites du Quercy. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., IX, p. 39-52, 5 fig., 1909.

164. — Marcellin Boule. Le Plateau de Lannemezan et les alluvions anciennes des hautes vallées de la Garonne et de la Neste. *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, VI, p. 447-469, 4 fig., 4 pl., 1895.

165. — Id. Sur les terrains pliocènes et quaternaires du bassin Sous-Pyrénéen. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., IV, p. 345-347, 1904.

166. — Albrecht Penck. La période glaciaire dans les Pyrénées (trad. par L. Braemer). *Bull. Soc. d'Hist. Nat. de Toulouse*, XIX, p. 105-200, 1 carte, 1885.

167. — Édouard Harlé. Catalogue de Paléontologie quaternaire des collections de Toulouse. *Ibid.*, XXXII, p. 5-44, 18 fig., 1 pl., 1899.

168. — Id. Notes sur la Garonne. *Ibid.*, XXXII, p. 149-198, 5 fig., 1899.

169. — L.-A. Fabre. Le sol de la Gascogne. *La Géographie*, XI, p. 257-284, 343-358, 413-434, fig. 72-77, 86-87, 97-99, pl. II-III, 1905.

170. — Hugo Obermaier. Beiträge zur Kenntniss des Quartärs in den Pyrenäen. *Arch. f. Anthrop.*, N. F., IV, p, 299-310, 5 fig., pl. XL-XLI, 1906; V, p. 244-262, 6 fig., pl. XVI, 1906.

171. — L. Mengaud. Contribution à l'étude du Glaciaire et des terrasses de l'Ariège et du Salat. *Bull. Soc. d'Hist. Nat. de Toulouse*, XXXXIII, p. 19-41, 6 fig., 1910.

172. — Édouard Harlé. Découverte d'ossements d'Hyènes rayées dans la grotte de Montsaunès (Haute-Garonne). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XXII, p. 234-241, 1 fig., 1894.

173. — Id. Restes d'Hyènes rayées de la brèche d'Es-Taliens à Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées). *Ibid.*, 3e sér., XXIII, p. 44-49, 4 fig., 1895.

174. — Id. Porc-épic quaternaire de Montsaunès (Haute-Garonne). *Ibid.*, 3e sér., XXVI, p. 532-534, 1 fig., 1898.

175. — Marcellin Boule. La caverne à ossements de Montmaurin (Haute-Garonne). *L'Anthropologie*, XIII, p. 305-319, 9 fig., 1902.

176. — Id. La ballastière de Tilloux près de Gensac-la-Pallue (Charente). *Ibid.*, VI, p. 497-509, 14 fig., 1895.

177. — H. Breuil. La question aurignacienne. Étude critique de Stratigraphie comparée. *Revue préhistorique*, 2e année, p. 173-219, 1907.

178. — Albert Gaudry et Marcellin Boule. Les oubliettes de Gargas. *Matériaux pour l'histoire des temps quaternaires*, IV, p. 105-130, 2 fig., pl. XX-XXIV, 1892.

179. — Marcellin Boule. Les grands Chats des Cavernes. *Annales de Paléont.*, I, p. 69-95, 12 fig., pl. IV-VII, 1906.

180. — Marcellin Boule et G. Chauvet. Sur l'existence d'une faune d'animaux arctiques dans la Charente à l'époque Quaternaire. *L'Anthropologie*, X, p. 315-317, 1899.

181. — H. Klaatsch und O. Hauser. Homo mousteriensis Hauseri, ein altdiluvialer Skelettfund im Departement Dordogne und seine Zugehörigkeit zum Neandertaltypus. *Archiv f. Anthrop.*, N. F., VII, p. 287-297, 10 fig., pl. XIII, 1909.

182. — Marcellin Boule. L'Homme fossile de la Chapelle-aux-Saints (Corrèze). *L'Anthropologie*, XIX, p. 519-525, 3 fig., 1908; XX, p. 257-271, 8 fig., 1909.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

183. — Bourlon. L'industrie moustérienne au Moustier. *Congr. intern. d'Anthrop. et d'Archéol. préhist. C. R. de la 13e sess., Monaco 1906*, I, p. 287-322, fig. 54-100 bis, 1907.

184. — H. Breuil. Les gisements présolutréens du type d'Aurignac. Coup d'œil sur le plus ancien âge du Renne. *Ibid.*, I, p. 323-350, fig. 101-110, 1907.

185. — Id. Essai de stratigraphie des dépôts de l'âge du Renne. *1er Congr. préhist. de la France, sess. de Périgueux*, p. 74-80, 1906.

186. — Édouard Piette. Études d'ethnographie préhistorique. *L'Anthropologie*, VI, p. 276-292, 25 fig., 1895; VII, p. 1-17, 385-427, 76 + 107 fig., pl. in-4°, 1896; VIII, p. 165-173, 6 fig., pl. I, 1897; IX, p. 531-555, 29 fig., 1898; XIV, p. 641-653, 13 fig., 1903; XV, p. 129-176, 73 fig., pl. I, 1904; XVI, p. 1-11, 11 fig., 1905; XVII, p. 28-53, 29 fig., 1906.

187. — Id. Hiatus et lacune. Vestiges de la période de transition dans la grotte du Mas-d'Azil. *Bull. de la Soc. d'Anthrop. de Paris*, 4e sér., VI, p. 235-267, 1895.

188. — E. Cartailhac et l'abbé H. Breuil. Les peintures et gravures murales des cavernes pyrénéennes. *L'Anthropologie*, XV, p. 625-644, 18 fig., 1904; XVI, p. 431-444, 10 fig., 1905; XIX, p. 15-46, 32 fig., 1908.

189. — H. Breuil. L'évolution de l'art pariétal des cavernes de l'âge du Renne. *Congr. intern. d'Anthr. et d'Archéol. préhist. C. R. de la 13e sess., Monaco, 1906*, I, p. 367-386, fig. 119-133, 1907.

190. — Édouard Harlé. Restes d'Elephas primigenius sous le sable des Landes. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., X, p. 163-165, 1910.

191. — Albrecht Penck. Die Vergletscherung der Deutschen Alpen, ihre Ursachen, periodische Wiederkehr und ihr Einfluss auf die Bodengestaltung. 1 vol. in-8°, 483 p., 16 fig., 2 tabl., 2 cartes, 2 pl. Leipzig, 1882.

192. — Eduard Brückner. Die Vergletscherung des Salzachgebietes, nebst Beobachtungen über die Eiszeit in der Schweiz. *Geogr. Abhandl.*, I, 1, p. 1-183, 10 fig., pl. I-III, cartes 1-3, 1886.

193. — Ludwig von Ammon. Die Gegend von München geologisch dargestellt. 1 vol. in-8°, 152 p., 12 fig., 6 pl., 1 carte. München, 1894.

194. — Albrecht Penck und Eduard Brückner. Die Alpen im Eiszeitalter. 3 vol. in-8°, XVI + X + XII + 1199 p., 156 fig., 30 pl., 19 cartes. Leipzig, 1901-1909.

195. — Hugo Obermaier. Les formations glaciaires des Alpes et l'Homme paléolithique. *L'Anthropologie*, XX, p. 498-522, 10 fig., 1909.

196. — Rudolf Hoernes. Der Einbruch von Salzburg und die Ausdehnung des interglazialen Salzburger Sees. *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Kl.*, CXVII, I, p. 1177-1193, 1 fig., 1908.

197. — Albrecht Penck. Die interglazialen Seen von Salzburg. *Zeitschr. f. Gletscherkunde*, IV, p. 81-95, 4 fig., 1910.

198. — R. v. Wettstein. Die fossile Flora der Höttinger Breccie. *Denkschr. d. math.-naturw. Kl. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien*, LIX, p. 479-524, 7 pl., 1892.

199. — A. Gutzwiller. Die löcherige Nagelfluh, ihre Beziehungen zu den tertiären und quartären Bildungen. *Ber. d. Gewerbeschule zu Basel.* 1 br. in-4°, 30 p. Basel, 1879-80.

200. — Léon du Pasquier. Ueber die fluvioglacialen Ablagerungen der Nordschweiz (ausserhalb der inneren Moränenzone). *Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz*, XXXI, 140 p., 2 cartes, 1 pl. de coupes, 1891.

201. — A. Baltzer. Der diluviale Aargletscher und seine Ablagerungen in der Gegend von Bern mit Berücksichtigung des Rhonegletschers. *Ibid.*, XXX, 169 p., 38 fig., 17 pl., 1 carte géol. au 1/25000, 1896.

202. — J. Früh. Der postglaciale Löss im St. Galler Rheinthal mit Berücksichtigung der Lössfrage im allgemeinen. *Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. in Zürich*, XLIV, p. 157-191, 1899.

203. — Marcellin Boule. La station quaternaire du Schweizersbild près de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Schaffouse (Suisse) et les fouilles du Dr Nüesch. *Nouv. Arch. des Miss. scient. et litt.*, III, p. 87-109, 19 fig., pl. I-IV, 1893.

204. — Jakob Nuesch. Das Schweizersbild, eine Niederlassung aus palæolithischer und neolithischer Zeit. 2te Aufl. *Neue Denkschr. d. allg. schweizer. Ges. f. d. ges. Naturw.*, XXV, 368 p., 35 fig., 1 carte, 30 pl., 1902.

205. — Id. Der Dachsenbüel, eine Höhle aus früh-neolithischer Zeit, bei Herblingen, Kanton Schaffhausen. *Ibid.*, XXXIX, 1, VIII + 126 p., 14 fig., 6 pl., 1903.

206. — Id. Das Kesslerloch, eine Höhle aus paläolithischer Zeit. *Ibid.*, XXXIX, 2, VIII + 128 p., 6 fig., 34 pl., 1904.

207. — J. Heierli. Das Kesslerloch bei Thaingen. *Ibid.*, XLIII, VI + 214 p., 14 fig., 32 pl., 1907.

208. — Franz Schwerz. Versuch einer anthropologischen Monographie des Kantons Schaffhausen, speziell des Klettgaues. *Ibid.*, XLV, 2, VIII + 210 p., 89 fig., 1 carte, 87 tabl., 1910.

209. — E. Bächler. Die prähistorische Kulturstätte in der Wildkirchli-Ebenalphöhle. *Verh. d. Schweizer. Naturf. Ges. 89. Jahresvers. St-Gallen*, p. 347-420, fig., 4 pl., 1906.

210. — A. Falsan et E. Chantre. Monographie géologique des anciens glaciers et du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône. 2 vol. gr. in-8°, XXVIII + 622 + 572 p., 142 fig., 1 carte en 6 feuilles au 1/80 000. Lyon, 1879-1880.

211. — W. Kilian et M. Gignoux. Les niveaux de cailloutis et les terrasses des environs de Saint-Rambert-d'Albon (Drôme) et de Beaurepaire (Isère). *C. R. Ac. Sc.*, CLI, p. 1023-1026, 1910.

212. — Id. Les terrasses fluvio-glaciaires de la Bièvre et de la Basse-Isère. *Ibid.*, CLI, p. 1100-1103, 1910.

213. — Id. Essai de coordination des niveaux de cailloutis et des terrasses du Bas-Dauphiné. *Ibid.*, CLI, p. 1329-1332, 1910.

214. — Ernest Chantre. Paléontologie humaine. L'Homme quaternaire dans le bassin du Rhône. Étude géologique et anthropologique. *Thèses Fac. Sc. Lyon.* 1 vol. in-8°, 193 p., 74 fig., 1901.

215. — Marcellin Boule. Observations sur un silex taillé du Jura et sur la chronologie de M. Penck. *L'Anthropologie*, XIX, p. 1-13, 1 fig., 1908.

216. — Adrien Arcelin. Les nouvelles fouilles de Solutré (près Mâcon, Saône-et-Loire). *L'Anthropologie*, I, p. 295-313, 11 fig., 1890.

217. — P. Lory. Quelques observations sur le Pléistocène de la région grenobloise. *Annales de l'Univers. de Grenoble*, XV, p. 195-199, pl. I-II, 1903.

218. — David Martin. Le Diluvium et la période glaciaire dans les Hautes-Alpes, *Bull. de la Soc. d'Études des Hautes-Alpes*, 9e ann., p. 385-401, 1890.

219. — Id. Faits nouveaux ou peu connus relatifs à la période glaciaire. *Mém. de l'Ac. des Sc., Belles-Lettres et Arts de Lyon*, VIII, p. 1-37, 4 fig., 1905.

220. — W. Kilian et A. Penck. Les dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires du bassin de la Durance. *C. R. Ac. Sc.*, CXX, p. 1354-1357, 1895.

221. — Émile Haug. Feuille de Gap (tectonique et dépôts pléistocènes). *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, XII, p. 78-86, 3 fig., 1901.

222. — W. Kilian. Sur les tufs calcaires du Lautaret (Hautes-Alpes). *C. R. Ac. Sc.*, CXIX, p. 574-576, 1894.

223. — P. Fliche. Flores des tufs du Lautaret (Hautes-Alpes) et d'Entraigues (Savoie). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., IV, p. 387-400, 1904.

224. — A. Portis. De alcune specie di mammiferi del Pliocene superiore e dell'età del deposito lignitico di Leffe. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, XVII, p. 244-251, 1898.

225. — A. Baltzer. Beiträge zur Kenntniss der interglacialen Ablagerungen. *N. Jahrb. f. Miner.*, 1896, I, p. 159-186, pl. III-V.

226. — Roman Lucerna. Gletscherspuren in den Steiner Alpen. *Geogr. Jahresber. a. Œsterr.*, IV, p. 9-74, 10 fig., 1 pl., 1906.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

227. — Hugues Obermaier. La station paléolithique de Krapina. *L'Anthropologie*, XVI, p. 13-27, 2 fig., 1905.

228. — Albert Gaudry. L'Éléphant de Durfort. *Centenaire de la fondation du Mus. d'Hist. Nat. Vol. commém.*, p. 325-347, 1 pl., 1893.

229. — Ch. Depéret. Sur l'existence de mouvements du sol récents dans la région orientale des Pyrénées. *Bull. Soc. Géol. fr.*, 4e sér., X, p. 523-524, 1910.

230. — Id. Les anciennes lignes de rivage de la côte française de la Méditerranée. *Ibid.*, 4e sér., VI, p. 207-230, 1 fig., 1906.

231. — Édouard Harlé. La Hyaena intermedia et les ossements humatiles des cavernes de Lunel-Viel. *Ibid.*, 4e sér., X, p. 34-50, 4 fig., 1910.

232. — L. Collot. Pliocène et Quaternaire de la région du Bas-Rhône. *Ibid.*, 4e sér., IV, p. 401-415, 1904.

233. — E. Caziot et E. Maury. Nouveaux gisements de Pléistocène marin de la côte des Alpes-Maritimes et Géologie du cap d'Aggio, *Ibid.*, 4e sér., IV, p. 420-431, 2 fig., 1904.

234. — Id. Étude géologique de la presqu'île de St-Jean (Alpes-Maritimes). *Ibid.*, 4e sér., V, p. 581-592, 5 fig., 1905.

235. — Les Grottes de Grimaldi (Baoussé-Roussé). 2 vol. gr. in 4° (en cours). Monaco, 1896 —.

I, 1. Historique et description, par le chanoine L. de Villeneuve. P. 1-70, 1 pl., 1906. — 2. Géologie et paléontologie, par Marcellin Boule. P. 71-156, fig. 1-18, pl. I-XIII, 1906. — 3. Id. (suite) P. 157-236, fig. 19-33, pl. XIV-XXIX, 1910.

II, 1. Anthropologie, par le Dr René Verneau. P. 1-212, fig. 1-45, pl. I-XI, 1906.

236. — C. J. Forsyth Major. On the Mammalian Fauna of the Val d'Arno. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, XLI, p. 1-8, 1885.

237. — K. Ant. Weithofer. Die fossilen Proboscidier des Arnothales in Toskana. *Beitr. z. Pal. Œsterr.-Ung.*, VIII, p. 107-240, fig., pl. I-XV, 1890.

238. — C. De Stefani. Le ligniti del bacino di Castelnuovo di Garfagnana. *Boll. Com. Geol. d'Ital.*, XVIII, p. 212-241, pl. VI, 1887.

239. — Maurice Gignoux. Définition stratigraphique de l'étage sicilien. *C. R. Ac. Sc.*, CXLVII, p. 1497-1499, 1908.

240. — Id. Sur la classification du Pliocène et du Quaternaire dans l'Italie du Sud. *Ibid.*, CL, p. 841-844, 1910.

241. — Id. Les couches à Strombus bubonius (Lmk.) dans la Méditerranée occidentale. *Ibid.*, CLII, p. 339-341, 1911.

242. — Id. Résultats généraux d'une étude des anciens rivages dans la Méditerranée occidentale. *Annales de l'Univers. de Grenoble*, XXIII, p. 113-133, 1911.

243. — Serafino Cerulli-Irelli. Fauna malacologica Mariana. *Palæontogr. Ital.*, XIII, p. 65-139, pl. III-XII; XIV, p. 1-63, pl. I-XII; XV, p. 125-213, pl. XXIII-XXXIII, 1907-1909.

244. — Marchese di Monterosato. Catalogo delle Conchiglie fossili di Monte Pellegrino e Ficarazzi presso Palermo. *Boll. Com. Geol. d'Ital.*, VIII, p. 28-42, 1877.

245. — Giuseppe de Stefano. L'Elephas (Euelephas) antiquus Falc. in Calabria e la sua contemporaneità con l'Elephas meridionalis Nesti, l'Elephas primigenius Blum. ed il Rhinoceros Mercki Jaeg. nel Post-Pliocene dell' Italia e dell' estero. 1 br. in-8°, 28 p., 1 pl. Reggio di Calabria, 1901.

246. — E. Clerici. Sulla Corbicula fluminalis dei dintorni di Roma e sui fossili che l'accompagnano. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, VII, p. 105-128, pl. IV-V, 1888.

247. — De Lamothe. Note sur les relations stratigraphiques qui paraissent exister entre les anciennes lignes de rivage de la côte algérienne et celles signalées sur la côte niçoise. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., IV, p. 14-38, 1 fig., 1904.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

248. — Flick et Pervinquière. Sur les plages soulevées de Monastir et de Sfax (Tunisie). *Ibid.*, 4e sér., IV, p. 195-206, 1904.

249. — De Lamothe. Les dépôts pleistocènes à Strombus bubonius Lmk. de la presqu'île de Monastir (Tunisie). *Ibid.*, 4e sér., V, p. 537-559, 2 fig., 1905.

250. — Édouard Harlé. Essai d'une liste des Mammifères et Oiseaux quaternaires connus jusqu'ici dans la Péninsule Ibérique. *Ibid.*, 4e sér., IX, p. 355-370, 1909.

251. — Id. Faune de la grotte à Hyènes rayées de Furninha et d'autres grottes du Portugal. *Ibid.*, 4e sér., IX, p. 85-99, 1909.

251 *bis*. — Émile Cartailhac et l'abbé Henri Breuil. Peintures et gravures murales des cavernes paléolithiques. La caverne d'Altamira à Santillane près Santander (Espagne). 1 vol. gr. in-4°, 287 p., 204 fig , 37 pl. Monaco, 1906.

252. — G. Pruvot et A. Robert. Sur un gisement sous-marin de coquilles anciennes au voisinage du cap de Creus. *Arch. de Zool. expér. et génér.*, 3e sér., V, p. 497-510, 1897.

253. — Charles Depéret. Étude de quelques gisements nouveaux de Vertébrés pleistocènes de l'île de Corse. *Annales de la Soc. Linn. de Lyon*, N. S., t. XLIV, 19 p., 3 fig., pl. II, 1897.

254. — C. I. Forsyth Major. Rodents from the Pleistocene of the Western Mediterranean Region. *Geol. Mag.*, N. S., dec. 5, II, p. 462-467, 501-506, 1 fig., 1905.

255. — D. Del Campana. Mammiferi quaternari della Grotta di Reale presso Porto Longone. *Mondo sotterraneo*, VI, 1, 2, 1910.

256. — Marian Lucerna. Die Eiszeit in Korsika und das Verhalten der exogenen Naturkräfte seit dem Ende der Diluvialzeit. *Abh. d. k. k. geogr. Ges. in Wien*, IX, 1, VI + 144 p., 36 fig., 15 pl., 1910.

257. — W. Volz und R. Leonhard. Ueber einen reichen Fund von Elephantenresten und das Vorkommen von Elephas trogontherii Pohl. in Schlesien. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, XLVIII, p. 356-362, 3 fig., 1896.

258. — Marie Pavlow. Sélénodontes post-tertiaires de la Russie. *Mém. Acad. Imp. des Sc. de St-Pétersb.*, 8e sér., XX, p. 1-95, 8 pl., 1906.

258 *bis*. — Id. Les Éléphants fossiles de la Russie. *Nouv. Mém. de la Soc. Imp. des Natur. de Moscou*, XVII, 2, 57 p., 3 pl., 1910.

259. — Hj. Sjögren. Ueber das diluviale, aralokaspische Meer und die nordeuropäische Vereisung. *Jahrb. d. k. k. geol Reichsanst.*, XL, p. 51-76, 1890.

260. — N. Andrussow. Ueber die ehemaligen Uferlinien des kaspischen Meeres (en russe, rés. en all.). *Annuaire géol. et minér. de la Russie*, IV, p. 3-10, 2 fig., 1900.

261. — Id. Bosporus und Dardanellen (en russe, rés. en all.). *Ibid.*, XII, p. 189-207, 1910.

262. — N. Sokolow. Ueber die Entstehung der Limane Südrusslands (en russe, rés. en all.). *Mém. du Comité géol.*, X, 4, 102 p. 9, fig., 1 carte, 1895.

263. — P. Fischer. Paléontologie des terrains tertiaires de l'île de Rhodes. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., I, 2, p. 1-74, pl. III-V, 1877.

264. — L. Cayeux. Découverte de l'Elephas antiquus à l'île de Délos (Cyclades). *C. R. Ac. Sc.*, CXLVII, p. 1089-1090, 1908.

265. — Ph. Négris. Submersion et régression quaternaires en Grèce. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., VIII, p. 418-441, 1908.

266. — Jousseaume. Examen d'une série de fossiles provenant de l'isthme de Corinthe. *Ibid.*, 3e sér., XXI, p. 394-405, 1893.

267. — Frank Leverett. Comparison of North American and European glacial deposits. *Zeitschr. f. Gletscherkunde*, IV, p. 241-316, 5 fig., pl. I-V, 1910.

268. — S. Calvin. Present phase of the Pleistocene problem in Iowa. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, XX, p. 133-152, 1909.

269. — Grove Karl Gilbert. Lake Bonneville. *Monogr. of the U. S. Geol. Surv.*, I, XX + 438 p., 58 pl., 1 carte, 1890.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

270. — Israel Cook Russell. Geological History of Lake Lahontan, a quaternary lake of Northwestern Nevada. *Ibid.*, XI, XIV + 288 p., 36 fig., 46 pl., 1885.

271. — Warren Upham. The Glacial Lake Agassiz. *Ibid.*, XXV, XV + 658 p., 35 fig., 38 pl., 1896.

272. — Frank Leverett. The Illinois Glacial Lobe. *Ibid.*, XXXVIII, XXI + 817 p., 9 fig., 24 pl., 1899.

273. — Id. Glacial formations and drainage features of the Erie and Ohio basins. *Ibid.*, XLI, 802 p., 8 fig., 26 pl., 1902.

274. — Gerard De Geer. On Pleistocene changes of level in eastern North America. *Proc. of the Boston Soc. of Nat. Hist.*, XXV, p. 454-477, pl. XIII, 1892.

275. — H. Pjetturs. Island. *Handb. d. Reg. Geol.*, IV, 1, 22 p., 13 fig , 1910.

276. — J. D. Tscherski. Wissenschaftliche Resultate der von der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zur Erforschung des Janalandes und der neusibirischen Inseln in den Jahren 1885 und 1886 ausgesandten Expeditionen. IV. Beschreibung der Sammlung posttertiärer Säugethiere. *Mém. Ac. Imp. Sc. St.-Pétersb.*, 7e sér., XL, 1, 511 p., 6 pl., 1892.

277. — Baron Eduard v. Toll. Id. III. Die fossilen Eislager und ihre Beziehungen zu den Mammuthleichen. *Ibid.*, 7e sér., XLII, 13, 86 p., 7 pl., 1895.

278. — Max Friedrichsen. Die heutige Vergletscherung des Khan-Tengri Massives und die Spuren einer diluvialen Eiszeit im Tiën-schan. *Zeitschr. f. Gletscherk.*, II, p. 241-270, 17 fig., 1908.

279. — G. Steinmann. Ueber Diluvium in Südamerika. *Monatsber. d. D. geol. Ges.*, 1906, p. 2-16.

280. — A. Pomel. Carte géologique de l'Algérie. Paléontologie. Monographies. 13 monographies in-4° (non numérotées) : Caméliens et Cervidés, Bubalus antiquus, Bœufs-Taureaux, les Antilopes Pallas, les Bosélaphes Ray, les Équidés, les Rhinocéros quaternaires, les Hippopotames, les Suilliens, les Eléphants quaternaires, Singes et l'Homme, les Carnassiers, les Ovidés. Nombreuses planches. Alger, 1893-1898.

281. — Id. Visite faite à la station préhistorique de Ternifine (Palikao). *A. F. A. S., C. R. 17e sess.*, 1re part., p. 208-213, 1888.

282. — Marcellin Boule. Étude paléontologique et archéologique sur la station paléolithique du lac Karàr (Algérie). *L'Anthropologie*, XI, p. 1-21, 24 fig., 2 pl., 1900.

283. — Id. Les Mammifères quaternaires de l'Algérie, d'après les travaux de Pomel. *Ibid.*, X, p. 563-571, 1899.

284. — E. Koken. Das Diluvium von Gafsa (Südtunesien) und seine prähistorischen Einschlüsse. *N. Jahrb. f. Miner.*, 1909, II, p. 1-18, 5 fig., pl. I-VI.

285. — R. Fourtau. Sur les dépôts nilotiques. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XXVI, p. 545-560, 7 fig., 1898.

286. — G. B. M. Flamand. Recherches géologiques et géographiques sur le Haut Pays de l'Oranie et sur le Sahara (Algérie et Territoires du Sud). *Thèses Fac. Sc. Univers. de Lyon.* 1 vol. in-4°, 1001 p., 152 fig., 7 cartes en couleurs, 16 pl. fossiles. Lyon, 1911.

287. — E. Koken. Das Diluvium im Gebiete der Saltrange (nordwestliches Indien). *Centralbl. f. Miner.*, 1903, p. 433-439, 4 fig.

288. — Eugen Dubois. Pithecanthropus erectus. Eine menschenähnliche Uebergangsform aus Java. 1 br. in-4°, 39 p., 2 pl. Batavia, 1894.

289. — Id. Das geologische Alter der Kendeng- oder Trinil-Fauna. *Tijdschr. v. h. k. Nederl. Aardijksk Genootsch.*, 2. Ser., XXV, p. 1235-1270, 1 pl., 1908.

290. — Wilhelm Volz. Das geologische Alter der Pithecanthropus-Schichten bei Trinil, Ost-Java. *N. Jahrb. f. Miner., Festbd.*, p. 256-271, 5 fig., 1907.

291. — Lenore Selenka und Max Blanckenhorn. Die Pithecanthropus-Schichten auf Java. Geologische und paläontologische Ergebnisse der Trinil-Expedition (1907 und 1908). Herausgegeben von — unter Mitarbeit zahlreicher Fachgelehrter. 1 vol. in-4°, 268 p., fig., 32 pl. Leipzig, 1911.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

292. — Edmund Naumann. Ueber japanische Elephanten der Vorzeit. *Palæontographica*, XXVIII, p. 1-40, pl. I-VII, 1881.

293. — W. D. Matthew. History of the Pleistocene Fauna from Hay Springs. Nebraska. *Bull. of the Amer. Mus. of Nat. Hist.*, XVI, p. 317-322, 1902.

294. — S. W. Williston. The Pleistocene of Kansas. *Univers. Geol. Surv. of Kansas*, II, p. 297-308, fig. 12-13, 1897.

295. — Barnum Brown. The Conard Fissure, a Pleistocene Bone Deposit in Northern Arkansas; with description of two new genera and twenty new species of Mammals. *Mem. of the Amer. Mus. of Nat. Hist.*, IX, 4, p. 155-208, 3 fig., pl. XIV-XXV, 1908.

296. — Wilhelm Freudenberg. Die Säugethierfauna des Pliocäns und Postpliocäns von Mexico. I. Carnivoren. *Geol. u. palaeont. Abh.*, XIII, 3, 39 p., 5 fig., 9 pl., 1910.

297. — W. Branco. Ueber eine fossile Säugethier-Fauna von Punin bei Riobamba in Ecuador nach den Sammlungen von W. Reiss und A. Stübel bearbeitet, mit einer geologischen Einleitung von W. Reiss. *Ibid.*, I, 2, 166 p., 12 tabl., 19 pl., 1883.

298. — P. W. Lund. Forstatte Bemaerkninger over Brasiliensuddöde Dyrskabning. *Kjöbenhavn Dansk. Vid. Selsk. Afh.*, IX, p. 121-136, 1842.

299. — Erland Nordenskjöld. Ueber die Säugethierfossilien im Tarijathal. Südamerika. *Bull. of the Geol. Inst. of the Univers. of Upsala*, V, p. 262-266, 2 fig., 1902.

300. — Florentino Ameghino. Contribucion al conocimiento de los Mamiferos fosiles de la República Argentina. *Actas de la Acad. Nac. de Ciencias de la Republ. Arg. en Córdoba*, VI, 1027 p., fig., atlas de 98 pl., 1889.

301. — E. Fraas. Pleistocäne Fauna aus den Diamantseifen von Südafrika. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, LIX, p. 232-243, 2 fig., pl. VIII, 1907.

302. — Richard Owen. Researches on the fossil remains of the extinct Mammals of Australia; with a notice of the extinct Marsupials of England. 1 vol. in-4°, XVI + 522 p., atlas de 131 pl. London, 1877.

303. — W. Branco. Die fraglichen fossilen menschlichen Fusspuren im Sandsteine von Warnambool, Victoria, und andere angebliche Spuren des fossilen Menschen in Australien. *Zeitschr. f. Ethnol.*, 1905, p. 162-172, 2 fig.

304. — Johannes Walther. Die Korallenriffe der Sinaihalbinsel, geologische und biologische Betrachtungen. *Abh. d. math.-phys. Cl. d. k. Sächs. Ges. d. Wiss.*, XIV, p. 437-506, 34 fig., 1 carte, 8 pl., 1888.

305. — L. Faurot. Sur les sédiments quaternaires de l'île de Kamarane (mer Rouge) et du golfe de Tadjoura. *Bull. Soc. Geol. Fr.*, 3e sér., XVI, p. 528-546, 13 fig , pl. IX, X, 1888.

306. — E. Naumann. Ueber die Ebene von Yedo. Eine geographisch-geologische Studie. *Peterm. Milth.*, XXV, p. 126-135, 1879.

307. — A. C. Lawson. The Post-Pliocene Diastrophism of the Coast of Southern California. *Bull. Dept. of Geol. Univers of Calif.*, I, p. 142-150, 1892.

308. — Delos and Ralph Arnold. The Marine Pliocene and Pleistocene Stratigraphy of the coast of Southern California. *The Journ. of Geol.*, X, p. 117-138, 7 fig., 5 pl., 1902.

309. — Ralph Arnold. The Paleontology and Stratigraphy of the Marine Pliocene and Pleistocene of San Pedro, California. *Mem. of the California Acad. of Sc.*, III, 420 p., 37 pl., 1903.

310. — G.-F. Dollfus. Les coquilles du Quaternaire marin du Sénégal. Introduction par A. Dereims. *Mém. Soc. Géol. Fr. Paléont.*, n° 44, 68 p., 4 pl., 1911.

311. — R.-F. Scharff. The History of the European Fauna. *The Contempor. Sc. Ser.*, 1 vol. in-16. VII + 364 p., 21 fig. London, 1899.

312. — Albrecht Penck. Die Entwicklung Europas seit der Tertiärzeit. *Résultats scient. du Congr. intern. de Botan.*, Wien, 1905, p. 1-24, 1 pl., 1906.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

313. — Frederic William Harmer. The Influence of the Winds upon Climate during the Pleistocene Epoch, a Palaeometeorological Explanation of some Geological Problems. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, LVII, p. 405-476, 22 fig., 1901.

314. — Eugen Geinitz-Rostock. Wesen und Ursache der Eiszeit. *Arch. d. Ver. d. Freunde d. Naturg. in Mecklenb.*, LIX, p. 1-46, 1 pl., 1905.

315. — Die Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit. Eine Sammlung von Berichten herausgegeben von dem Exekutiv-Komitee des 11. internationalen Geologenkongresses. 1 vol. in-4°, LVIII + 459 p., fig., pl. Stockholm, 1910.

316. — H. Brockmann-Jerosch. Die fossilen Pflanzenreste des glazialen Delta bei Kaltbrunn (bei Uznach, Kanton St. Gallen) und deren Bedeutung für die Auffassung des Wesens der Eiszeit. *Habilitationsschr. Philos. Fak. II. Sekt Univers. Zürich.* 1 br. in-8°, 189 p., 1 carte. St. Gallen, 1910.

317. — Warren Upham. On the cause of the Glacial Period. *The Amer. Geologist*, VI, p. 327-339, 1890.

318. — Wilhelm Ramsay. Orogenesis und Klima. *Ofvers. af Finska Vetensk.-Societ. Förhandl.*, LII, Afd. A, n° 11, 48 p., 1910.

318 *bis*. — N. J. Krischtafowitsch. Sur la dernière période glaciaire en Europe et dans l'Amérique du Nord en rapport avec la question de la cause des périodes glaciaires en général. *Bull. de la Soc. Belge de Géol., de Pal. et d'Hydrol.*, XXIV, P.-V., p. 292-305, 1910.

319. — Edw. Hull. Another possible cause of the Glacial Epoch. *Journ. of the Victoria Inst. London*, XXXI, p. 141-157, 1 pl., 1899.

320. — Hans Reck. Isländische Masseneruptionen. *Geol. u. Pal. Abh.*, XIII, 2, p. 83-185, 9 fig., 9 pl., 1910.

321. — Jaroslav J. Jahn. Ueber das quartäre Alter der Basalteruptionen im mährisch-schlesischen Niederen Gesenke. *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien., math.-naturw. Kl.*, CXVI, I, p. 1777-1821, 3 fig., 6 pl., 1907.

322. — V. Sabatini. Vulcani dell' Italia centrale e i loro prodotti. I. Vulcano Laziale. *Mem. descr. d. Carta geol. d'Italia*, X, 392 p., 79 fig., 10 pl., 1 carte, 1900.

323. — Id. De l'état actuel des recherches sur les volcans de l'Italie centrale. *C. R. VIIIe Congr. géol. intern. en France*, p. 366-376, 1901.

324. — A. Lacroix. Sur la découverte d'un gisement d'empreintes végétales dans les cendres volcaniques anciennes de l'île de Phira (Santorin). *C. R. Ac. Sc.*, CXXIII, p. 656-659, 1896.

325. — Eug. Dubois. The Climates of the Geological Past and their relation to the evolution of the Sun. 1 vol. in-16, 167 p. London, 1895.

V. aussi : 0, 1, 4, 6, 7, 9, 22; IV, 22; IX, 7; XVII, 6; XVIII, 12; XXV, 35, 36; XXVI, 65; XXVIII, 17-21; XXXI, 16; XXXII, 19; XXXIII, 22 *bis*; XXXVIII, 61; XXXIX, 4, 117, 342 *bis*, 362, 390; XL, 36-39, 41 *bis*, 96, 141, 170, 171, 182, 186, 192, 242, 251, 274-278, 281, 291.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

L'auteur se fait un devoir, avant de mettre un point final à cet ouvrage, d'exprimer sa plus profonde reconnaissance à ceux qui l'ont secondé dans sa tâche :

à tous ceux qui, en mettant gracieusement à sa disposition des épreuves photographiques, ont contribué à embellir ce livre, en particulier à MM. Bérenger, Léon Bertrand, A. Bigot, J. Boussac, R. César-Franck, Paul Corbin, A. Dereims, F. Faideau, L. Gentil, Gignoux, W. Kilian, A. Lacroix, Louis Lapicque, E.-A. Martel, L. Pervinquière, Racovitza, Saint-Marcel-Eysséric, H. Schirmer, G. Schmitz, J. J. Sederholm, V. Sella, Serbonnel, Ch. Vélain;

à ceux qui ont bien voulu l'autoriser à utiliser des clichés empruntés à leurs publications, notamment à MM. A. Bigot, O. Couffon, E. de Margerie, E. de Martonne, Montessus de Ballore, Maurice Lugeon, Ch. Vélain;

à ses dévoués collaborateurs ou élèves du Laboratoire de Géologie de la Sorbonne, MM. J. Blayac, J. Boussac, R. Douvillé, A. Lanquine et Paul Lemoine, qui lui ont prêté leur aimable concours dans le travail ingrat de la correction des épreuves;

enfin et surtout à ses éditeurs, qui n'ont reculé devant aucun sacrifice pour présenter son œuvre au public sous une forme qui fait le plus grand honneur à la Librairie française.

Paris, le 10 novembre 1911.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

INDEX ET TABLES

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

INDEX ALPHABÉTIQUE

DES TERMES TECHNIQUES ET DES NOMS USUELS DES FORMATIONS GÉOLOGIQUES [1]

A

Aachenien, 1185.
Aalenien, 948.
Abîmes, 361.
Ablation, 379, 387, 410, 446, 472.
Abrasion marine, 484.
Abrolhos, 488.
Abyssale (région), 88, 89.
Abyssales (formations), 153.
— (roches), 294.
Acadien, 595.
Acheuléen, 1775.
Acides, 375.
— (fumerolles), 281.
— (roches), 303.
Actions littorales, 472.
— mécaniques, 75.
Adventifs (cônes), 272.
Égyriniques (roches), 306.
Affaissements, 512.
Affleurement, 18.
— (sources d'), 358.
Aftonien, 1872.
Age de la Pierre, 1773.
— des éruptions, 278.
— des plissements, 219.
— du Bronze, 1773.
— du Fer, 1773.
Agéen, 1534.
Agents atmosphériques, 371.
Ages, 561.
Agitation des eaux, 486.
Agnotozoïque (ère), 566.
Ahrien, 688.
Aiguilles, 256, 379.
Air de famille, 307.
Aires continentales, 541.
Albien, 1163, 1170.
Albite, 288, 295.
Alcalines (fumerolles), 281.
Alcalino-granitique(groupe), 306.
— -syénitique (groupe), 306.
Alcalis, 190.
Algonkien, 566, 576.
Algues (charbons d'), 133.
Allochtones (houilles), 137.
Allotriomorphes (éléments), 299.
Alluvions, 433, 1765.
— végétales, 139.
Altération, 353, 372, 495.
Altitude, 40.
Altwasser, 416.
Alvéolaire (structure), 379.
Ammoniaque, 375.
Ammonites, 152, 555.
Ammonitico rosso, v. Calcare —.
Amphibole, 235, 295, 298.
Amphibolites, 190.
Amphithéâtres morainiques, 456.
Amstelien, 1618.
Amygdaloïdes (faisceaux), 208.
Anagénites, 799.
Analyse chimique, 304.
Anamorphisme, 354.
Anciens (terrains), 543.
Andalousite, 183, 295.
Andalusithornfels, 183.
Andésine, 295.
Andésites, 296.
Angoumien, 1164.
Anhydrite, 98, 364.
— (groupe de l'), 864.
Anisien, 857.
Anne (Sainte-), 689.
Annélidien, 594.
Anormale (superposition), 539.
Anorthite, 287.
Anté-cambriennes(périodes), 565.
Antécédents (cours d'eau), 430.
Anthracifère, 751.
Anthracite (bassin de l'), 789.
Anthracites, 134, 136.
Anthracolithique (période, système), 743.
Anticlinaux, 15, 194.

1. Il n'est renvoyé qu'à la page où se trouve défini le terme. Pour les formations qui portent des noms de localités non modifiés (*sables de Cuise, couches de Kössen*), voir ces noms à l'index géographique. Les formations qui tirent leur nom d'un fossile caractéristique ne figurent pas dans les tables.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Antimonio-sulfures, 289.
Anversien, 1616.
Aphotique (région), 89.
Aplites, 309.
Apophyses, 182.
Aptien, 1163, 1179.
Aquifères (nappes), 355.
Aquilonien, 1077.
Aquitanien, 1604, 1607.
Aragonite, 289.
Aralo-Caspien, 1662, 1867.
Araucanien, 1729.
Archéen (terrain), 566.
Archéenne (période), 566.
Archéens (noyaux), 526.
Architectonique, 1.
Architecture tabulaire, 246.
Arctique (période), 1796.
— (province), 92, 93.
Arctogée, 56, 1703.
Areniscas abigarradas, 1354.
Arêtes de rebroussement, 319.
Argile à blocaux, 462.
— à silex, 399.
— ostréenne, 1182.
— rouge, 116, 154.
— plastique, 1426.
Argiles, 109.
— à Huitres, 1161.
— à Plicatules, 1161, 1182.
— à Septaria, 1445, 1453.
Argovien, 1045.
Argyrose, 289.
Arkansien, 787.
Arkoses, 936.
Armoricain, 622.
Arsénio-sulfures, 289.
Artésiens (puits), 357.
Artinskien, 752.
Arvonien, 583.
Åsar, 462, 1781, 1793.
Ascendantes (sources), 358.
Ascension, 326.
Asphalte, 125.
Asschien, 1443.
Associations végétales, 48.
Astartien, 1045.
Astatique (pendule), 339.
Astien, 1607.
Astraponotéen, 1416, 1554.
Atmosphère, 4.
Atmosphériques (agents), 371.
Atolls, 486.
Auges, 194.
Augite, 287, 298.
Augitites, 296.
Aurignacien, 1775.
Autochtones (houilles), 137.
Automorphes (éléments), 299.
Autunien, 752.
Auversien, 1418.
Avalanches, 380.
— sèches, 256.
Avens, 361.
Aziléen, 1775.
Azoïque (ère), 566.
Azotates, 376.
Azote, 252.
Azotique (acide), 375.

B

Bajocien, 948.
Banc à roseaux, 774.
— à vérins, 1433.
— de roche, 1434.
— francs, 1434.
— royal, 1433.
— vert, 1434.
Barkhanes, 392.
Barrancos, 261.
Barre, 99.
Barrémien, 1164, 1170.
Barrisal guns, 334.
Bartonien, 1418.
Barysphère, 4, 329.
Barytine, 289.
Basaltes, 266, 296, 309.
— des pentes, 1823.
— des plateaux, 1822.
Basaltites, 296.
Base-level, 408.
Basiques (roches), 303.
Bas niveaux, 1808.
Basse terrasse, 1808, 1814.
Bathonien, 948.
Bathyale (région), 88, 89.
Bathyales (formations), 152, 156.
Bauxite, 400, 1408.
Béantes (failles), 248.
Bédoulien, 1198.
Bégudien, 1410.
Bélemnites étirées, 232.
Bellasien, 1277.
Benthogènes (sédiments), 105.
Benthoniques (organismes), 72.
Benthos, 72.
Bergschrund, 446.
Bernicien, 751.
Bernissartien, 1186.
Berriasien, 1162.
Biancone, 1205, 1261.
Bilatérale (compression), 513.
Bilobites, 635.
Bionomiques (facteurs), 85.
Biotite, 287, 298.
Bisilicates, 298.
Bismuth, 289.
Bitumineuses (roches), 126.
Blatt, 207.
Blende, 289.
Blocaux (argile à), 462.
Bloc continental, 23.
Blocs erratiques, 461.
— perchés, 386.
Blue ground, 275.
Bogheads, 131, 799.
Bohémien, 623.
Boldérien, 1616.
Bombes volcaniques, 254.
Bonaréen, 1889.
Bonebed, 649, 941.
Bononien, 1076.
Boracite, 99.
Borates, 99.
Boréale (période), 1797.
— (province), 92.
Bosjes, 50.
Bosses, 461.
Bossellements, 535.
Bostonites, 309.
Bottnien, 573.
Boucles, 415.
Boues terrigènes, 110.
Bouffia, 1828.
Boulder clay, 462, 607, 1764, 1781.
Boules (désagrégation en), 379.
Brabantien, 1804.
Brachiopodes, 556.
Brachyanticlinal, 203.
Brachysynclinal, 203.
Bradysismes, 498.
Branlantes (pierres), 379.
Brèche, 1099.
Brèches, 107, 936.
— de dislocation, 248.
— de friction, 223, 248,
— (fausses), 115.
— osseuses, 1766.
Briovérien, 583.
Bromate de sodium, 377.
Bronzite, 296.
Brousse, 52.
Bruxellien, 1435.
Buntsandstein, 848, 864.
Burdigalien, 1607.
Burins, 1829.
Butleyen, 1620.
Buttes-témoins, 16, 418.
Bytownite, 295.

C

Caillasses, 1434.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Cailloutis, 107, 434, 1765.
Cailloux à facettes, 107, 434.
— impressionnés, 363.
— striés, 457, 462.
Caïnite, 99.
Calabrien, 1767.
Calcaire, 102, 114, 286.
Calcaire à Archæocyathus, 605.
— Astéries, 1460.
— Cérithes, 1402, 1434.
— Clyménies, 694.
— Diplopores, 855.
— Échinides, 1402.
— Entroques, 937.
— Foraminifères, 1402.
— Gryphées arquées, 962.
— Lithothamnium, 1402.
— Milioles, 1402, 1433.
— Nummulites, 1402.
— Polypiers, 1059.
— Productus, 806.
— Rudistes, 1160.
— Spatangues, 1182.
Calcaire conchylien, 849.
— des Steppes, 1663.
— grossier, 1402, 1431.
— ocreux, 961.
Calcaires blancs, 1096.
— construits, 936.
— gris, 981.
— lithographiques, 936.
— ruiniformes, 1088.
— (tufs), 148.
Calcare ammonitico rosso, 939, 1067.
Calcareous grit, 1006, 1056.
Calcédoine, 295.
Calcicoles (plantes), 38.
Calcifuges (plantes), 38.
Calcite, 289.
Caldeiras, 264.
Callovien, 948.
Cambrien (système), 588.
Cambrienne (période), 588.
Campanien, 1164, 1170.
Campignien, 1775.
Campinien, 1803.
Camptonites, 309.
Canadien, 629, 640.
Cannel-coals, 131.
Captives (nappes), 357.
Captures, 419.
Carbonate de chaux, 101.
— de fer, 289.
Carbonifère, 743.
Carbonique (acide), 252, 282, 286, 375.
Carbures d'hydrogène, 124.
Carentonien, 1164, 1242.
Cargneules, 364.
Carnallite, 99.
Carnien, 857.
Carnivores, 83.
Carrascos, 52.
Cartennien, 1648.
Cascades (plis en), 217.
Casses, 380.
Casterlien, 1617.
Cataclastique (structure), 234.
Catamorphisme, 354.
Catarchéen, 573.
Catastrophes, 547.
Cauda-galli, 714.
Cavernes, 36, 362.
Cayugien, 629, 655.
Cellulose, 128.
Celtique (province), 93.
Cendres, 254.
— (cônes de), 266.
Cénomanien, 1163, 1170.
Cénozoïque (ère), 544.
Cérithidés, 556.
Cernaysien, 1533.
Chaînes de montagnes, 531.
— doubles, 529.
Chalcosine, 289.
Chalcopyrite, 289.
Chalk, 1235.
— (Grey), 1235.
— (Lower), 1235.
— Marl, 1235.
— (Middle); 1235.
— with flints, 1301.
— without flints, 1301.
Champlainic, 622.
Champlainien, 1875.
Champs de fracture, 225.
Chapeau, 100.
— de fer, 365.
Charbonneux (faciès), 148.
Charbons, 128.
Charnière, 194.
Charriages, 198.
Chatauquien, 714.
Chattien, 1418.
Chaussées de géants, 271.
Cheires, 255.
Chelléen, 1771, 1774.
Chelléo-Moustiérien, 1811.
Cheminées, 190, 251.
Chêne et du Tilleul (époque du), 1799.
Chevauchements, 198.
Chikasawien, 1523.
Chimique (roches d'origine), 97.
Chillesfordien, 1767.
Chitine, 101.
Chlorite, 298.
Chloritoschistes, 173.
Chlorures, 287, 375.
Chouruns, 361.
Chronologiques (divisions), 542.
Cicatrice tonalitique, 895.
Cimentation, 354, 368.
Cimmérien, 1662.
Cinabre, 289.
Cincinnatien, 629, 640.
Circumpolaire (région), 54.
Cire minérale, 125.
Cirques glaciaires, 441, 460.
Ciselures, 396.
Claibornien, 1523.
Classification des roches éruptives, 296, 302.
Clastiques (roches), 96.
Clicquart, 1434.
Climatiques (facteurs), 39.
— (zones), 1123.
Cloups, 362.
Clunien, 629.
Clyménies, 682.
Coal Balls, 764.
— Measures, 751, 764, 787.
Coblentzien, 679.
Coins, 250.
Colonies, 485, 651, 1050.
Combes, 427.
Combustibles minéraux, 128.
Complémentaires (mouvements), 509.
— (dykes), 309.
Complexes fluvio-glaciaires, 457.
Composées (roches), 96.
Composés (glaciers), 440.
Composition des roches, 294.
Compression, 513.
Conchyoline, 101.
Concordance, 541.
Concrétionnés (filons), 292.
Concrétions, 114.
Cônes d'éboulis, 380.
— de déjection, 410.
— volcaniques, 251, 266.
Conformes (failles), 240.
Conglomérats, 107, 434.
— de base, 108, 495, 579.
Coniacien, 1164, 1170.
Conjuguées (failles), 245.
Consanguinité, 307.
Conséquents (cours d'eau), 426.
Contact, 176.
— anormal, 205.
Continent à *Glossopteris*, 824.
Continentales (aires, masses), 157, 166, 167.
Continentaux (êtres), 32.
Continents (vie sur les), 32.
Contorted drift, 1781.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Contraction, 513, 533.
Contraires (failles), 240.
Coprolithes, 133.
Coquins, 1235.
Coral rag, 209, 1056.
Corallien, 1045.
Coralliennes (iles), 486.
Coralliens (récifs), 484.
Coralline Crag, 1619.
Cordon littoral, 477.
Corindon, 295.
Cornbrash, 1006.
Cornéennes, 183.
Corrasion, 388, 392.
Corrélation, 554, 557.
Corrosion, 395, 457, 495.
Cosistes, 337.
Cosmopolites (espèces), 42.
Côtes, 475.
Couches, 2.
— à Cérithes, 1637.
— à Congéries, 1628, 1638.
— à Paludines, 1638, 1674.
Couche rouge, 1182.
Couches rouges, 1260, 1317.
Couchés (plis), 196.
Coudes de capture, 421.
Coulées, 252, 255, 269.
— de boue, 384.
Coulisses, 210.
Couloirs, 380.
Couples, 1420.
Coupoirs, 1829.
Coupoles, 256.
Coups-de-poing, 1774.
Coupures, 552.
Courantes (eaux), 406.
Courants marins, 68, 1123.
Cours d'eau sous-glaciaires, 449.
Craie, 110, 153, 1153.
— blanche, 1161, 1163, 1301.
— chloritée, 1163.
— glauconieuse, 1161.
— marneuse, 1163.
— phosphatée, 1161.
Cratères, 251, 264.
— de soulèvement, 511.
Craterlets, 336.
Créations, 548.
Crétacé (période, système), 1153.
Cretaceous series, 1153.
Crétacique, 1153.
Creusement, 408.
Crevasses, 335, 446.
Cristallites, 298, 300.
Cristallophylliennes (formations), 172.
Cristaux (gros), 300.
Cromerien, 1767, 1777.
Croûte de pain (bombes en), 254.
Crues glaciaires, 450.
Cryptogènes (types), 550.
Cuisien, 1418.
Culm, 751.
Culots, 183, 262, 273.
Cumulo-volcans, 269.
Cuvettes, 204.
Cycles, 9, 416.
— d'érosion, 429.

D

Dacien, 1662.
Dacites, 296.
Dalle nacrée, 1013.
— oolithique, 1011.
Dalles (division en), 273.
Dalradien, 572.
Danien, 1164, 1170, 1403.
Déblaiement, 406.
Débris (cônes de), 266.
Décalcification, 361.
Deckenschotter, 1833.
Décrépitude, 433.
Décrochements, 207, 348.
Décrue, 450.
Décollements, 222.
Déflation, 387.
Déformations, 193, 224.
— avec rupture, 229.
— sans rupture, 229.
Dégagements gazeux, 252.
Degré hydrolimétrique, 361.
Déjection (cônes de), 410.
Déjetés (plis), 196.
Délaissés, 416.
Dellysien, 1505.
Deltas, 139, 149, 478.
Demi-grasses (houilles), 134.
Demi-profondeur (roches de), 294.
Demoiselles, 386.
Dendrites, 365.
Dénudation, 261, 417.
— marine, 484.
Déplacements des lignes de rivage, 490.
Dépôts, 10, 12.
— souterrains, 366.
Dépression centrale, 456.
Désagrégation, 373.
Désert (vernis du), 374.
Desert Sandstone, 1345.
Déserts, 50.
Desquamation, 373.
Dessèchement de la terre, 355.
Détritiques (roches), 96.
Deutogènes (roches), 96, 107.
Déversement (sources de), 358.
Déversés (plis), 196.
Dévonien, 672.
Diabases, 695.
Diaclases, 238.
Diagénèse, 112, 369.
Diagonales (failles), 242.
Diaphane (région), 80.
Diaschistes (dykes), 309.
Diastases, 135.
Diastrophisme, 193.
Diatomées (boue à), 107, 153.
Diatrèmes, 274.
Diestien, 1617.
Différenciation, 308.
Diluvium, 433, 1761.
— rouge, 365, 1766.
Dimétien, 583.
Dinantien, 751.
Dinarien, 857.
Diorites, 296, 306.
Diphya-Kalk, 1101.
Directions, 14, 289.
Discordance, 18, 494, 541, 581.
Disjonctifs (facteurs), 41.
Disjonctives (failles), 248.
Dislocations, 193.
Dissolution, 112, 360.
Dissymétrie, 516.
Divisions, 542.
Dodécaèdre pentagonal, 519.
Dogger, 945.
Dolérites, 296.
Dolines, 362.
Dolomie, 289, 364.
Dolomitisation, 115.
Domérien, 948.
Dômes, 204, 256.
Dordonien, 1164, 1309.
Downs, 387.
Dowtonien, 629, 649.
Dragées, 401.
Dreikanter, 395.
Drift, 1778.
Droits (plis), 196.
Dunes, 388.
Dures (eaux), 361.
Dyas, 742.
Dykes, 261, 271, 386.
— de grès, 336.
Dynamique terrestre, 2.
Dynamo-métamorphisme, 176, 234.
Dysharmoniques (plissements), 216.

E

Eau, 190.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Eaux courantes, 406.
— de fonte, 449.
— douces, 33, 97.
— marines, 97.
— sauvages, 385.
— souterraines, 352.
Éboulements, 9, 383.
Éboulеux (faciès), 148.
Éboulis, 9, 380.
Écailles, 200.
Échelle de Rossi et Forel, 336.
— des Nummulites, 1419.
— stratigraphique, 561.
Éclatement, 373.
Écorce protectrice, 374.
Écoulement, 233, 517.
Édaphiques (facteurs), 37.
Éguculés (cratères), 266.
Eifélien, 679.
Éléments blancs, 298.
— noirs, 298.
Éléolithe, 298.
Éléolithique (magma), 306.
Éléolithiques (syénites), 306.
Élévation (théorie de l'), 1901.
Ellipsoiden-Grünsandkalk, 1259.
Élongation maximum, 333.
Éluviales (formations), 399.
Éluvien (faciès), 148.
Eluvium, 399.
Émanations, 282, 324.
Emboîtement des terrasses, 431.
Embouchures, 414.
Embryonnaires (torrents), 409.
Embryons de volcans, 275.
Émersion, 498.
Empilements, 200.
Emposieux, 362.
Empreintes de pas, 854.
Emscherien, 1298.
Énallogènes (enclaves), 187.
Encaissés (glaciers), 438.
Enclaves, 187.
Endogènes (roches), 94.
Endomorphe (métamorphisme), 186.
Ennoyage (aires d'), 211.
— (côtes d'), 476.
Ensénadéen, 1889.
Enstatite, 298.
Entrecroisée (stratification), 108, 403.
Entrerien, 1696.
Éocène, 1397.
Éocrétacé, 1160, 1170.
Eodévonien, 679.
Éogène, 1397.
Éoliens (dépôts), 11, 148, 401.
Éolithes, 1710, 1774.
Éoméditerranéen, 1607.
Éonummulitique, 1397.
Épanchement (roches d'), 302.
Épicentre, 337.
Épicontinentales (formations), 639.
Épidote, 298.
Épigénies, 430.
Épigéniques (gorges), 460.
Épirogéniques (mouvements), 507, 552.
Épontes, 272.
Époques, 560.
Équilibre (profil d'), 409.
Équinoxes (précession des), 467.
Équivalentes (formations), 147.
Ergeron, 1804, 1809.
Ergussgesteine, 294.
Erien, 714.
Érosion, 406.
Erosion thrusts, 215.
Éruptions volcaniques, 251.
Éruptives (roches), 294, 296.
Escalier (failles en), 240.
Essaims, 334.
Est-américaine (province), 93.
Estuaires, 478.
— (formations d'), 149.
Étages, 561.
Étangs, 477.
Éternel Retour, 21.
Éthiopienne (région), 54.
Étirement, 230.
Étirés (plis), 197.
Euryhalins (organismes), 76.
Eurythermes (organismes), 78.
Éventails, 197, 201.
Évolution, 548.
Exogènes (roches), 94.
Exomorphe (métamorphisme), 186.
Expansion, 517.
Expérimentale (méthode), 193.
Explosions, 264.
Extension des glaciers, 461.
Externes (moraines), 465.
Extinction, 553.
Extrusions, 252, 256.

F

Facettes (cailloux à), 395.
Faciès, 144, 540.
Facteurs, 37.
Faille du Midi, 832.
Failles, 15, 225, 237.
— (groupements de), 242.
Faisceaux de failles, 244.
— tectoniques, 208.
Faîte ancien, 586.
Falunien, 1599, 1613.
Faluns, 105, 1603.
Famennien, 679.
Familles naturelles, 304.
Faunes chaudes, 1763.
— froides, 1763.
Fausses brèches, 115.
Feldspathides, 295.
Feldspathique (zone), 185.
Feldspaths, 288, 295.
Fenêtres, 205.
Fer des marais, 124.
Ferganien, 1511.
Fer oolithique, 1182.
Fer pisolithique, 1547.
Ferretto, 1766, 1851.
Ferrique (magma), 306.
Ferro-magnésien (magma), 306, 311.
Ferro-magnésienne (scorie), 306.
Festons, 221.
Feuilles de laurier, 1829.
Filoniens (gîtes), 289.
Filoniennes (roches), 294, 302.
Filons, 249, 289.
— -couches, 278.
Finiglaciaire, 1791.
Fjords, 459.
Flancs, 194.
Flandrien, 1804.
Flèches, 477.
Fleckenmergel, 980.
Flénusien, 1775.
Flexures, 237.
Flore à *Glossopteris*, 823.
Flötzgebirge, 542.
Fluidale (texture), 300.
Fluorine, 289, 367.
Fluvio-glaciaires (appareils), 457.
— (cailloutis), 457.
Flysch, 1203, 1244, 1260, 1403, 1473, 1480.
— à Helminthoïdes, 1474.
— calcaire, 1474.
— noir, 1474.
Foibe, 362.
Foie de veau, 962.
Fond, 83.
Fond de bateau, 194.
Fontaines ardentes, 284.
Forest bed, 1768, 1777.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Forestien, 1768.
Forest marble, 1006.
Forêt (grande), 51.
— tropicale, 51.
Forêts, 49, 51.
— pétrifiées, 1687.
Formation salifère, 1666.
Formations, 145, 542.
— torrentielles, 139.
— végétales, 46.
Formazione gessosa, 1643.
— gessoso-solfifera, 1643.
Formes du terrain, 378.
Fossés, 244.
Fossiles, 3.
Fossiles caractéristiques, 145, 540.
Fourmis, 377.
Foyaïtique (magma), 305.
Foyers, 1766.
Fractures, 193, 225, 238.
Frasnien, 679.
Freestones, 1005.
Friaséen, 1728.
Friction (brèches de), 233.
Frustules, 101.
Fulgurites, 372.
Fuller's Earth, 1006.
Fumerolles, 252, 280, 307, 311.
Fusion, 448.
Fuvélien, 1410.

G

Gabbros, 190, 296, 305, 306.
Gaize, 110, 114, 1011, 1236.
Galène, 289.
Galets, 476.
— écrasés, 229.
— coloriés, 1832.
— de houille, 135.
— impressionnés, 363,
Gandarien, 857.
Gangétien, 857.
Gangue, 289.
Gardonien, 1242.
Gargasien, 1198.
Garumnien, 1408.
Gaskohle, 798.
Gauchissement, 224.
Gault, 1334.
Gaz, 65, 136.
Géanticlinaux, 159.
Gedgravien, 1619.
Gedinnien, 679.
Gélives (roches), 373.
Gélosiques (charbons), 133.
Géocratiques (mouvements), 498.
Géodes, 115, 367.
Géodynamique, 2, 4.
Géographie, 1.
— séismologique, 345.
Géographique (distribution) des êtres marins, 85.
Géologie appliquée, 2.
— dynamique, 4.
— historique, 2.
Géologique (évolution), 548.
Géomorphogénie, 5.
Géophysique, 2.
Géorgien, 595, 1415.
Géothermie, 178.
Géothermique (degré), 178.
Géosynclinaux, 156, 158, 189, 524, 541.
Geysers, 285.
Gigantisme, 554.
Gîtes métallifères, 288.
Givétien, 679.
Glace, 441.
Glaciaire des plateaux, 1822.
Glaciaires (calottes), 438.
— (faciès, formations), 148.
— (périodes), 464, 1761.
— (phénomènes), 616, 825.
Glaciers, 436.
Glageon fleuri, 689.
Glaises vertes, 1448.
Glauconie, 109, 117.
Gletscherzunge, 440.
Globigérines (boue à), 106, 145, 153.
Glyptique (période), 1830.
Glyptogénèse, 16.
Gneiss, 234.
Golden oolite, 1037.
Gonflement, 518.
Goniatites, 680.
Gorges, 460.
Gothiglaciaire, 1791.
Gothlandien, 622.
Graben, 244.
Grain du glacier, 442.
Grands cercles, 519.
Granite, 181, 296, 306, 839.
Granitique (magma), 305.
Granito-dioritique (groupe, magma), 305.
Granulites, 306.
Graptolithes, 556, 629.
Grasses (houilles), 134.
Grattoirs, 1829.
Grauwackes, 363, 676.
Graviers, 107, 1765.
Gravures sur os, 1830.
— pariétales, 1830.
Great Oolite, 1005.
Greensand (Lower), 1334.
Greensand (Upper), 1334.
Grenatifères (schistes), 173.
Grenats, 234, 287, 298.
Grenue (structure), 301.
Grès, 108.
— à dragées, 1270.
— à Eophyton, 600.
— armoricain, 635.
— Bigarré, 849.
— feldspathiques, 603.
— glauconieux, 936.
— mouchetés, 1473.
— Vosgien, 867.
Griffons, 286.
Griottes, 703.
Grison, 136.
Grit, 1005.
Grorudites, 309.
Groupements de failles, 242.
Groupes, 560.
Grumeleux (calcaires), 153.
Gryphite grit, 1005.
Gsaa, 428.
Gshelien, 752.
Guaranien, 1414.
Günzien, 1769, 1832.
Guillochage, 394.
Gypse, 98, 364, 1401, 1440.

H

Haf, 477.
Halogènes (formations), 149.
Halophytes, 38.
Harmoniques (plissements), 216.
Haselgebirge, 887.
Hauptdolomit, 876.
Hauptmuschelkalk, 864.
Hauterivien, 1164, 1170.
Haute terrasse, 1808, 1814.
Hauts niveaux, 1808.
Hauts piliers, 1442.
Hauÿne, 296.
Hawaïen (éruptions du type), 257.
Heersien, 1424.
Helderbergien, 714.
Helvétien, 1608, 1768.
Hématite brune, 364.
— rouge, 289, 364.
Hemeræ, 561.
Hénisien, 1447.
Herbivores, 82.
Hercynien, 695.
Hervien, 1303.
Hesbayen, 1803.
Hétérogénéité, 213, 216.
Hétéropiques (dépôts), 145.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Hêtre (époque du), 1799.
Hettangien, 939, 948.
Hexatétraèdre, 522.
Hiatus, 1832.
Hiérarchie des termes, 559.
Hochgebirgskalk, 1053.
Hochterrassenschotter, 1833.
Hog-backs, 386.
Holarctique (faune), 1887.
— (région), 54.
Holocristallines (roches), 299.
Homœogènes (enclaves), 187.
Homosistes, 337.
Homotaxes (formations), 147, 554.
Horizons, 145.
Hornblende, 287, 298.
Hornblendites, 296.
Hornitos, 272.
Horst, 244.
Houiller (terrain), 751.
Houilles, 133.
Houillification, 135.
Huile de naphte, 283.
— de schiste, 126.
Humique (acide), 375.
Humiques (charbons), 132.
Hunsrückien, 688.
Huronien, 578.
Huronienne (chaîne), 221, 614.
Hydrocarbures, 134, 136, 282.
Hydrocratiques (mouvements), 498.
Hydrogène, 252.
— sulfuré, 122.
Hydrographie, 4.
Hydrosphère, 4.
Hydrostatique (niveau), 353.
Hydrothermaux (gites), 288, 291.
Hygrophiles (plantes), 39.
Hypabyssales (roches), 294.
Hypersthène, 298.
Hypocentre, 337.
Hypocristallines (roches), 299.
Hypogées (sources), 359.
Hypothèses astronomiques, 467.
— géologiques, 467.
Hyrcanien, 1685.

I

Icebergs, 449, 450.
Icénien, 1767.
Idiomorphes (éléments), 299.
Idocrase, 287.
Ignées (roches), 294.
Igues, 361.
Ijolithes, 296, 306.
Illinoisien, 1873.
Imbibition, 185.
Immersion, 498.
Imprégnation, 293.
Inclinaison, 14.
Indo-malaise (province), 54.
Indo-pacifique (province, 93.
Industrie humaine, 1773.
Inferior Oolite, 1005.
Inflexion transversale, 428.
Infralias, 939.
Injection, 185, 291.
Inlandsis, 438, 1780.
Intercotidale (région), 86.
Interglaciaires (formations, périodes), 465.
Internes (moraines), 465.
Intertrappean beds, 1341,
Interrégionaux (horizons), 857.
Intrusions, 263, 276.
Invasions marines, 498.
Inversion du relief, 427.
Inverses (failles), 239.
Iodate de sodium, 377.
Isobases, 501.
Isoclinal (régime), 197, 199.
Isoclinale (structure), 197, 199.
Isoclinaux (plis), 197, 199.
Isogéothermes, 179.
Isolement, 43.
Isopiques (dépôts), 145.
Isoséistes, 337.
Isosistes, 337.
Isostasie, 516, 533.

J

Jacksonien, 1523.
Jaillissantes (nappes), 357.
Jakoutien, 857.
Japonaise (province), 93.
Jardangs, 393.
Jatulien, 581.
Jerseyen, 1872.
Jeunesse, 417.
Jonctions, 207.
Jotnien, 581.
Jungle, 52.
Jura blanc, 945.
— brun, 945.
— noir, 945.
Jurassien (plis du type), 199.
Jurassique (période), 929.
— (système), 929.
Juvavien, 857.
Juxtaposition de plis, 221.

K

Kalaat, 428.
Kalévien, 581.
Kames, 462.
Kansanien, 1873.
Kaolinisation, 366.
Kar, 460.
Katavothras, 362.
Keewatin, 567, 570.
Kersantites, 304.
Keuper, 849, 865.
Keweenawien, 578.
Kieserite, 98.
Kimeridgien, 948.
Kjökkenmöddinger, 1766.
Klintar, 647.
Klippen, 205, 875, 1026, 1054, 1097.
Knotenglimmerschiefer, 183.
Knotenthonschiefer, 184.
Korallenoolith, 1055.
Kreidegebirge, 1153.
Kryokonite, 403.
Kupferschiefer, 796.

L

Labrador, 295.
Lac à *Ancylus*, 1795.
Laccolithes, 276.
Lacs, 97.
Lacunes stratigraphiques, 494.
Lacustres (formations), 148.
Ladinien, 857.
Ladogien, 573.
Lackenien, 1435.
Lagoni, 285.
Lagunes, 486.
Laguno-lacustres (formations), 149.
Lahar, 1882.
Lambeaux de recouvrement, 205.
Lames, 1829.
Laminage, 229.
Lamprophyres, 304.
Landénien, 1418, 1424.
Langhien, 1607.
Lapiaz, 396.
Lapilli, 254.
Latérite, 400.
Latitude, 40.
Lattorfien, 1418.
Laurentien, 567, 570.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Laurvikites, 306.
Laves, 255, 322.
Ledien, 1439.
Leeseite, 1822.
Lehm, 363.
Lenhamien, 1617.
Lettenkohle, 865.
Levantin, 1662.
Levée de galets, 108, 477.
Lèvres d'une faille, 239.
Leucite, 287, 298.
Leucitique (magma), 306.
Leucitites, 296, 306.
Leucocrates (éléments), 296.
Leucotéphrite, 296.
Lewisien, 572.
Lias, 929, 945.
— calcaire, 972.
— schisteux, 972.
Liburnien, 1410.
Libyen, 1412, 1502.
Ligérien, 1164.
Lignes de rivage, 491, 1764.
— géométriques, 518.
Lignites, 130, 1402.
Ligurien, 1419, 1484.
Limans, 480.
Limburgites, 296.
Limivores, 83.
Limonite, 364.
Limons, 148, 399, 434, 1809.
Lingula flags, 602.
Lit de déjection, 410.
— majeur, 414.
— mineur, 414.
Lithogénèse, 12.
Lithologie, 1.
Lithosphère, 4.
Litoral concrete, 1892.
Littoral, 36.
Littorales (formations), 149.
Lixiviation, 361.
Localisation des phénomènes de plissement, 518, 524.
Lodévien, 753.
Lœss, 363, 403, 1765, 1806.
Lœsskindel, 1765.
Loi des transgressions et des régressions marines, 504, 541.
Londinien, 1410, 1418.
Longitudinales (failles), 242, 247.
Longmyndien, 583.
Lotharingien, 948.
Lower Greensand, 1187.
Ludien, 1418.
Lujanéen, 1889.
Lumachelle, 962.
Lumachelles, 105.
Lumière, 80.
Lusitanien, 948, 1045.
Lusitanienne (province), 93.
Lutécite, 367.
Lutétien, 1418.
Lydiennes, 651.

M

Maare, 265.
Macigno, 1474.
Maestrichtien, 1164, 1170.
Mafflien, 1804.
Magdalénien, 1775.
Magellanien, 1695.
Magellanique (province), 93.
Magma-bassin, 308.
Magmas, 256.
Magnesian limestone, 796.
Magnésien (magma), 306.
Magnétite, 287, 295.
Maigres (houilles), 134.
Main reef, 721.
Majolica, 1100, 1205.
Malgache (région), 57.
Malm, 945.
Manganèse (oxyde de), 117.
Mangrove, 36.
Marche des glaciers, 443.
Marées, 68.
Marines (houilles), 140.
Marins (êtres), 32.
Marlstone, 967.
Marmites, 40.
Marne, 110.
— à Ammonites pyriteuses, 938.
— à Cyrènes, 1448, 1479.
— à Huîtres, 1160, 1449.
— à *Pholadomya ludensis*, 1440.
— à Rudistes, 1160.
Marnes blanches, 1448.
— bleues, 1448.
— feuilletées, 452.
— Irisées, 849.
Maturité, 416.
Méandres, 415.
— encaissés, 480.
Mecklembourgien, 1768.
Méditerranéen, 1599.
Medjanien, 1505.
Meeressand, 1445.
Mégacalciques (roches), 306.
Mégapotassique (groupe), 306.
Mégasodique (groupe), 306.
Mélanocrates (roches), 298.
Mélaphyres, 695.
Mélilithe, 296.
Mélilithites, 296.
Ménévien, 602.
Menilith-Schiefer, 1403.
Méotien, 1662.
Méotique, 1662.
Mer à Littorines, 1796.
Mers continentales, 23.
— profondes, 85.
Meroplankton, 74.
Mesas, 426.
Mésocrates (roches), 298.
Mésocrétacé, 1164, 1170.
Mésodévonien, 679.
Mésoméditerranéen, 1607.
Mésonummulitique, 1397.
Mésopotassique (groupe), 306.
Mésosodique (groupe), 306.
Mésozoïque (ère), 544.
Messinien, 1646.
Mesvinien, 1804.
Métamorphiques (roches), 294.
Métamorphisme, 13, 96, 172, 286, 369, 838.
Métasomatose, 96, 177, 369.
Météorologie, 4.
Méthane, 125, 252.
Mica blanc, 298.
— noir, 234, 298.
Micas, 287, 298.
Micaschistes, 183, 190, 235.
Microcalciques (roches), 306.
Microcline, 295.
Microdiorites, 296.
Microgabbros, 296.
Microgranites, 296.
Microgrenue (structure), 301.
Microlithes, 298.
Microlithique (structure), 300.
Micronorites, 296.
Microkersantites, 304.
Microminettes, 304.
Microorganismes, 376.
Microsommite, 287.
Microsyénites, 296.
Midwayien, 1523.
Migrations, 61. 419, 550.
Milieu marin, 63.
Millstone grit, 749, 763.
Mindelien, 1769, 1832.
Minerais, 289.
Minéralisateurs, 185.
Minéralogie, 1.
Minérogènes (roches), 107.
Minette, 304, 309.
Miocène, 1599.
Miothermes (périodes), 1902.
Miroirs de failles, 248.
Mississipien, 751, 786.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Missourien, 787.
Missourites, 296, 306.
Mistpœffers, 334.
Mittelquader, 1263.
Mixtes (cônes), 266.
— (roches), 107.
Modelé, 16.
Mörtelstructur, 234.
Mofette, 281.
Mohawkien, 629, 640.
Môles, 16.
Mollasse grise, 1631.
— marine, 1479, 1631.
— rouge, 1473, 1547.
Mollasses, 1603.
Monien, 583.
Monoclinales (vallées), 426.
Monoclinaux (plis), 237.
Montien, 1403, 1418.
Monzonites, 306.
Moraines, 453, 465.
— externes, 1839.
— internes, 1841.
Morcellement, 319.
Morphologie, 23.
Moscovien, 752.
Moséen, 1803.
Moulins glaciaires, 449.
Mountain limestone, 751.
Moustérien, 1775.
Moustiérien, 1775.
Moutonnées (roches), 457.
Mouvements complémentaires, 509.
— épirogéniques, 507.
— eustatiques, 499.
— négatifs, 498.
— orogéniques, 507.
— orthogonaux, 508.
— positifs, 498.
— tangentiels, 345.
— verticaux, 236, 345.
Moyenne terrasse, 1814.
Multiplicité des périodes glaciaires, 464.
Muschelkalk, 848, 864.
Muschelsandstein, 869, 1631.
Muscovite, 296.
Mutations, 549, 1675.

N

Nagelfluh, 229, 1630, 1632.
Namurien, 758.
Naphte, 283.
Nappes aquifères, 355.
Nappes de charriage, 200.
Nappes phréatiques, 353.
Néarctique (région), 54.
Nebraskien, 1872.
Necks, 262, 274.
Nectoniques (organismes), 73.
Nehrung, 477.
Neiges persistantes, 437.
Néocrétacé, 1164, 1170.
Néogée, 56.
Néogène, 1599.
Néolithique, 1773.
Néoméditerranéen, 1607.
Néonummulitique, 1397.
Néozoïque (ère), 544.
Néphéline, 298.
Néphélinites, 296.
Nekton, 72.
Néocomien, 1163.
Néodévonien, 679.
Néovolcanique (série), 302.
Néritique (région), 86.
Néritiques (formations), 149, 157.
Neudeckien, 1768.
Neutres (roches), 303.
Névés, 442.
Newbournien, 1620.
New Red Sandstone, 796.
Niagarien, 629, 655.
Nids, 855.
Niederterrassenschotter, 1833.
Nieve penitente, 399.
Nitrates, 376.
Nitrification, 376.
Niveau d'eau, 355.
Niveau de base, 408.
Noduleux (schistes), 184.
Nomenclature stratigraphique, 558.
Nordatlantique (continent), 614.
Nordmarkites, 306.
Norfolkien, 1768.
Norien, 857.
Norites, 296, 306.
Normal (flanc), 196.
Normales (failles), 239.
Normaux (plis), 195.
Noséane, 296.
Notostylopéen, 1415, 1554.
Nourriture, 82.
Nuées ardentes, 253.
Nuées péléennes, 253.
Numidien, 1505.
Nummulites, 556, 1420.
— (échelle des), 1419.
Nummulitique, 1397.
Nunataker, 438.

O

Obscuricole (faune), 36.
Obséquents (cours d'eau), 426.
Océanique (série), 1699.
Océanographie, 4.
Ocre, 401.
OEningien, 1712.
Old Red Sandstone, 677, 684.
Olénellidien, 595.
Olénidien, 594.
Olettes, 361.
Oligiste, 295, 364.
Oligocène, 1397.
Oligoclase, 295.
Olivine, 295.
Omalien, 1775.
Ontarien, 622.
Oolithe, 945.
— blanche, 1008.
— ferrugineuse, 1008.
— miliaire, 1009.
— vacuolaire, 1084.
Oolithes, 97, 936.
Oolithique (série, sous-système), 929.
Opale, 295.
Ophite, 921.
Ophitique (structure), 301.
Or, 289.
Orbicules, 367.
Organique (roches d'origine), 101.
Organismes littoraux, 71.
Organogènes (roches), 107.
Ordovicien, 622.
Ordre d'ascension des magmas, 309.
Orientale (région), 54.
Oriskanien, 714.
Orogénèse, 14.
Orogéniques (mouvements), 597.
— (théories), 511.
Orthogonal (réseau), 520.
Orthogonaux (mouvements), 508.
Oscillations lentes du sol, 498, 500.
— du niveau des mers, 498.
Oswegien, 629, 655.
Ottrélithe, 235.
Oucanes, 396.
Ouest-africaine (province), 93.
Ouest-américaine (province), 93.
Oules, 361.
Oulettes, 361.
Ouralien, 752.
Ouvertes (failles), 248.
Ovales méditerranéens, 318.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Ox-bows, 416.
Oxfordien, 948.
Oxyde de carbone, 252.
Oxydes métalliques, 289, 294.
Ozocérite, 125.

P

Pacifique (province), 615.
Palaffites, 1843.
Paléarctique (région), 54.
Paléocène, 1397.
Paléogène, 1397.
Paléolithique, 1773.
Paléontologie, 3.
Paléovolcanique (série), 302.
Paléozoïque (ère), 544.
Pampasien, 1888.
Pampien, 1888.
Panamique (province), 93.
Panchina, 1860.
Paniselien, 1428.
Pannonique, 1662.
Paraclases, 238.
Paradoxidien, 594.
Paramètres magmatiques, 305.
Paranéen, 1696.
Parasitaires (cônes), 272.
Parcs, 49, 51.
Parisien, 1397.
Paroxysmes, 258.
Partage (ligne de), 419.
Pas de bœufs, 635.
Patagonien, 1695.
Paulétien, 1252.
Pébidien, 583.
Pectinidés, 556.
Pédologie, 39, 378.
Pegmatites, 301.
Pegmatitique(structure),301.
Péhuenchéen, 1415.
Peintures pariétales, 1830.
Pélagiale (région), 90.
Pélagiques (organismes), 72, 153.
Pélé (cheveux de), 258.
Péléen (éruptions du type), 259.
Pélitiques (roches), 107, 109.
Pendage, 14.
Pendule horizontal, 338.
Pénéplaine, 18, 417.
Pennsylvanien, 787.
Penjabien, 752.
Pentagonal (réseau), 518.
Pente-limite, 411.
Perçoirs, 1829.
Périclinale (terminaison), 203.
Péridot, 295.
Péridotique (magma), 306.
Péridotites, 190, 275, 296.
Périodes, 5, 464, 542, 560.
Périphériques (failles), 245.
Perlitique (texture), 300.
Permien, 742.
Permo-Carbonifère, 744.
Perpotassique (groupe), 306.
Persodique (groupe), 306.
Pesanteur, 380.
Petchorien, 1171.
Pétrifications, 3.
Pétrographie, 1.
Pétroles, 125, 283.
Phases de végétation, 758.
Phénocristaux, 299.
Phillipsite, 117.
Phonolithes, 296, 306.
Phosphate de chaux, 101, 118.
Phosphates, 289.
Phosphorites, 1541.
Phréatiques (nappes), 353.
Phyllades, 234.
Phylums, 680, 754, 858.
Physique du Globe, 2.
Picrites, 296.
Pied des monts (glaciers du), 440.
Piedmont glaciers, 440.
Pierre à liards, 1433.
— polie, 1773.
— ponce, 254.
— taillée, 1773.
Pierres branlantes, 379.
Pietre verde, 883.
Piézométrique (niveau), 353.
Pin et du Bouleau (période du), 1798.
Pisolithique (fer), 1547.
Pläner, 1233, 1262.
Plages, 477.
— soulevées, 1764, 1801.
Plagioclases, 295.
Plagioclasites, 296.
Plaines de dénudation marine, 484.
Plaisancien, 1607.
Plan axial, 194.
— de stratification, 14.
Planctogènes (sédiments), 105.
Planctonique,
Plankton, 72, 74, 106.
Plasticité, 232, 443.
Plate-forme côtière, 473, 483.
Pléistocène, 1760.
Pleurotomes (marnes à), 153.
Pliensbachien, 948.
Pliocène, 1599.
Pliothermes (périodes), 1902.
Plis, 193.
Plis-failles, 197.
Plissements à rebours, 516.
Plissements, 193.
Plistocène, 1760.
Plistosistes (zones), 337.
Pluviale (période), 1882.
Pneumatolithiques (formations), 291.
Poches, 364.
Poches sous-glaciaires, 449.
Pœderlien, 1617.
Pointements ophitiques, 920.
Pointes, 1829.
Point fixe, 408.
Points d'absorption, 361.
Polandien, 1768.
Polyhalite, 98.
Polypiers, 485.
Polysynthétiques (glaciers), 440.
Ponces, 254.
Pontien, 1607.
Pontilévien, 1613.
Porphyres bleus, 278, 838.
Portlandien, 948, 1075.
Post-Pliocène, 1761.
Post-Tertiaire, 1761.
Potables (eaux), 360.
Poudingue de Palassou, 1464.
Poudingues, 107.
Poudingues pourprés, 603.
Poupées du lœss, 363, 1765.
Poussée (lambeaux de), 207.
Poussées tangentielles, 513.
Potsdamien, 595.
Précambriens (terrains), 566.
Précession des équinoxes, 467.
Première (faune), 588.
Prémonitoires (secousses), 334.
Présolutréen, 1829.
Pression, 77.
Prestien (Saint-), 1771, 1807.
Priabonien, 1419.
Primaires (terrains), 18, 542.
Primitif (terrain), 173, 542, 564.
Primordiale (faune), 588.
Primordiaux (terrains), 543.
Principes généraux de la Stratigraphie, 539.
Prismes basaltiques, 270.
Produits volcaniques, 252.
Produktives Kohlengebirge, 751.
Profil d'équilibre, 409, 414.
— en long, 410, 459.
— en travers, 413, 458.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Profondeur, 302.
— (roches de), 294, 486.
Projections volcaniques, 252.
Protérozoïque (série), 566.
Protogènes (roches), 96.
Provencien, 1164.
Provinces botaniques, 46, 92.
— pétrographiques, 307.
— zoologiques, 46, 52, 92.
Protogine, 234.
Psammites, 108.
Psammitiques (roches), 107.
Pséphitiques (roches), 107.
Pseudo-clivage, 231.
Pseudomorphoses, 367.
Ptérocérien, 1045.
Ptéropodes (boue à), 107, 153.
Puelchéen, 1889.
Puits naturels, 361.
Pulaskites, 306.
Pulsations, 284.
Purbeckien, 1075, 1174.
Pureté des eaux, 486.
Purins (charbons de), 133.
Pyramides coiffées, 386.
Pyrénéens (glaciers), 441.
Pyrites, 289.
Pyrolusite, 289.
Pyrosphère, 4,327.
Pyrothérien, 1416, 1554.
Pyroxène, 298.
Pyroxénolithes, 296.

Q

Quadersandstein, 1160, 1262.
Quartaire, 1760.
Quartz, 295.
Quartzine, 367.
Quartzites, 368, 875.
Quaternaire (période), 1760.
Quaternaires (terrains), 543.

R

Ra, 1787.
Racines, 200.
— (action des), 377.
Racloirs, 1829.
Radiales (failles), 245.
Radiolaires (boue à), 107, 154.
Radiolarites, 939, 1099.
Ragstones, 1005.
Raideur des versants, 350.
Raised beaches, 1801.
Rajeunissement, 430.
Ramifiées (failles), 242.
Rauracien, 1045.
Rascles, 396.
Raz de marée, 332.
Réajustement, 557.
Rebroussements, 207.
Récent (terrain), 1761.
Réception (bassin de), 409.
Récifs-barrières, 486.
— coralliens, 484.
— frangeants, 486.
Recouvrements, 198, 205.
Recristallisation, 113.
Récurrence glaciaire, 1801.
Redans, 210.
Red Crag, 1619.
Redonien, 1613.
Red Sandstone (Old), 672, 684.
Réduction, 120.
Red Wall, 785.
Régénérés (glaciers), 441.
Régions climatiques, 46.
Régressions, 493, 541.
Rejet, 239, 241.
Relaiements, 208.
Relikten-Faunen, 76.
Remplissage des filons, 289.
Renne (âge du), 1775.
Répliques, 334.
Réseau orthogonal, 520.
— pentagonal, 518.
Résiduelles (faunes), 76.
Ressac, 473.
Retournés (plis), 196.
Retrait de la mer, 498.
Retumbos, 334.
Reutélien, 1804.
Révolutions, 21, 519, 547.
Rhétien, 939.
Rhodanien, 1194.
Rhyolithes, 296, 300.
Rias, 476.
Rimaye, 446.
Ripple-marks, 68, 152, 390, 854.
Rissien, 1769, 1832.
Rivage (lignes de), 491.
Rivières souterraines, 357.
Rohenhausien, 1775.
Rocanéen, 1415.
Rochage, 312.
Roches d'origine interne, 294.
— éruptives, 294, 296.
— ignées, 294.
— moutonnées, 457.
— vertes, 190, 632.
Rock basins, 1801.
Röth, 864.
Rognacien, 1410.
Rombos, 334.
Rotatoires (secousses), 333.
Rothliegende, 743.
Rotomagien, 1164, 1242.
Rubéfaction, 365.
Rückfaltung, 516.
Ruissellement, 385, 401.
Rupélien, 1418.
Rutile, 295.
Ruz, 427.

S

Sables, 108, 254, 434.
— dolomitiques, 364,
— marins, 1452,
— moyens, 1436.
— supérieurs, 1449.
Sahélien, 1607.
Salamanquéen, 1415.
Salicoles (plantes), 38.
Salmien, 603.
Salmurien, 1164.
Salopien, 629.
Salpausselkä, 1787.
Salpètre, 376.
Salure, 62, 76, 486.
Sangamonien, 1873.
Sannoisien, 1419, 1448,
Santacruzien, 1696, 1728.
Santonien, 1164, 1170.
Sapropèles, 126.
Sarmatien, 1608.
Sattelflötz, 770.
Saumâtres (animaux), 76.
Savane, 49, 51.
Savignéen, 1614.
Saxonien, 752, 1768.
Scaglia, 1261, 1322.
Scaldisien, 1617.
Scandinave (type), 440.
Scanien, 1768, 1778.
Scar limestone, 763.
Schaarung, 207.
Schalstein, 271, 736.
Schilfsandstein, 865.
Schiste (huile de), 126.
Schistes alunifères, 603.
— bitumineux, 938.
— cristallins, 172.
— lustrés, 190, 875, 974.
— à Calymènes, 635.
— à ménilite, 1495.
— à Paradoxides, 604.
Schlier, 1625, 1633.
Scorie universelle, 329.
Scories, 254.
Scrubs, 50.
Sèches (fumerolles), 280.
— (houilles), 134.
Secondaires (fumerolles), 281.
— (terrains), 18, 542.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Secousses, 333.
Sécrétion latérale, 289.
Sédiment (terrains de), 542, 543.
Sédimentaires (roches), 95.
Sédimentation, 11, 95, 399, 433, 453, 476.
— (zone de), 164.
Sédiments, 12, 95.
Segmentation, 308.
Ségrégations, 187.
Séhuénéen, 1415.
Selbornien, 1235.
Séléniteuses (eaux), 360.
Sel marin, 98, 1401.
Sels déliquescents, 98.
Senequien, 714.
Sénonien, 1163.
Sens des mouvements, 511.
Séparation, 43.
Septaria, 153.
Séquanien, 1045.
Séricite, 172.
Série glaciaire, 457.
Séries, 560.
Serniflte, 800.
Serpentine, 298.
Serpulite grit, 598.
Serravallien, 1642.
Sessiles (organismes), 72.
Seter, 493.
Seuil continental, 29, 482.
Shonkinites, 306.
Shungite, 577.
Sidérolithique, 1547.
Sicilien, 1768.
Silex, 368.
Silicates, 116, 287, 295.
Silice, 101, 104, 190, 285, 289.
Siliceux (organismes à squelette), 104.
Silicicoles (plantes), 38.
Silicification, 367.
Sills, 278.
Silurien, 622.
Simbirskien, 1172.
Simples (failles), 241.
— (glaciers), 440.
— (plis), 195.
— (roches), 96.
Sinémurien, 948.
Sinienne (formation), 606.
Sismiques (mouvements, phénomènes), 332.
Sismogrammes, 338.
Sismographes, 336, 338.
Sismologie, 332.
Sodalithe, 287, 296.
Soffioni, 284.
Solfatares, 282.
Solfatarienne (phase), 282.
Sols, 377.
Sol rocheux, 486.
Solutréen, 1775.
Sonorienne (région), 55.
Soufflards, 284.
Soulèvement (cratères de), 511.
Soulèvements, 512.
Sources, 357, 400.
— de feu, 284.
— hypogènes, 284.
— thermales, 280, 285.
Sous-étages, 561.
Sous-glaciaires (poches, cours d'eau), 449.
Sous-marines (éruptions), 259.
Sparagmite, 580.
Sparnacien, 1418.
Speckled Sandstone, 813.
Sphène, 298.
Sphérolithes, 299.
Spicules, 101.
Spongine, 101.
Spongolithes, 105.
Stalactites, 367.
Stalagmites, 367.
Stampien, 1419.
Steinmergelkeuper, 869.
Sténohalins(organismes),76.
Sténothermes (organismes), 78.
Stéphanien, 752.
Steppes, 50, 51, 1806.
Stipites, 1020.
Stossseite, 1822.
Strates, 2.
Stratification, 95, 443.
— entrecroisée, 568.
— oblique, 434.
Stratigraphie, 2, 539.
Stratigraphique (nomenclature), 558.
Strato-volcans, 266.
Strépyien, 1804.
Striés (cailloux), 457.
Stries glaciaires, 457.
Strombolien (éruptions du type), 258.
Structurale (surface), 201.
Structure, 261.
— alvéolaire, 378.
— des roches, 294.
Stylolithes, 229.
Subaériens (dépôts), 148, 399.
Subapennin, 1599.
Subatlantique (période), 1797.
Subboréale (période), 1797.
Subcarbonifère, 751.
Sublimation, 291.
Subséquents (cours d'eau), 426.
Substratum solide, 71.
Sudaméricaine (région), 55.
Sudétien, 758.
Suessonien, 1397.
Sulfates, 120, 287.
Sulfures, 122, 289.
Superposition, 539.
Surélévation (aires de), 211.
Surface (roches de), 294.
— structurale, 201.
Surfaces gauches, 224.
— réglées, 224.
Surimposés (cours d'eau), 430.
Surimposition glaciaire, 461.
Surrection, 531.
Suspendus (glaciers), 441.
Suspendues (vallées), 474.
Sussultoires (secousses), 333.
Syénites, 296, 306.
Syénitique (groupe), 306.
Sylvine, 99.
Synclinal, synclinaux, 15, 194.
Système tétraédrique, 521.
Systèmes montagneux, 519.
— stratigraphiques, 560.

T

Tangentielles (poussées), 513.
Tangentiels (mouvements), 194.
Tardenoisien, 1775.
Taunusien, 688.
Tectonique, 1.
Tectoniques (zones), 164.
Tegel, 1636.
Télésismes, 339.
Télésismogrammes, 339.
Témoins, 16, 418.
Température, 66, 77.
Téphrites, 296, 306.
Termites, 377.
Terra rossa, 362.
Terrain à chailles, 1061.
Terrains, 542.
Terrasses, 431.
— marginales, 1793.
— marines, 493.
Terreau fossile, 138.
Terre arable, 377.
— à briques, 1804, 1813.
— ferme (vie sur la), 37.
Terres noires, 384, 1024.
Terrigènes (sédiments), 118, 153.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Tertiaires (terrains), 18, 543.
Test de substitution, 114, 366.
Têtes de chat, 364.
Tétraèdre, 521.
Tétraédrique (système), 521.
Tétraédroïde, 521.
Thalweg (sources de), 358.
Thanétien, 1410, 1418.
Théories orogéniques, 511.
Théralithique (magma), 305.
Thermales (sources), 359.
Thracien, 1676.
Thuringien, 752.
Tiefengesteine, 294.
Till, 1781.
Tillites, 584.
Tindouls, 361.
Tinguaïtes, 309.
Tithonique, 1075.
Titonico bianco, 1101.
Toarcien, 948.
Tombolos, 477.
Tonalites, 306.
Tonalitique (groupe), 306.
Tongrien, 1397.
Topaze, 311.
Torrents, 407, 449.
Torridonien, 580.
Torsion, 224.
Tortonien, 1608.
Totems, 1832.
Toundras, 1763, 1806.
Tourassien, 1775.
Tourbe, 129.
Tourbières, 129,
Tourbillonnantes(secousses), 333.
Tourmaline, 298, 311.
Tournaisien, 765.
Tourtia, 1236.
Trachytes, 296, 306.
Trajectoire, 445.
Transatlantique (province), 93.
Transgressions, 18, 493, 541.
Transition (cônes de), 457.
— (terrains de), 542.
Transport, 10, 379, 387, 410, 453, 476.
— (terrains de), 542.
Transversales (failles, fractures), 242, 247.
Transversale (vallée), 195.
Trapps, 271, 1341, 1377.
Trass, 1710.
Travertins, 148, 401, 1401, 1766.
Tremblements de terre, 16, 331.
Trias, 848.
— alpin, 849, 876.
Trias germanique, 849.
— océanique, 849.
Triasique (période, système), 848.
Trichites, 298.
Tridymite, 294.
Trilobites, 556, 595.
Tripolis, 154, 1644.
Tritétraèdre, 522.
Trituration, 233.
Troctolithes, 296.
Troncs debout, 140.
Tronçons, 412.
Tropophiles (plantes), 39.
Troskalk, 1089.
Tsunamis, 332.
Tuffeau, 1161.
Tufo, 1861.
Tufs calcaires, 148, 401, 1766.
— volcaniques.
Turbarien, 1768.
Turonien, 1163, 1170.

U

Uebergangsgebirge, 542.
Ulmique (acide), 375.
Ulsterien, 714.
Under-clay, 138.
Undergrounds, 764.
Unilatérale (compression), 513.
Unités stratigraphiques, 561.
Unterquader, 1263.
Upper Greensand, 1187.
Urgebirge, 542.
Urgonien, 1164.
Uriconien, 583.

V

Vadeuses (sources), 359.
Vagiles (organismes), 72.
Vagues, 68, 75.
Val, 427.
Valanginien, 1164, 1170.
Valdonnien, 1313, 1410.
Valentien, 629.
Vallée (glaciers de), 440.
Vallées enfoncées, 492.
— mortes, 422.
— sèches, 422.
— suspendues, 474.
— transversales, 428.
Valleuses, 474.
Vapeur d'eau, 252.
Variations de régime des glaciers, 450.
Varisque (chaîne), 221.
Vauclusiennes (sources), 359.
Végétation houillère, 825.
Vêlage, 450.
Vent, 387.
Vérins, 1433.
Vernis du désert, 374.
Vers de terre, 377.
Verrucano, 799.
Verticaux (mouvements), 194.
Vicksburgien, 1523.
Vieillesse, 417.
Villafranchien, 1767.
Vindobonien, 1607.
Virgations, 208.
Virglorien, 857.
Virgulien, 1045.
Viséen, 765.
Vitesse des glaciers, 446.
Vitreuses (roches), 299.
Vitrollien, 1410.
Volcaniques (cônes), 251.
— (formations), 148.
— (phénomènes), 251.
— (roches), 542.
Volcanisme, 312.
Volcans, 16, 251, 312.
Volgien, 1076.
Voussoirs, 250.
Voûtes, 194.
Vraconnien, 1164, 1256.
Vulcanien (éruptions du type), 258.

W

Wallace (ligne de), 61.
Waltonien, 1620.
Waterlime, 655.
Waulsortien, 765.
Wealdien, 1174.
Wellenkalk, 864.
Wemmelien, 1439.
Werfenien, 857.
Westphalien, 752.
Weybournien, 1767, 1777.
Wildflysch, 1478.
Wisconsien, 1873.
Wolfram, 289.
Wollastonite, 287.
Würmien, 1769, 1832.
Wyville Thomson (seuil), 67.

X

Xénomorphes(éléments), 299.
Xérophiles (plantes), 39.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Y

Yarmouthien, 1873.
Ypresien, 1418.

Z

Zechstein, 743, 796.
Zéolithes, 154, 288, 298.
Zircon, 295.
Zoanthairien, 1059.
Zoïsite, 234.
Zone boréale, 48.
— tropicale, 50.
Zones à Ammonites, 1170.
— climatiques, 46, 1123.
— d'altitude, 46.
Zones de sédimentation, 164.
— paléontologiques, 145, 754, 948.
— stratigraphiques, 561.
— tectoniques, 164, 208.
— tempérées, 48.
Zungenbecken, 456, 1841.
Zwischenbildungen, 1025.
Zwischenschichten, 868.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

INDEX ALPHABÉTIQUE

DES NOMS GÉOGRAPHIQUES

A

Aar (massif, vallée de l'), 189, 460, 463, 874, 1025, 1053, 1089.
Abadit (l'), 1630.
Abbeville, 1809.
Abbotabad, 1283.
Aberdeen, 1302.
Abrolhos, 488.
Abyssinie, 1034, 1070, 1232.
Acadie, 595, 597, 640, 654, 687.
Acarnanie, 983, 1680.
Achaïe, 1680.
Ache, 421.
Achensee, 979, 1837.
Acheul (Saint-), 1775, 1810.
Aconcagua, 29.
Açores, 30, 259, 264, 322, 1702.
Acqui, 1641.
Acrotiri, 1905.
Acy-en-Multien, 1438.
Adar-Doutchi, 1526.
Adelaïde, 1689.
Aden, 1070, 1892.
Adige, 801.
Adirondacks (monts), 610.
Admont, 1320.
Adneth, 980.
Ador, 1312.
Adour, 483, 1826.
Advent Bay, 1703, 1877.
Æginc, 315.
Ægion, 1680.
Afghanistan, 814, 901, 990, 1686.
Africaine (province), 1369.
— australe (province), 93.
— occidentale (province), 93.
Africano-Brésilien (continent), 167, 320, 824, 1114, 1356, 1559.
Afrique, 24, 244, 429, 575, 1043, 1074, 1111, 1296, 1732, 1878.
— australe, 722, 814, 911, 944, 1230, 1355, 1890.
— centrale, 1727.
— du Nord, 722, 779, 873, 944, 1068, 1104, 1411.
— orientale allemande, 1231, 1298, 1355, 1514, 1689.
Agadès, 1296.
Agadir, 1701.
Agardh (cap), 1223.
Agassiz (lac), 1875.
Agata (Santa), 1642.
Agatha (St-), 1066.
Agenais, 1461, 1538, 1611.
Agoriani, 1266.
Agram, 1673, 1853.
Aguermych (mont), 1326.
Agulhas (banc d'), 119.
Ahnet, 722.
Ahun, 773.
Aïan, (baie d'), 712.
Aïat, 1349.
Aigen, 1319.
Aignan (Saint-), 1306.
Aiguille Noire, 413.
Aiguilles d'Arves, 1473.
— Rouges, 776, 972.
Aillons, 1474.
Aimé (mont), 1407.
Ain, 1846.
Aïn Amra, 1068.
— Bou Sellem, 1206.
— Kihal, 1506.
— Settara, 1274.
— Temouchent, 1744.
Aïn Tiferouïn, 1647.
Aisne, 421, 960, 1305, 1424, 1428, 1435.
Aït Mdioual, 658.
Aitos, 1264.
Aix, 972, 1022, 1196, 1409, 1544.
Aix-la-Chapelle, 694, 768, 1236, 1303.
Aizac (Coupe d'), 1904.
Aizy, 1428, 1430.
Aizy-sur-Noyarey, 1095.
Ajka, 1324, 1549.
Ajol (val d'), 798.
Akaba, 245, 321, 1892.
Akabli, 780.
Akoucha, 1219.
Akra, 1661.
Aktchaghyl, 1684.
Alabama, 611, 789, 1224, 1350, 1523.
Ala-dagh, 1509.
Alais, 871, 1544.
Alaska, 29, 163, 441, 459, 712, 784, 992, 1041, 1109, 1224, 1289, 1346, 1519, 1692, 1873.
— Range, 640.
Alatyr, 1172, 1494.
Albacete, 1550.
Albains (monts), 1904.
Alban (mont), 1629.
— (St-), 714.
Albanie, 1105, 1328, 1492, 1679.
Albano (lac d'), 265, 1904.
Albany, 641, 716.
Albarracin, 1065.
Albe, 1818.
Albersweiler, 796.
Alberta, 1292.
Albertville, 1847.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Albigeois, 1539.
Alboran (île), 1744.
Alcoy, 1332.
Alemtejo, 605.
Aléoutienne (province), 93.
Aléoutiennes (îles), 162.
— (fosse des), 26.
Aleria, 1656.
Alet, 1311.
Aletsch (glacier d'), 440.
Alexandre (Saint-), 1627.
Alfáz, 1332, 1508.
Alföld, 1671.
Algarve, 967, 1019, 1065, 1211, 1278, 1700.
Algäu, 980.
Alger, 472, 987, 1268, 1744, 1863.
Algérie, 1065, 1504, 1647, 1725, 1863, 1880.
Algonkien (massif), 167.
Algonquin (lac), 1874.
Alhambra, 1654.
Alicante, 1032, 1105, 1211, 1276, 1332, 1507, 1655.
Allachua, 1706.
Allauch, 1245.
Allemagne centrale, 768, 942, 1576, 1804.
— du Nord, 464, 505, 795, 866, 956, 1055, 1079, 1174, 1232, 1298, 1404, 1444, 1537, 1618, 1716, 1780, 1784, 1798.
— du Sud, 942, 1632.
Allenjoie, 1455, 1715.
Aller, 1784.
Alliat, 1830.
Allier, 1535, 1707, 1741.
Allons, 1470.
Allos, 1052, 1473.
Alma, 1498.
Almargem, 1277.
Almaznaia, 760.
Along (baie d'), 783.
Alpacó, 1692.
Alpersbach, 961, 1012.
Alpes, 438, 441, 505, 515, 528, 575.
— (Basses-), 971, 1022, 1052, 1190, 1248, 1470, 1547.
— Bergamasques, 1851.
— calcaires, 876, 943, 1066. 1318, 1322.
— Delphino - Provençales, 1469.
— (Hautes-), 972, 1023, 1133, 1190, 1470, 1630.
— -Maritimes, 800, 940, 975, 1022, 1052, 1192, 1248, 1313, 1470, 1629, 1658.
Alpes méridionales, 1067, 1203, 1850.
— occidentales, 574, 776, 800, 874, 943, 1546.
— orientales, 574, 637, 703, 776, 800, 876, 979, 1027, 1203, 1260, 1548, 1853.
— septentrionales, 1833.
— Suisses, 448, 975, 1025, 1053, 1097, 1317, 1838.
— Vaudoises, 1470.
Alpin (type), 440.
Alpine (chaîne), 222.
— (province), 915.
Alpins (faciès), 161.
— (plissements), 222, 528.
Alsace, 375, 942, 1012, 1451, 1813.
Altaï, 606, 709, 736, 804, 1877.
Altaïdes, 528, 709, 834.
Altamira, 1831, 1865.
Altaussee, 1066, 1102.
Altavilla, 1862.
Altenburg, 1806.
Altkirch, 1452.
Altmann, 1201.
Alum Bay, 1532.
Alzei, 1445, 1716.
Amand (Saint-), 962.
Amarin (Saint-), 1814.
Amasra, 1282.
Amasry, 1072.
Amazones, 373, 480, 791.
Amb, 806.
Ambongo-Abo, 1044, 1344.
Ambre (cap d'), 1639.
Ambroix (Saint-), 1020.
Amélie-les-Bains, 1312.
Américaine (province), 662, 727, 1369.
Amérique arctique, 571, 611, 713, 781, 900, 993, 1704.
— centrale, 1521, 1699.
— du Nord, 24, 570, 781, 809, 992, 1577, 1871.
— du Sud, 26, 644, 719, 909, 992, 1074, 1110, 1413, 1525, 1879.
Amiata (monte), 1904.
Amirantes (îles), 30.
A-Mi-Tcheou, 906.
Ammer, 1837.
Ammonites (mont aux), 1040.
Amour, 1222.
— (Saint-), 1714.
Ampasindava, 994.
Ampezzo, 1204.
Amsterdam, 1618.
— (île), 321.
Analalava, 1231, 1287.
Ancelle, 1471, 1474.
Ancenis, 698, 700, 771.
Ancone, 1643.
Andalousie, 803, 873, 988, 1032, 1069, 1275, 1654.
Andaman (îles), 1691.
Andelot, 1051, 1710.
Andes, 29, 315, 399, 421, 575, 644, 719, 992, 1074, 1134, 1228, 1348, 1376, 1879.
Andjera, 1506.
Andlau, 183.
Andö, 1004, 1078.
Andon, 1196.
Andratx, 1508,
Andravy, 1689.
André (Saint-), 1191, 1253, 1315.
Andrews (Saint-), 274.
Andrinople, 1501, 1676.
Andrychau, 1099.
Angara, 638, 708, 805.
Angeles (Los), 1521.
Angers, 698.
Angles, 1191.
Angleterre, 475, 649, 763, 941, 1056, 1234, 1301, 1435, 1443, 1447, 1619, 1776.
Anglo-Parisien (bassin), 1422, 1530.
Angola, 1297, 1355, 1526, 1702.
Angoulême, 1086, 1242, 1308.
Angoulins, 1064.
Anguilla, 1699.
Aniche, 766, 768.
Animikie, 579.
Anjou, 1240, 1613.
Annam, 991.
Annecy, 422.
Annes, 976.
Annetorp, 1405.
Annobon, 319.
Annœullin, 766.
Annot, 1472.
Ano-Phanari, 984.
Anor, 688.
Anse au Loup, 597.
Antarctandes, 1349.
Antarctide, 24.
Antarctique (continent), 24, 29, 1695.
— (océan), 24.
— (province), 93.
Antenbichl, 885.
Antequera, 1069.
Anthracite Range, 277.
Antibes, 1629.
Anticosti, 654.
Antigua, 1699.
Antilles, 163, 316, 319, 499,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

528, 1352, 1376, 1524, 1698, 1894.
Antinitza, 1328.
Antonimina, 1646.
Antonin (Saint-), 1473.
Antonio (port), 1525.
Antsirane, 1286, 1343.
Anvers, 1616.
Anzeindaz, 1255.
Anzin, 766.
Aouljdad (djebel), 1209.
Aouste, 1191.
Apchéron, 1867.
Apennin, 199, 575, 875, 888, 944, 984, 1031, 1067, 1102, 1205, 1266, 1328, 1484, 1643, 1860.
Apigné, 1615.
Apokrymno, 1328.
Apostolous, 1493.
Appalaches, 160, 167, 611, 639, 654, 713, 789, 810.
Appalachia, 717.
Apt, 1163, 1191, 1198, 1249, 1546.
Apuanes (Alpes), 875, 984, 1102.
Aquitaine, 964, 1017, 1086, 1241, 1308, 1538, 1610, 1729, 1824.
Arabida, 1211.
Arabie, 779, 1070, 1281, 1513, 1892.
Arabique (désert), 1280, 1335, 1687.
Aradj, 1503.
Aragon, 605, 652, 872, 1086, 1212, 1276, 1332, 1550.
Aral (mer d'), 1511, 1868.
Aralo-caspienne (région, province), 93, 1682, 1867.
Araphoe, 1414.
Ararat, 1878.
Aravis, 1201.
Araxe, 710, 772, 803, 1509.
Arba, 1641.
Arbalou, 1209.
Arbas, 1245.
Arbois, 1846.
Arc, 1545.
Archino, 1718.
Archipel, 778, 1719.
Arcons-d'Alliers (Saint-), 1824.
Arctico-Pacifique (province), 917.
Arctique (océan), 24, 26, 27, 532.
Arctiques (terres), 1291, 1349.
Arcueil, 1808.
Arcy-sur-Cure, 1813.
Ardèche, 419, 425, 430, 870, 970, 1020, 1052, 1088, 1190, 1250.
Ardenne, 219, 235, 504, 602, 634, 687, 866, 942, 960, 1010, 1058, 1128, 1184, 1235, 1302.
Åre, 580, 590.
Areeiro, 1701.
Arenig, 629, 633.
Åreskutan, 731.
Argentario (monte), 477.
Argentera, 1096, 1260.
Argenteuil, 1441, 1449, 1533.
Argentière, 800.
Argentine (République), 421, 644, 719, 791, 815, 945, 1111, 1295, 1353, 1696, 1728, 1888.
Argentino (lac), 1348.
Argenton-sur-Creuse, 962, 1534.
Argolide, 984.
Argos, 1105.
Argovie, 1048, 1093.
Arica, 325.
Ariccia, 1904.
Ariège, 188, 775, 1214, 1376, 1409, 1465, 1826.
Ariès (Saint-), 1628.
Arikaree, 1705.
Arizona, 313, 379, 432, 610, 785, 1040, 1225.
Arkansas, 640, 786, 1225, 1523, 1887.
Arlal, 1206.
Arles, 1855.
Arly, 424, 1847.
Armagnac, 1612.
Armand (aven), 363, 367.
Arménie, 1509, 1685.
Armissan, 1543.
Armoricain (massif), 207, 213, 504, 520, 574, 603, 635, 651, 698, 736, 771, 797, 1128.
Armoricaine (chaîne), 221, 830.
Arnay-le-Duc, 942.
Arno (val d'), 1860.
Arouba, 1699.
Arpád, 1673.
Arpatchaï, 778.
Arrabida, 967, 1700.
Arrakan Yoma, 1340.
Arsine, 230, 1024.
Arthon, 1456.
Artinsk, 793.
Artois, 357, 1235.
Arva, 1263.
Arve, 1841.
Aryalour, 1342.
Arzeu, 1863.
Arzier, 1179.
Arzo, 977.
Ascain, 1245.
Ascension (îles), 30, 322.
Aschersleben, 1444.
Ashdown, 1186.
Ashley River, 1697.
Asiatique (continent), 660.
Asie, 208, 389, 1222, 1878.
Asie centrale, 709, 781, 1724, 1878.
— Mineure, 161, 530, 575, 778, 989, 1072, 1220, 1281, 1337, 1508, 1685.
Asinao, 1508.
Aspremont, 1629.
Aspromonte, 1267.
Aspronisi, 265.
Assam, 319, 1287.
Assche, 1443.
Asse, 1630.
Assignan, 1467.
Assiniboia, 1527.
Asterabad, 711.
Astésan, 1860.
Asti, 1642.
Astoria, 1520, 1692.
Astrakhan, 894, 1220.
Asturies, 141, 605, 637, 652, 702, 775, 872.
Atacama (fosse d'), 26.
Atalaye (l'), 1462.
Atane, 1291.
Atchabo, 1070.
Atchi-Daria, 100, 125.
Athabasca, 611, 643, 713, 1292.
Athènes, 894.
Atherfield, 1186.
Athys, 1007.
Atlantique (océan), 24, 30, 164, 476, 532.
— (type — de côtes), 476.
Atlas, 167, 210, 476, 1031, 1069, 1878.
— Marocain, 163, 658, 723, 780, 803, 1332.
— Saharien, 1506.
Atrio del Cavallo, 265.
Attaka (djebel), 1338.
Attique, 1328, 1680.
Atuel (rio), 1111.
Aturienne (fosse) 1310.
Auban (Saint-), 1848.
Aube, 1163, 1181, 1238, 1305.
Aubenas, 970.
Auberson, 1179.
Aubignas, 1713.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Aubin (Saint-), 1456, 1802.
Aubrac, 1904.
Aubrey, 785.
Aubure, 867.
Auckland, 1692.
Aude, 1238, 1466.
Auernigg, 777.
Aumale, 1269, 1330.
Aupies (les), 1855.
Aups (Plan d'), 1312.
Aurès, 1334, 1506.
Aurignac, 1718, 1775, 1825, 1829.
Aurillac, 1710, 1742, 1822.
Auriol, 1544.
Aussee, 859, 885, 943.
Ausseing, 1310.
Austin, 1352.
Australe (province) 820, 1368, 1733.
— (zone), 1364.
Australie, 24, 59, 529, 575, 607, 639, 711, 750, 792, 811, 910, 944, 994, 1044, 1222, 1287, 1345, 1515, 1558, 1689, 1879, 1891, 1892.
Australienne (province), 59.
Australo-Indo-Malgache (continent), 167, 321, 824, 910, 1114, 1284, 1341, 1357, 1561.
Australo-Zélandaise (province), 93.
Auteuil, 1429.
Aution, 1472.
Autriche (Basse-), 343, 943, 979, 1027, 1054, 1100, 1717, 1834.
Autrichiennes (Alpes), 878.
Auvergne, 250, 256, 266, 270, 273, 385, 1707, 1741.
Auvers, 1437.
Auvillars, 1714.
Auxerre, 1238.
Auzet, 972.
Aveiras de Baixo, 1718.
Aven Armand, 363, 367.
Avenida Estephania, 1700.
Avesnois, 1435.
Aveyron, 799, 968.
Avignon, 1625, 1848.
Avilley, 1181.
Avit (Saint-), 1612.
Awatere, 1692.
Axenstrasse, 1200.
Ay, 1431, 1534.
Aymestry, 649.
Ayrshire, 645.
Azambuja, 1718.
Azarlàc, 1497.
Azerbeidjan, 990, 1686.
Azoff (mer d'), 1869.

B

Babar, 1037.
Babi (îles), 1691.
Babierzowka, 1029.
Bachelard, 1474.
Bacau, 1666.
Baconnière (la), 699.
Baden, 1049, 1636.
Baden-Baden, 798.
Baffin (terre de), 438, 643, 657, 1872.
Bagarry, 1547.
Bagh, 1284.
Bagnols, 1250, 1313.
Bagshot, 1427, 1436.
Bahna, 1670.
Baïkalique (direction), 586.
Bailleul, 1435.
Baix, 1191.
Bajanaul, 709.
Bajna, 1499.
Bajuvarien (géosynclinal), 1126,
Bakony (forêt de), 890, 983, 1102, 1215, 1263, 1324, 1498, 1549, 1672.
Bakou, 283, 1686, 1867.
Baktyaris, 779, 803, 1283.
Bala, 634.
Balaclava, 1035, 1218.
Baldegg (lac de), 1842.
Baldissero, 1641.
Baldo (monte), 978.
Bâle, 1453, 1814, 1839.
Baléares, 703, 872, 988, 1032, 1069, 1211, 1508, 1551, 1655, 1865.
Balfries, 1201.
Balia Maaden, 778, 900.
Balkan (Petit), 1220, 1282, 1684.
Balkanique (péninsule), 1719.
Balkans, 161, 530, 575, 653, 893, 972, 989, 1031, 1070, 1105, 1217, 1264, 1325, 1376, 1497, 1671.
Ballarat, 1891.
Ballersbach, 693.
Balme (la) 1846.
Balmes Viennoises, 1845.
Balsberg, 1301.
Balta, 1718.
Baltavár, 1717.
Baltique (mer) 492, 1795.
Baltiques (provinces), 600, 633, 647, 706, 1795.
— (régions), 1234, 1301, 1778.
Baltringen, 1715.
Bambanag, 901.
Bammingen, 1715.
Banat, 983, 1030, 1067, 1105, 1133, 1217, 1669.
Banda (fosse de), 25.
Bandaï-San, 342.
Banon, 225, 1249.
Baños de Alhama, 988.
Banyuls, 1622.
Bar-le-Duc, 1181, 1184.
Bar, 421.
Baoussé-Roussé, 1857.
Bara, 1231.
Baraboo River, 610.
Baraçoa, 1698.
Barakar, 814.
Barbade, 1699.
Barbara (Santa), 1521.
Barcelone, 637, 775, 872, 1212, 1333, 1467, 1655, 1864.
Barcelonnette, 412, 1193, 1473.
Bardou (djebel), 1505.
Barents (mer de), 1222.
Bargou (djebel), 1270.
Bari, 1624.
Barjac, 1544.
Barles, 776, 875.
Baronnies, 1087, 1250.
Barrah Hill, 1339.
Barrème, 1164, 1191, 1472, 1547.
Barrois, 1084.
Barrot (cime de), 800.
Barroubio, 1467.
Barthélemy (Saint-), 1463, 1525.
Bartolome (San-), 1277.
Barton, 1439, 1443.
Barus, 783.
Basaicha, 606.
Bash Shogon, 781.
Basilicate, 1205, 1267.
Basin Ranges, 785.
Baskountchak (lac), 1220.
Basque (pays), 966, 1277, 1334.
Basques (côte des), 1462.
Bassein, 1512.
Bastberg, 1536.
Bastennes, 1463.
Bastide-Tourie (la), 1629.
Bata, 1297.
Batan, 1692.
Batanta (île), 1691.
Baten, 1504.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Bâtie-Neuve (la), 1849.
Batna, 987, 1031, 1068, 1104, 1271.
Batou, 1691.
Batou-Radja, 1690.
Bauges, 216, 427, 525, 1254, 1474, 1547.
Baubigny, 698.
Baume-les-Dames, 1085.
Bautersem, 1447.
Baux (les), 1410.
Bavière, 569, 1633.
— (nappe de), 979, 1028, 1066, 1100, 1203, 1261, 1318, 1481.
Bawden, 1697.
Bayeux, 958, 1007.
Bayonne, 1244, 1310, 1463.
Bazas, 1610.
Beaucaire, 1855.
Beauce, 1448, 1450.
Beauchamp, 1436, 1438.
Beaufort, 815, 911.
Beaujeu, 972.
Beaulieu, 1577, 1857.
Beaumadalier, 1624.
Beaumont, 315, 971, 1023.
Beaumugne, 1190.
Beausset (le), 205, 1245, 1410.
Beauvais, 1184, 1305, 1425.
Beauval, 1438.
Bec de l'Aigle, 1247.
Becraft, 714.
Bedoule (la), 1191, 1198, 1247.
Beekmantown, 640.
Bégude (la), 1410.
Bekoratsaky, 995.
Bela, 1501.
Belaja, 707.
Belfahy, 299.
Belfort, 1013, 1060, 1455.
Belgique, 348, 764, 1405, 1424, 1427, 1435, 1439, 1443, 1447, 1616, 1803.
Belgrade, 1265.
Belgrano (Cerro), 1229.
Bell River, 1346.
Bellampo, 986.
Belledonne, 776, 874, 972.
Bellegarde, 1194, 1257.
Bellème, 1237.
Belleu, 1431, 1531.
Bell Sund, 792.
Bellunais, 1067, 1101, 1322.
Belluno, 348, 981, 1490, 1640.
Bellver, 1655.
Belly Castle, 1302.
— River, 1351.
Belmez, 775.
Béloutchistan, 901, 990, 1036, 1220, 1338, 1341, 1412, 1510, 1686.
Belt, 578.
Belvédère, 636, 1717.
Belverne, 798.
Belzig, 1779.
Bembridge, 1448, 1534.
Bénaix, 1311.
Bende Bourida, 1282.
Bénerville, 1057.
Beni-Abbes, 723.
Benidorm, 1508.
Beni-Snassen, 987, 1032.
Beni-Snouss, 987.
Benkoulen, 1690.
Benoît (Saint-), 1016.
Ben Saïdan, 1104.
Bentou, 1202.
Ben Zireg, 780.
Beocsin, 1673.
Béotie, 1328.
Berchtesgaden, 885.
Berg, 784, 1447.
Bergen, 646, 1318.
Berici (colli), 315, 1487.
Bering (détroit de), 643.
— (mer de), 26.
Berlin, 864, 1234, 1444, 1778.
Bernachou, 1610.
Bernburg, 864, 1444.
Berne, 1025, 1631.
Bernissart, 1185, 1236.
Bernon (mont), 1428, 1431.
Berouaguia, 1269.
Berre (étang de), 1196, 1312, 1625, 1856.
Berrias, 1190.
Berru (mont), 1429, 1533.
Berry, 1060.
Bersaska, 983.
Beskides (zone des), 876, 982, 1098, 1215, 1263.
Bessarabie, 1657, 1718, 1867.
Bessin, 959.
Bétique (Cordillère), 318, 476, 987.
Béthenas, 1846.
Betsiboka, 1231.
Beuzeval, 1009, 1056.
Bevons, 1253.
Beynes, 1440.
Bhaganwalla, 607.
Biarritz, 1461.
Biassala, 1218.
Biberach, 1715.
Biblisheim, 1451.
Bicknell, 1073.
Bidache, 1310.
Biélaïa, 1684.
Bienne, 1085, 1181, 1258.
Bièvre, 1808, 1845.
Bigganjarga, 616.
Bighorn (monts), 640, 1527.
Bihar (monts), 890.
Bihendoula, 1034.
Billote, 1031.
Bilma, 1354.
Binézat, 1823.
Bingen, 1814.
Bionnassay, 449.
Bionnay, 449.
Biot (le), 1629.
Biot-Vaugrenier, 1857.
Bir Hooker, 1688.
Birket-el-Qerun, 1556.
Birmanie, 639, 654, 711, 905, 944, 1340, 1412, 1512, 1558, 1686, 1724.
Birmensdorf, 1051.
Birse, 430.
Bischenberg, 1536.
Biskra, 873, 1272.
Bissous (pic de), 701.
Bistritza, 890.
Bithynie, 1509.
Bitschoffen, 1536.
Blaches, 1022,
Black Hills, 610, 785, 1040, 1112, 1292.
— River, 640.
Blair, 645.
Blanc (Mont), 27, 379, 443.
Blanche (chaîne de la), 1193, 1253.
— (la), 1456.
— (mer), 706, 1786.
— (rivière), 257.
Blanco, 1706.
Blancaz, 1823.
Blanzy, 545, 799.
Blattenheide, 1026.
Blaubeuren, 1819.
Blaye, 1459.
Blégiers, 1190.
Bléone, 1315, 1847.
Bléville, 1057.
Bleymard, 970.
Blida, 1269.
Blieux, 1190, 1472.
Blois, 1613.
Blümlisalp, 1200.
Boasgie, 1071.
Bobache, 1846.
Bobadilla, 1032.
Bobaomby, 1689.
Bocage normand, 603.
Bocca d'Asino, 1642.
Bochnia, 1666.
Bogdo (mont), 895.
Boghar, 1505, 1648.
Boghi, 1881.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Bogota, 1227, 1294.
Bohême, 273, 558, 574, 604, 635, 651, 662, 667, 696, 751, 769, 773, 798, 999, 1050, 1128, 1262, 1537, 1664, 1715, 1819.
Bois (lac des), 570, 584, 1875.
Bois-Gouët, 1456.
Bokharie, 1282, 1337.
Bokkeveld, 722, 814.
Bolca (monte), 1488.
Bolderberg, 1616, 1888.
Boleo, 1693.
Bolgia (alpe), 977.
Bolivie, 612, 644, 700, 945.
Boll, 959.
Bolland, 763,
Bollène, 1627.
Bologne, 1643.
Bolowka, 1819.
Bolsena (lac), 1904.
Bom Jesus 1296.
Bon (cap), 1647, 1864.
Bonangaud, 1526.
Bon-Ami, 714.
Bonin (iles), 1519.
Bonnet (Saint-), 1470, 1473.
Bonneville, 1202.
— (lac), 1876.
Bonn, 1716, 1814.
Boom, 1447.
Boothia Felix, 657.
Borbolya, 1672.
Bordeaux, 1610.
— (bassin de) 1458.
Boréale (province), 915, 1107, 1116, 1361, 1565, 1733.
— (zone), 1365.
Borkholm, 633.
Borlezza (val), 1852.
Bormida, 1641.
Bormio, 359.
Bornand (Grand-), 1255.
Borne (la), 1824.
Bornéo, 812, 991, 1038, 1284, 1340, 1516, 1689.
Bornholm, 600, 622, 646, 942, 956, 1301, 1786.
Boron (Mont-), 1629.
Boryslaw, 1666.
Bosc-Nègre, 1542.
Boscodon, 412.
Bos d'Arros, 1464.
Boskowitz, 1664.
Bosnie, 892, 982, 1501.
Bosphore, 710, 1282, 1868.
Bosq-d'Aubigny, 1616.
Bossons, 440, 443, 447, 450, 452.
Boucards (mont des), 1057.
Bouches-du-Rhône, 871, 1022, 1096, 1197, 1245, 1855.
Bouchet, 1628.
— (le), 1476.
— (lac du), 264.
Bougie, 1578.
Bougti, 1722.
Bouïchéta, 1827.
Bouitou, 1829.
Boukhara, 391, 804, 900, 1035.
Boules (les), 1315.
Boulets (les), 1714.
Boulogne, 1076.
Boulonnais, 650, 691, 765, 1010, 1057, 1082, 1185, 1237.
Bourbon-Lancy, 700.
Bourbonne-les-Bains, 288.
Bourboule (la), 1710.
Bourdoux (riou), 412.
Bouréia, 1222.
Bourg, 1828.
Bourgas, 1497,
Bourget (lac du), 1094.
Bourght, 1616.
Bourgogne, 942, 962, 1014, 1181.
Bourg-Saint-Andéol, 1250.
Bourguet (le), 1547.
Bournemouth, 1532.
Bourogne, 1455.
Bourou, 1340, 1518.
Bourré, 1241,
Bou-Saada, 1270, 1275.
Bousse, 1241.
Bou-Thaleb, 1068, 1206, 1272, 1331.
Boutchak, 1493.
Boutoury, 637.
Bouveret (le), 1547.
Bouvet (ile), 30.
Bouxwiller, 1454, 1536.
Bothnie (golfe de), 1795.
Bove (val del), 265.
Boveto, 1862.
Bovey Tracey, 1532.
Bowden, 1698.
Bozen, 386, 801.
Brabant, 765, 1236, 1435.
Bracheux, 1424.
Bracklesham, 1435, 1439, 1535.
Bradford, 1006.
Bramafan, 412.
Brandebourg, 1405, 1716, 1784.
Brasles, 1431.
Brassenpuy, 1829.
Bray (Pays de), 1057, 1084, 1184, 1237, 1425, 1436.
Brède (la), 1611.
Bregenzer Wald, 1090, 1260, 1318.
Breitenbrunn, 1717.
Breitscheid, 768.
Brendola, 1489.
Brenno, 1322.
Brenon, 1313, 1547.
Bréquereque, 1058.
Brésil, 575, 644, 657, 720, 791, 815, 1295, 1354, 1888.
Brescia, 1322.
Bresle, 492, 1802.
Bresse, 1714, 1844.
Brest, 188, 698.
Bretagne, 203, 583, 1458, 1613, 1802.
Breton (cap), 480, 1613.
Breuillet (le), 1430.
Briançon, 776,
Briançonnais, 164, 201, 974, 1096.
— (géanticlinal), 1126.
Brianza, 1322.
Bridger, 1528.
Brie, 1448, 1533.
Brielthal, 1028.
Brienz, 1841.
Brignoles, 1021, 1313.
Brigues, 976.
Brilon, 694.
Brisgau, 1012.
Bristol, 866.
Brives, 799, 838, 871, 1534.
Brixen, 1837.
Brothener Ufer, 1619.
Brouzet-les-Alais, 1196.
Brovès, 1248.
Bruche, 701, 772, 797, 1817.
Bruck a. d. Leitha, 1717.
Brünn, 696, 1001, 1051, 1664.
Bruniquel, 1828.
Brunswick, 956, 996, 1177 1232.
— (Nouveau-), 572, 594, 667, 687, 1872.
Bruxelles, 1427.
Bucarest, 1867.
Bucegi, 1263, 1496.
Buchenstein, 881.
Bude, 1499.
Budua, 777.
Bühl, 1837.
Buenos-Ayres, 644, 1696.
Bünde, 1445.
Bürgenstock, 1258.
Bukowine, 890, 1495.
Bulgarie, 653, 777, 1031, 1218, 1264, 1326, 1669.
Bully-Grenay, 766.
Burgberg, 1310.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Burgos, 996, 1018, 1276, 1333, 1550.
Burlington, 786.
Busi River, 1514.
Bussaco, 803.
Buthenthal, 1712.
Butte (la), 1240.
Byans, 901.
Byrandia, 1038,

C

Cabo Ruino, 1701.
Cabra, 1069, 1104.
Cabrera, 1105, 1508.
Cacella, 1701.
Cachaou (lou), 1462.
Cadibona, 1550.
Cadix, 477, 988, 1507.
Caen, 958, 1802.
Caerfai, 602.
Cafflero, 650.
Cagli, 985.
Cagliari, 1865.
Cagnes, 1629.
Cagnotte, 1463.
Caire (le), 1280, 1689, 1882.
Caithness, 684.
Cajamarca, 1295.
Cajare, 1825.
Calabre, 318, 343, 889, 985, 1103, 1205, 1483, 1646, 1861.
Calaf, 1551.
Calais, 1427.
Calas Covas, 1655.
Calbe, 1444.
Caldera, 1694.
Calédonie (Nouvelle-), 163, 909, 992, 1109, 1288, 1345, 1518.
Calédonienne (chaîne), 221, 527, 665, 677.
Calédonien (canal), 347.
Californie, 609, 712, 784, 809, 908, 944, 992, 1042, 1073, 1109, 1134, 1289, 1346, 1412, 1520, 1692, 1886, 1893.
— (Basse-), 1290, 1693.
Californienne (province), 93.
Callosa, 1508.
Calloosahatchie, 1697.
Calprino, 1852.
Calvados, 956, 958, 1802.
Camargue, 1856.
Cambo, 966, 1018.
Cambodge, 911.
Cambria, 587.
Cambridge, 1187, 1234, 1525.
Camerino, 1067.
Cameroun, 319, 1296, 1354, 1526.
Cammin, 956.
Campagne Napolitaine, 318.
— Romaine, 1862.
Campbell (île), 1692.
Campbellton, 687.
Campbon, 1456.
Campil, 881.
Campine, 765, 1447.
Campobasso, 1267.
Campredon, 652.
Càmpulung, 1105, 1495.
Canada, 659, 719, 1292, 1351.
Cañada Colorado, 1295.
Canadien (bouclier), 320, 504, 534, 611, 639, 643, 713, 1875.
Canaries (îles), 163, 1702.
Canarie (Grande), 1702.
Canda, 702.
Can Ferres, 652.
Cangey, 1307.
Cango, 721.
Canisfluh, 1090.
Cannes, 173, 1630.
Cañon City, 625.
— Diablo, 329,
— (Grand), 19, 432, 610.
Cantabriques (monts), 1334.
Cantal, 250, 269, 1742, 1821, 1904.
Cantiano, 985.
Cao-Bang, 783.
Cap (le), 275, 721, 815, 1230.
Capdenac, 966.
Capestang, 1855.
Caprena, 1328.
Capri, 1205.
Caracoles, 1042, 1074, 1228.
Caradoc, 629, 614.
Caraïbe (province), 93.
— (mer des), 25, 141.
Carare, 876.
Caravelle (la), 1698.
Carcassonne, 1542.
Cardiga (monte), 1508.
Carélie, 573, 601, 1788.
Carentan, 797, 959, 1615.
Carie, 1685.
Carillon (le), 1773.
Carini, 1863.
Carinthie, 141, 884, 1321, 1490, 1549, 1639.
Carlsbad, 286.
Carniole, 801, 982, 1639, 1672.
Carnique (géanticlinal), 1126.
Carniques (Alpes), 637, 653, 704, 776, 800, 838.
Carnot, 1651.
Caroline, 945, 993, 1522, 1886.
Carolines (fosse des), 26.
Caroni, 1525, 1697.
Carpathes, v. Karpates.
Carpathique (faciès), 943.
Carré (Fort), 1629.
Carre (Grand), 1316.
Carrizo Creek, 1693.
Carry, 1623.
Carvin, 1424.
Carvoeiro, 1701.
Casal Vistoso, 1701.
Cascade Range, 1705.
Cascinelle, 1550.
Casino, 1719.
Caspienne (mer), 100, 125, 530.
Cassel, 1435, 1439, 1445, 1617.
Cassian (Saint-), 147, 881.
Cassinelle, 1485.
Castel Gandolfo, 1904.
— Gomberto, 1489.
Castellane, 971, 1189, 1248, 1313, 1472, 1547.
Castellina Marittima, 1644.
Castello di Mioglia, 1485.
Castellon de la Plana, 1212.
Castelnaudary, 1540.
Castelnuovo di Garfagnana, 1860.
Casterlé, 1617.
Castille (Nouvelle-), 637, 775.
— (Vieille-), 1276, 1333.
Castillon, 1460, 1538.
Castrais, 1539.
Castres, 1540.
Castrillo del Val, 1550.
Catalafimi, 1031.
Catalogne, 652, 1096, 1212, 1276, 1333, 1550, 1655.
Catamarca, 1729.
Catane, 1861.
Catanzaro, 1646, 1861,
Catapuda, 1525.
Catel, 1802.
Cathalo, 605.
Catherine (Sainte-), 1238.
Cathervieille, 702.
Catorce, 1110.
Catskill, 714.
Caucase, 27, 161, 438, 530, 894, 989, 1035, 1072, 1106, 1219, 1265, 1327, 1498, 1657.
Caulnes, 188.
Caunes, 637.
Causses, 871, 968, 1019, 1064, 1086, 1128.
Cauterets, 182,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Cauville, 1237.
Cavallo (Monte), 1102.
Cazau, 354.
Cebú (île de), 1692.
Cedar (lac), 1875.
Cédres (île des), 1694.
Ceindre (mont), 1712.
Celas, 1544.
Célèbes (fosse des), 25.
— (îles des), 161, 1518, 1691.
Cellas (bois de), 1847.
Celle-sous-Moret (la), 1812.
Celles, 1020, 1311.
Centre (États-Unis), 784, 786, 809.
Céphalonie, 983.
Céram, 1518, 1691.
Cercal, 1211.
Cerdagne, 1718.
Cère (la), 1822.
— (Saint-), 966.
Cergy, 1809.
Cerin, 1093.
Cernavoda, 1218,
Cernay, 1533.
Cerro de la Virgen, 1227.
— de Titania, 1110.
— Guido, 1295.
— Puchén, 1042.
Cervello, 652.
Cesi, 984.
Césanne, 1099.
Cetona (Monte), 984.
Cévennes, 775.
Cézalier, 1822, 1903.
Chabet-el-Ameur, 1725.
Chabeuil, 1628.
Chablais, 875, 976, 1026, 1089, 1099.
Chabrières, 396, 971, 1022, 1052, 1191, 1197.
Chadron, 1528.
Chagey, 701.
Chagny, 1844.
Chagos, 321.
Chagres (Haut-), 1700.
Chaise, 422.
— (la), 1829.
Chaillol, 1577.
Chalcidique, 1676.
Chaleurs (baie des), 687.
Chalindrey, 870.
Challans, 1456.
Challe de Bohans, 1845.
Challonges, 1711.
Chalonnaise (côte), 1085, 1181.
Chalonnes, 700.
Chalon-sur-Saône, 1181.
Chalon-Saint-Côme, 1844.
Châlons-sur-Vesle, 1425.
Chalosse, 1463.
Chamaloc, 1190.
Chamatte, 1253.
Chambéry, 1094.
Chambeuil, 1700.
Chamblon, 1548.
Chambon (lac), 1710.
Chambre d'Amour, 1462.
Chamond (Saint-), 773.
Chamonix, 463, 975, 1024.
Champagne, 1164.
Champagnole, 1051.
Champanastays, 1473.
Champenay, 701.
Champéry, 1474.
Champfournier, 1063.
Champigny, 146, 1443, 1533.
Champlain, 640, 1768, 1875.
Champoléon, 1473.
Champsaur, 973, 1024.
Champtercier, 1630.
Chan (états), 639, 906.
Chanaz, 1013.
Chancelade; 1829.
Chan-si, 606. 709, 782, 1725.
Chantilly, 1425.
Chan-toung, 606, 638, 782.
Chanturgue, 1742.
Chaouia, 944, 1275, 1332.
Chapelle-aux-Saints (la), 773, 1828.
Chapelton, 1525.
Charade, 315.
Charay, 1710.
Charbon (le), 1475.
Charce (la), 1190.
Chardavon, 1190.
Charentes, 1086, 1242, 1308.
Charkiyab, 1513.
Charga, 1336.
Charnizay, 1615.
Charoud, 779.
Charouïn, 723.
Chartres, 1429.
Chartreuse, 1194, 1254, 1474, 1631.
Charlymka, 781.
Charvin, 1316.
Chase, 809,
Chasseneuil, 964.
Châteaudun, 1810.
Château-Landon, 1449, 1533.
Châteaulin 481, 770.
Châteauneuf-du-Rhône, 1196.
— sur-Charente, 1828.
Château-Redon, 1630.
Châteauroux, 1474, 1849.
Château-Salins, 869.
Château-Thierry, 1431.
Châtelard (le), 1474.
Châtel-Censoir, 1060.
Châtellerault, 1614.
Châtel-Saint-Denis, 1202.
Châtenois, 1455.
Châtillon, 1058, 1191, 1474.
— -en-Diois, 1315.
— -sur-Loire, 1533.
Châtre (la), 870.
Chattahoochee, 1697.
Chaudefonds, 700.
Chaudon, 1023.
Chausserie (la), 1615.
Chaux (la), 1180.
— -de-Fond, 1712.
Chazy. 640, 654.
Ché (pointe du), 1064.
Cheiron (le), 1191.
Chélif (oued), 1652.
Chellalah, 1069, 1104.
Chelles, 1774, 1809.
Chemakha, 1685.
Cheminée des fées, 386.
Chemnitz, 795.
Chemung, 714.
Chénier (ravin du), 1021.
Cheniour (oued), 1207, 1269.
Chen-si, 638, 1725.
Cher, 1060, 1085, 1181, 1183, 1230.
Cherbourg, 472, 1802.
Cherichira, 1504, 1647, 1726.
Chesapeake, 1697.
Chester, 786.
Chettaba, 873.
Cheval-Blanc, 1315.
Cheville (col de), 1025, 1255.
Cheviot Hills, 685.
Chézery, 1063.
Chicago, 1874.
Chico de Santa-Cruz (Rio), 1728.
Chidru, 806, 905.
Chihuahua, 1110, 1226.
Chikkim, 1283, 1340.
Chilhowee, 641.
Chili, 421, 945, 992, 1042, 1074, 1228, 1346, 1694, 1894.
Chillesford, 1776.
Chiloë (île de), 1694.
Chimborazo, 29.
Chine, 141, 403, 475, 574, 582, 606, 638, 653, 709, 782, 804, 944, 991, 1725, 1885.
— (mer de), 26.
Chinian (Saint-), 605, 637, 1409.
Chio, 778, 894,
Chitichun, 805, 860. 901.
Chitral, 653, 711.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Chlomek, 1263.
Choa, 1034, 1070.
Choica (rio), 1111.
Chokier, 766.
Chomérac, 1088, 1190.
Chorges, 1849.
Chotts, 1271, 1331.
Chouteau, 786.
Christiania, 248, 318, 347, 501, 558. 601, 632, 647 1787, 1790, 1794, 1807.
Christian Malford, 1007.
Christmas (île), 1691.
Christophe (Saint-), 1448,
Chuar, 580.
Chubut, 1696.
Chudley, 691.
Churfirsten, 1097, 1201, 1259.
Chypre, 1686, 1870.
Cianebate, 705.
Cians, 800.
Cieurac, 1539.
Cilicie, 1685.
Cimmérique (chaîne), 1327.
Cincinnati, 642.
Cintra, 1086, 1211.
Cipit, 883.
Ciply, 1303, 1405.
Circumpacifique (géosynclinal), 170, 912, 921, 1041, 1073, 1109, 1115, 1288, 1345, 1360, 1516, 1562, 1733.
Cisterne (la), 1190.
Cittiglio, 1100.
Ciudad Real, 1550.
Civita-Vecchia, 1205, 1214, 1645, 1862.
Claiborne, 1523.
Clansayes, 1198, 1250.
Clape de Narbonne (la), 1213, 1543.
Clapouse (la), 1020.
Clapsavon (monte), 888.
Clara (Santa), 1521.
Clarence (Port), 643.
Clarno, 1528.
Claude (Saint-), 1061, 1259.
Clava, 1801.
Claxby, 1173.
Clear Fork, 810.
Clément (Saint-), 1473, 1615.
Cleongart, 1801.
Clermont, 1741.
Cloutets (les), 1310.
Clumanc, 1472.
Cluse-de-Chailles (la), 1085.
Coalinga, 1693.
Coast Ranges, 529, 575, 784, 1042, 1134, 1290, 1413, 1520, 1692.
Cobalt, 584.
Coblentz, 679, 692.
Cobleskill, 655.
Cobonne, 1191.
Cochabamba, 791.
Cocriamont, 650.
Coeymans, 714.
Cognac, 1164.
Coïmbre, 1864.
Coire, 1842.
Coirons, 266, 426, 1713, 1743.
Colle (la), 1629.
— di Medea, 1323.
Colli Berici, 315.
Collo, 1578.
Colmar, 1817.
Colmars, 1191.
Cologne, 692, 1716.
Colomb-Béchar, 780.
Colombie, 909, 1227, 1294, 1525.
— Britannique, 640, 712, 784, 907, 1041, 1109, 1134, 1225, 1289, 1346, 1519, 1692.
Colorado, 19, 432, 572, 610, 640, 785, 1040, 1111, 1292, 1414, 1527, 1705.
Columbia, 1224, 1894.
Comanche, 1293.
Combarelles (les), 1831.
Combe de Bayons (la), 974,
— -Petite, 1191.
Combes (les), 412, 1470.
Combettes, 356.
Côme (lac de), 943.
Comen, 1214.
Commentry, 139, 774.
Commern, 867.
Como, 1112.
Comps, 1249.
Comtat, 1625.
Conard, 1887.
Conca d'Oro, 1862.
Concentaina, 1210.
Concepcion, 1347.
Concud, 1718.
Condeixa, 1864,
Condroz, 690, 765.
Conducia, 1297.
Congo, 480, 483, 1297.
Conil, 1210.
Conliège, 1845.
Connecticut, 944, 993.
Constance (lac de), 1839.
Constantine, 873, 986, 1031, 1080, 1104, 1269, 1319, 1726.
Constantinople, 1677.
Contes-les-Pins, 1315, 1470.
Coos Bay, 1692.
Cop-Choux, 700.
Copenhague, 1404.
Copiapo, 992, 1042, 1228.
Coquimbo, 1694.
Coquillier (le), 1611.
Coquillière (la), 1611.
Corbières, 652, 968, 1244, 1310, 1409, 1465, 1621.
Corbisori, 1496.
Cordebugle, 1057.
Cordillère Bétique, 318, 575,
— des Andes, v. Andes.
— de l'Ouest, 572, 1872.
Corfou, 893, 983, 1680.
Corinthe, 1680, 1870.
Corlay, 187.
Cormet de Roselend, 1476.
Cornes (montagne des), 1311.
Corneto, 1862.
Coromandel, 1284.
Corréo (plateau de), 1848.
Corse, 574, 775, 874, 942, 1508, 1656, 1865.
Cortina d'Ampezzo, 883, 981.
Corvara, 1204.
Corwin, 1224.
Cos (île de), 1870.
Cosina, 1411.
Cosne, 1239.
Costa-Rica, 1700.
Côte-d'Or (détroit de la), 1128.
Cotentin, 1455, 1613.
Côtes-du-Nord, 1615.
Cottes (les), 1829.
Cotteswolds, 957, 1005.
Cottonwood, 809.
Coudon, 1197.
Coulanges-sur-Yonne, 1060.
Couloubroux, 1848.
Coupet (mont), 1822.
Courbons, 1630.
Courlande, 706.
Courmont, 798.
Couronne (la), 1625.
Courrendlin, 1548, 1839.
Coustonges, 1466.
Coutras, 1460.
Couvin, 688.
Coux (col de), 1474.
Coye, 1425.
Cozzo di Santa Rosalia, 1862.
Cracovie, 696, 865, 988, 1001, 1051.
Crammont, 977.
Cran, 1855.
Crawfordville, 786.
Crèche (la), 1082.
Crefeld, 1447.
Crégols, 1825.
Crépin (Saint-), 412.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Crépy-en-Valois, 1438.
Cresnes, 1440.
Crespena, 1214.
Crest, 1191, 1546, 1625.
Crète, 161, 894, 1266, 1493, 1680.
Creuë, 1059.
Creus (cap de), 1865.
Creusot, 799.
Crévoux, 1474.
Crimée, 161, 530, 894, 989, 1035, 1071, 1105, 1133, 1218, 1265, 1326, 1497, 1657.
Crnoljevica, 1217.
Croatie, 891, 982, 1639, 1672, 1772, 1853.
Croce (Santa), 1323.
Croix-Rousse, 1713.
— (Sainte-), 1085, 1180, 1258.
Cro-Magnon, 1773, 1829.
Cromarty, 684.
Cromer 1777.
Crosara 1489.
Cros-du-Charnier, 1846.
Crossbay, 1877.
Crozas, 1822.
Crozet (seuil de), 30.
Crozon, 651, 698.
Cruas, 1191, 1195.
Cruscades, 1854.
Crussol, 970, 1021, 1052, 1087, 1095.
Cruz (Santa), 1295, 1521, 1696.
Csukiez, 1673.
Cuatretonda, 1332.
Cuba, 1524, 1698, 1706.
Cucuron, 1626, 1712.
Cuddalore, 1515.
Cuenca, 703, 1550.
Cueva Rubbia, 1718.
Cuevas de San Clemente, 1333.
Cuiseaux, 1259, 1317.
Cuise-Lamothe, 1426, 1430.
Culoz, 1847.
Cumberland, 642.
Cuques, 1545.
Curaçao, 1699.
Cure, 1812.
Curtea de Arges, 1718.
Curua, 791,
Cuys, 1431, 1534.
Cyclades, 1870.
Cyrénaïque, 1688.
Czentochow, 1001, 1051.
Czetechowitz, 1029.

D

Dachel, 1336.
Dachsenbüel, 1843.
Dachstein, 877, 885, 943, 981, 1028, 1066, 1102, 1838.
Daghestan, 1035, 1072, 1106, 1219, 1327, 1682.
Dago, 633.
Dahra, 1649.
Dakar, 1354.
Dakota, 611, 640, 785, 1040, 1112, 1292, 1527, 1705.
Dalécarlie, 581, 602, 632, 646, 687.
Daleiden, 675.
Dalmas-le-Selvage (Saint-), 1474.
Dalmatie, 492, 892, 1105, 1214, 1411, 1491.
Dambovița, 1667.
Damery, 1433.
Damergou, 1296.
Dammartin, 1448.
Damuda, 911.
Danau, 1516.
Dande, 1297.
Danemark, 1164, 1234, 1301, 1404, 1434, 1576, 1782, 1798.
Danoises (îles), 1431.
Danube, 1071, 1834.
Daodkhel, 1221, 1883.
Dardanelles, 1502, 1720, 1868.
Dar-el-Beda, 1688.
Dartgas (Piz), 1200.
Darvaux, 1449.
Darwas, 804, 900.
Darwin Station, 1696.
Dasberg, 694.
Dauendorf, 1536.
Daun, 1837.
Dauphiné, 874, 1253, 1315, 1625.
Dauphinois (faciès), 972, 1024.
— (géosynclinal), 1125, 1188, 1192.
Davis (St-), 583.
Dax, 1244, 1612.
Dealu Sasului, 1216.
Deben, 1620.
Debruge (la), 1546.
Decazeville, 773.
Decize, 773.
Deep Kill, 641.
— River, 1705.
Dego, 1485.
Dekkan, 1284, 1341, 1377, 1515.
Delagoa (baie), 1231.
Delaware, 1350, 1522.
Delémont, 1453, 1547, 1712.
Dellys, 318, 1744.
Délos, 1870.
Demavend, 322, 778, 990, 1878.
Demnat, 658, 780.
Denain, 766.
Denise, 1824, 1904.
Denisowka, 1046.
Denver, 1414.
Derbent, 1684.
Dernö, 890.
Des, 1338.
Déserts (les), 1475.
Des Moines, 787.
Deux-Sèvres, 963, 1016.
Dévény-Ujfalu, 1672.
Deville, 603.
Dévoluy, 362, 1254, 1315, 1472, 1630.
Devon, 672.
Devonshire, 672, 691, 736.
Dewlish, 1801.
Dhosa, 1037.
Diablerets, 13, 1202, 1470, 1474.
Diego, 1693.
— (San), 1893.
— -Suarez, 1044, 1286, 1344, 1514, 1689.
Dickirch, 867.
Dieppe, 1305, 1429.
Diest, 1617.
Dieulefit, 1252, 1314.
Dieuze, 869.
Digne, 220, 874, 971, 1023, 1630.
Dihala, 1070.
Dikilitach, 1497.
Dimboviciora, 1216.
Dimbovitza, 1324.
Dinan, 1614.
Dinant, 690, 765.
Dinarides, 319, 528, 877, 1066, 1099, 1482.
Dinarique (arc), 161.
Dinariques (Alpes), 891, 983, 1031, 1214, 1266, 1327, 1679.
Diois, 427, 1087, 1251.
Diou, 700.
Dirschau, 1779.
Disko (île de), 1223, 1291, 1704.
Dismal Swamp, 131, 140.
Dives, 1009, 1802.
Dixmerie (la), 1615.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Djabalpoure, 994.
Djabi, 806.
Djaffe, 1206.
Djelil, 1283.
Djerba (île), 1864.
Djerfeu, 1647.
Djerid (chott el), 1726.
Djoua, 1279.
Djoulfa, 778, 803, 900.
Djurjura, 987, 1504.
Dniepr, 1493.
Dobbertin, 956.
Doberg, 1445.
Dobrogea, 705, 890, 1070, 1218, 1264, 1326, 1497, 1669.
Dobschau, 890.
Dobsina, 777.
Doire, 1249.
— Ripaire, 421.
Dol, 1614.
— (Mont), 1802.
Doldenhorn, 1200.
Dolgelly, 602.
Doller, 1818.
Dolomites, 880, 981, 1067, 1100, 1203.
Dolotz (les), 1535.
Domanik, 707.
Domaro, 978.
Dombe, 1297.
Dombe-Grande, 1355, 1526, 1702.
Dombes, 1844.
Domingue (St-), 1698.
Domodossola, 975,
Don, 1664.
Donatiberg, 1639.
Donetz, 141, 760, 794, 989, 1034, 1071, 1323, 1493.
Dont, 881.
Donzacq, 1464.
Donzère, 1196.
Do-poulàn, 1283.
Dordogne, 1064, 1242, 1826.
Dore (Mont-), 250, 269, 270, 314.
Dormilloux, 1849.
Dornach, 1453.
Dornbach, 1717.
Dorogh, 1498.
Doron, 424, 1847.
Dorsetshire, 957, 1005, 1056, 1075, 1081, 1802.
Douai, 766.
Double Mountain, 811.
Doubs, 1813.
Douglas (Fort), 809.
Doulaincourt, 1059.
Dourbie, 1065.
Dourdan, 1429.
Douvres, 765.
Dover Castle, 1344.
Downs, 1302.
Downton, 649,
Draa (ouadi), 779.
Drac, 423, 1023.
Drachenbronn, 1453.
Dragolac, 892.
Drance, 1841.
Drôme, 1023, 1190, 1250, 1624.
Drusberg, 1200.
Dublin, 1801.
Ducy, 1438, 1533.
Dudley, 649.
Dülmen, 1300.
Dürnten, 1839.
Dulcigno, 1679.
Duluth, 1874.
Dundry, 957.
Duplin, 1697.
Durance, 408, 417, 421, 433, 1053, 1848.
Durango, 1110.
Durazzo, 1679.
Durfort, 1854.
Durham, 866.
Duruthy, 1821.
Dvina, 792, 1786.
Dwyka, 814.
Dyr (djebel), 1505.
Dziroula, 1327.

E

Eagle Ford, 1293.
Eau-Morte, 422.
Eberhardt (Grotte), 1890.
Ebersdorf, 695, 769.
Ébre, 480.
Ébreuil, 1535.
Ecca, 815.
Échaillon (bec de l'), 1095. 1194.
Échelles (les), 1547.
Echizen, 1039.
Écosse, 132, 271, 472, 527, 597, 631, 645, 666, 684, 735, 763, 941, 957, 1004, 1302, 1800.
— (Nouvelle-), 572, 667, 687, 790, 810, 1872.
Écrins, 213.
Edeghem, 1616.
Edough, 318.
Edwards, 1293.
Effingen, 1049.
Égaux, 1847.
Égée (mer), 1869.
Égéide, 1676, 1869, 1905.
Egerkingen, 1548.
Eggenburg, 1634, 1717.
Éguilles, 1546.
Eguisheim, 1454, 1817.
Égypte, 374, 1279, 1335, 1411, 1502, 1556, 1687, 1726, 1881.
Eibiswald, 1638, 1717,
Eichkogel, 1638, 1717.
Eichstätt, 1090, 1548.
Eifel, 265, 679, 692.
Ejjibi (djebel), 1280.
Eimbeckhausen, 1080.
Einsiedeln, 1479.
Eisenstadt, 1637.
Eisfjord, 1703.
Ekaterinoslav, 1493.
El-Arabah (ouadi), 779.
El-Arich, 1883.
Elatma, 1002.
Elbe, 480, 652, 703, 776, 1784, 1866.
Elbersreuth, 650.
Elbeuf, 1305.
Elbing, 1779.
Elbourz, 990, 1072, 1108, 1282, 1509, 1685.
El Chorro, 1032.
Elgg, 1712.
Elgin, 684, 866.
El-Goleah, 1279, 1335.
Élie (mont), 1502.
— (Saint-), 441.
Elk Mountains, 276.
Ellesmere (terre d'), 612, 657, 686, 713.
Ellgoth, 1216,
Ellidavogour, 1877.
Elm, 9, 381, 383.
Elobi, 1297.
El-Outaïa, 873.
El-Reraïf, 1650.
Elsheim, 1446.
Elsighorn, 1200.
Elvira (sierra), 988.
Embrun, 408, 412, 1474, 1849.
Embrunais, 412, 1024, 1097, 1474.
Émilie, 284.
Empire, 1692.
Ems, 292.
Emscher, 1298.
Enfants (grotte des), 1773, 1859.
Enfer (ravin d'), 970, 1743.
Engadine, 420, 976.
Engen, 1841.
Enkeberg, 694.
Enns, 1319.
Ense, 693.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Ensex, 1476.
Entre-Campos, 1770.
— -Deux-Mers, 1460, 1538, 1610.
Entrerios, 1729.
Entrevaux, 1470.
Entrevernes, 1475.
Entrèves, 1254.
Enzesfeld, 979, 1637.
Éoliennes (îles), 318.
Épernay, 1306, 1407, 1428, 1431.
Epflg, 1814.
Épidaure, 893.
Épinac, 773.
Épinal, 868, 1814.
Épire, 983, 1328.
Épothémont, 1238.
Eppelsheim, 1716.
Équateur, 1525, 1694, 1888.
Équatoriale (province), 660, 820, 1116, 1562, 1733.
— (zone), 1364.
Erbray, 699.
Erdbach, 768.
Érèbe, 29.
Eregli, 1677.
Éréré, 720.
Erg, 390, 675.
Érié (lac), 1874.
Erith, 1802.
Erivan, 1509.
Erkelenz, 796.
Erlenbach, 772.
Ermels, 132.
Ermenonville, 1438.
Ermingen, 1632, 1715.
Ermitage (l'), 1824.
Erribol, 598.
Érythréen (fossé), 321.
Erzgebirge, 184.
Escarène (l'), 1470.
Esclaves (Grand lac des), 713, 719.
Escragnolles, 1096, 1196, 1248.
Escreins, 1024.
Escrinet (col de l'), 271.
Eselsberg, 1715.
Esino, 880.
Esopus, 714.
Espagne, 942, 1332, 1718, 1864.
Espinasse, 1133.
Espinazito, 993, 1042.
Esplugas, 1656.
Essex, 1619, 1620.
Essey-la-Côte, 301.
Es-Taliens, 1827.
Estang, 1854.
Estérel, 278, 775, 809, 838, 970, 1021, 1052, 1016, 1196.
Estéron, 1096, 1313.
Estèphe (Saint-), 1460.
Esthonie, 1786, 1795.
Esztergom, 1498.
Étampes, 1449, 1533.
Étaples, 1305.
États (île des), 612.
États-Unis, 610, 1111, 1224, 1292, 1350, 1704, 1886, 1894.
Etchegoin, 1693.
Éthiopien (fossé), 321.
Étienne (Saint-), 137.
— -de-Boulogne (Saint-), 1020.
— -les-Orgues (Saint-), 1191.
Etna, 265, 272, 280, 325, 1904.
Étoile (l'), 1245, 1312.
Étolie, 893.
Étrechy, 1449.
Étrœungt, 689, 750, 765.
Eubée, 778, 1105, 1214, 1266, 1328, 1678, 1719.
Euganéens (monts), 315.
Eugénie-les-Bains, 1463.
— (villa), 1462.
Euphrate, 1337.
Eurasie, 24, 1732.
Eure, 1305.
Eure-et-Loire, 1305.
Eureka, 609, 640, 712.
Europe calédonienne, 762.
— centrale (sillon de l'), 1047, 1086, 1132.
— hercynienne, 770.
— occidentale (province de l'), 1079.
— septentrionale (province de l'), 662.
Européenne (province), 727.
Eurre, 1628.
Euzet-les-Bains, 1544.
Everest (mont), 28.
Évreux, 958.
Eybens, 1846.
Eygliers, 1474.
Eyguières, 1855.
Eynard (Saint-), 1088.
Eyre (lac), 1222.
Eyzies (les), 1307, 1773, 1829.
Ézanville, 1438.
Èze, 1197.
Ezo, 1288.

F

Fahs (Pont du), 1329.
Fairlight, 1186.
Fairweather (cap), 1696.
Falaise, 1009.
Falbygden, 633.
Falcon (cap), 1068.
Falkland (îles), 719, 815.
Falkenstein, 378, 868.
Falknis, 1097.
False Bay, 1297.
Famenne, 679, 689.
Fanes, 981.
Fangario, 1657.
Fanivelona, 1345.
Faou (le), 699.
Farafrah, 1336.
Faramans, 1845.
Fàregh (oued), 1726.
Fargeau (Saint-), 1429.
Faringdon, 1187.
Faron, 1197.
Faucille (col de la), 1063.
Faucon, 1472.
Faudon, 1470.
Fauge (la), 1256.
Faurie (la), 1190.
Favre (mont), 977.
Fay-d'Albon, 1628.
— -le-Froid, 1019.
Fayel (le), 1438.
Fayoum, 1503, 1556.
Feissal, 1191.
Feldberg, 1814.
Félines, 1466.
Félix (Saint-), 1097.
Fellegvár, 1500.
Feltre, 981, 1029, 1101.
Fenno-Scandia, 501.
Fépin, 688.
Fer-à-Cheval, 975.
Fère (la), 1424, 1533.
Fergana, 1511.
Fernando, 1693.
— -Po (île), 319.
— (San), 1525.
Ferrassie (la), 1773, 1829.
Ferrat (cap), 1857.
Ferret (val), 976, 1025.
Ferrier (col de), 1096.
Ferroñes, 702.
Ferté-Aleps (la), 1534.
— -Bernard (la), 1240.
— -sous-Jouarre (la), 1438.
Fès, 1652.
Feu (terre de), 1695.
Feuerkogel, 860, 887.
Feugères, 1616.
Feuguerolles, 652, 1007.
Ffestiniog, 602.
Ficarazzi, 1861.
Fichtelgebirge, 650, 694, 769,
Fier, 425, 1841.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Fieulaine, 1531.
Fife, 273, 763, 837.
Figols, 1467.
Figons, 1546.
Figueras, 1213.
Figuig, 1032,
Findenigkofel, 653.
Finistère, 475, 698.
Finlande, 173, 501, 567, 573, 581, 1787, 1797.
Finno-Scandinave (massif), 213, 501, 573, 1784.
Firth of Forth, 274.
Fischerwiese, 943, 980.
Fiz, 145, 1255.
Fkirine (djebel), 1068.
Fläming, 1779.
Flamanville, 736.
Flandre, 492, 765, 1236, 1424, 1427, 1439, 1617, 1804.
Flörsheim, 1446.
Flora, 1039.
Florence, 1266.
Florent (Saint-), 1508, 1656.
Florian (St-), 1638.
Floride, 1523, 1697, 1706, 1886.
Florissant, 1530.
Fluminese, 703.
Flurlingen, 1839.
Fodiaux, 1304.
Foix, 1213, 1311.
Foncalent (sierra de), 1105, 1210, 1277.
Fons (Saint-), 229, 1625.
Fontainebleau, 375, 1449.
Fontanazza, 1657.
Fontanil (le), 1194.
Font-Caude, 1621.
— -de-Gaume, 1830.
— -de-Jarrier, 1315.
— -Robert, 1829.
Fontenay, 965.
Fontès, 1854.
Fontezuelos, 1889.
Fontfroide, 1244.
Fontienne, 1546.
Forcalquier, 1546.
Forêt-Noire, 244, 346, 574, 773, 798, 838, 863, 961, 1129, 1813.
Forez, 247.
Forgácskút, 1500.
Formose, 161, 1692.
Forojulien (géanticlinal), 1127.
Fort Pierre, 1351.
— -Saint-Firmin, 973.
— Union, 1530.
Fos (golfe de), 492.
Fosse, 634.
Fosses, 1432.
Fouji-Yama, 319.
Foullouse, 1844.
Foum el Guelta, 1271.
— Soubella, 1647.
Four (le), 1456.
Fournaise (la), 263.
Français (montagne des), 1343.
France, 1432.
Franche-Comté, 942, 962, 1013.
Franconie, 863, 956, 996, 1048, 1090, 1548.
Francfort, 1445.
— -sur-le-Mein, 1813.
François-Joseph (terre), 320, 452, 532, 944, 1038, 1349.
Frankenbach, 1818.
Frasne, 679, 689.
Freddo (rio), 1473.
Fredericksburg, 1225.
Freiberg, 291, 292.
Fréjus, 1630.
Freissinouse (la), 1847.
Frenda, 1069, 1332.
Fresnaie (la), 700.
Fresnes-Saint-Mamès, 1258.
Fresville, 1455.
Fret, 699.
Frette (la), 1441.
— de Sailles, 232, 1025.
Fridericksburg, 1293.
Frioul, 982, 1102, 1205, 1491.
Frohnstetten, 1548.
Froidefontaine, 1454.
Fronsadais, 1460, 1538.
Fruska Gora, 1325.
Fumay, 603.
Fünfkirchen, 801, 983.
Furfooz, 1773.
Furninha, 1864.
Fusaru, 1496.
Fuveau, 1245, 1313, 1410.
Fyn, 1404.

G

Gaas, 1463.
Gabarret, 1612.
Gabon, 480, 1297.
Gadmen Fluh, 1477.
Gafsa, 1272, 1504, 1881.
Gahard, 1615.
Gailthal, 776, 879, 978, 1853.
Gainfahrn, 1637.
Gairault, 1629.
Gaisa, 598.
Gaj, 1511, 1686.
Galapagos (iles), 30, 43.
Galati, 986.
Galatie, 1599.
Galice, 475, 605.
Galicie, 705, 1071, 1661.
Galite, 1578.
Gall (Saint-), 1631.
Galles (Nouvelles-) du Sud, 654, 792, 811, 1891.
— (Pays de), 583, 602, 633, 649, 666, 685, 764, 910, 941.
Gallipoli, 1678, 1862.
Gallzades (monts), 778.
Gamarde, 1464.
Gamboa, 1521.
Gange, 480.
Gap, 220, 974, 1023, 1053, 1089, 1470, 1847, 1850.
Gapiau, 1849.
Gard, 970, 1020, 1087, 1095, 1190, 1409, 1544, 1621, 1711.
Gardanne, 1410.
Garde (la), 1196.
— (lac de), 978, 1029, 1067, 1100, 1852.
Gardenazza, 1204.
Gardiole (la), 1019.
Gargano (Monte), 1103, 1205, 1328, 1484, 1643.
Gargas, 1198, 1546, 1827.
Garonne, 419.
— (Haute-), 1310, 1464, 1825.
Garrey, 1612.
Gas (les), 1315.
Gaspé, 687, 714.
Gaspésie, 687, 714.
Gassino, 1485.
Gastein, 359.
Gata (cap de), 318, 1744.
Gâtinais, 1448, 1707.
Gatun, 1700.
Gaty (le), 1238.
Gaudens (Saint-), 1712.
Gauderndorf, 1634.
Gaultier (Saint-), 1015.
Gazaland, 1514.
Gecchelina (la), 1487.
Gedinne, 679.
Gehrden, 1299.
Gelinden, 1531.
Gely-du-Fex (Saint-), 1543.
Gémenos, 1544.
Gemmi, 1476.
Gemona, 1102.
Gemsmättli, 1201.
Generalife, 1654.
Genesee, 714.
Genevois, 1194, 1254, 1316, 1474.
Geneviève (Ste-), 786.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Genèvre (mont), 421, 1099.
Genis-d'Aoste (Saint-), 1627.
Genneteil, 1615.
Gensac-la-Pallue, 1827.
Gentilly, 1534, 1808.
Georges (Saint-), 1501, 1554.
— — de Bohon, 1615.
Georgia, 595, 1350.
Géorgie, 1224, 1522, 1886.
Gérand-le-Puy (Saint), 1606, 1707.
Gerbier des Joncs, 1743.
Gergovie, 1707, 1741.
Germain-le-Fouilloux (Saint-), 699.
Germanique (cuvette), 952, 995, 1047, 1128.
Geron, 1864,
Gerri, 703.
Gervais (Saint-), 386, 449.
Géryville, 986, 1275.
Gesenke, 1904.
Gétique (dépression), 1495.
Ghadamès, 1335.
Ghât, 779.
Ghazij, 1510.
Ghlin, 767.
Giaffra, 1688.
Gibraltar, 476, 987, 1653, 1864.
Gibret, 1464.
Gieumal, 1221.
Giffre, 1194, 1254, 1316, 1841.
Gigondas, 1190.
Gigors, 1472.
Gildas-des-Bois, 1456.
Gilgen (Sankt-), 1320.
Gilles (Saint-), 1855.
Gilliès, 1518.
Gilly, 700.
Gilsa, 650.
Gilsdorf, 867.
Giovanni Ilarione (San), 1488.
Giromagny, 1814.
Gironde, 480, 483.
Girons (Saint-), 802.
Girgenti, 889, 1861.
Girvan, 631, 645.
Gisors, 1432.
Giudicaria, 978, 1028, 1100.
Giuliano (monte San), 986.
Giumal, 1283.
Giustina (Santa), 1485.
Givet, 679, 689.
Gizeh, 1503.
Gladbach, 693.
Glaise, 1256.
Gland, 1431, 1438.
Glandage, 1256.
Glaneck, 1319.
Glaris (Alpes de), 198, 201, 800, 874, 1025, 1053, 1478.
Gleiwitz, 1866.
Glen (Grand), 572.
— Rose, 1226.
Gloucester, 957, 1005.
Gmunden, 1481.
Gnari Khorsum, 1340.
Gnata, 1489.
Gobain (Saint-), 1435.
Gobelsburg, 1834.
Godula, 1263.
Gömor, 890.
Götaland, 647.
Gogebie, 580.
Goisern, 980, 1066.
Goldau, 9.
Golden Gate, 1042, 1134.
Gondwana, 813, 824, 910, 912, 944, 994.
Gonesa, 1508.
Goni, 652.
Gonzen, 1053.
Gorge d'Enfer (la), 1829.
Goritz, 1102, 1328.
Gosau, 1261, 1318.
Goslar, 1300.
Gothard (Saint-), 180.
Gotland, 647, 1786, 1795.
Gouberlinskya Gory, 708.
Gourdan, 1830.
Gourgen, 1509.
Gough (île), 30, 322.
Goumaï, 1690.
Gounna (djebel), 1280.
Gourara, 723.
Gourbesville, 1455, 1615.
Gourèpe (la), 1461.
Gozzano, 977.
Grabs, 1097.
Gracia, 652, 1864.
Graham (terre de), 1229, 1291, 1348.
Graisivaudan, 424.
Graissessac, 773, 799.
Grampians (zone des), 580, 599, 730.
Gran, 1498, 1549.
Grancona, 1488.
Gran Sasso, 1484.
Grand Cañon, 432, 572, 578, 580, 785.
— 'Combe, 773.
— Gulf, 1697.
— -Kei, 1518.
— -Manil, 634.
— Plateau, 443.
Grande Barrière, 486.
— -Bretagne, 762, 866, 1776, 1799.
Grande Fosse, 319, 347.
Grande Grève, 714.
— (rio), 1111, 1228.
Grandes-Rousses, 213, 776, 972.
Grandpré, 1184.
Grands Lacs, 570, 578, 713, 786.
Granella (la), 1488.
Granja de Escarpe, 1551.
Gras, 225.
Grasse, 871.
Grave (la), 1024.
Gravelotte, 1011.
Gravenoire, 315.
Gravitelli, 1861.
Gray, 1085.
Graz, 703, 1321, 1639.
Greheni (cap), 708.
Grèce, 530, 1031, 1266, 1328.
Greenbrier, 789.
Green Harbour, 1703.
Green Mountains, 611, 641.
Grégoire (Saint-), 1615.
Greifen See, 1841.
Greifenstein, 677, 693.
Grenade, 1104, 1210, 1653.
Grenelle, 1909.
Grenoble, 1088, 1195.
Grésigne, 1539.
Gresten, 979, 982.
Grèzes, 1199.
Griesstock, 1200.
Grignon, 1433.
Grillenberg, 769.
Grimaldi, 1773, 1857.
Grimmen, 956.
Grimmetingen, 1447.
Grindelwald (glaciers de), 440, 451.
Grinnel (terre de), 657, 713, 784, 1704.
Grintouz, 1639.
Grinzing, 1637.
Griqualand, 721.
Grisons, 976, 1203.
Grive-Saint-Alban (la), 1711.
Grodischt, 1215.
Grodnia, 1405.
Gröden, 801.
Groenland, 320, 403, 438, 449, 452, 459, 532, 571, 644, 686, 944, 994, 1040, 1107, 1223, 1291, 1349, 1522, 1704, 1872.
Gros (cap), 1197.
Grossberg, 1263.
Grossoulovo, 1717.
Grotte, 1646.
Grumi (monte), 1489.
Grund, 695, 1634.
Gryon, 1476.
Gschnitz, 1837.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Gshel, 759.
Guadalajara, 703, 872, 1550.
Guadalupe (sierra de), 810.
Guadalquivir, 529, 1610.
Guanacuno, 612.
Guatemala, 790.
Gudenushöhle, 1834.
Guelma, 987, 1207, 1330.
Guelph, 655.
Günterode, 693.
Günz, 1768.
Guérins (les), 1849.
Guespel (le), 1438.
Guil, 1848.
Guillaumes, 1542.
Guillestre, 1024, 1097, 1474.
Guinée (Nouvelle-), 28, 163, 529, 1038, 1109, 1346, 1518, 1691.
Guipuzcoa, 966.
Guir, 780.
Gundershoffen, 955.
Gussas, 805.
Gutenstein, 878.
Guttaring, 1321, 1482.
Guyane, 575.
Gyilkoskö, 1067.

H

Habibas (iles), 1744.
Habichtswald, 1716.
Habra, 1268.
Hachau, 1318.
Haci Taïbin, 780.
Hadid (djebel), 1208.
Häring, 1481, 1549.
Hagen Gebirge, 885, 979.
Haghighiol, 890.
Haguineau, 1615.
Haha-jima, 1519.
Haidenschaft, 1102
Haimanta, 607.
Hainaut, 1236, 1302.
Haïti, 1524.
Hakel, 1281.
Hakim Khan, 1337.
Haldem, 1300.
Haliluci, 892.
Halle, 1445, 1537.
Hallein, 886, 1203.
Hallstatt, 877, 885, 1028, 1066, 1102, 1775, 1838.
Hallwyl (lac de), 1842.
Halmahéra, 1518, 1691.
Hambourg, 1778.
Hamilton, 714.
Hammam-Lif, 1206.
— -Meskoutine, 400.
Hammam Rira, 292.
Hampshire, 1302, 1423, 1439.
Hampstead, 1448, 1534.
Han Bulog, 892.
Hangenbieten, 1815.
Hangö, 1788.
Hanovre, 863, 955, 956, 996, 1055, 1080, 1174, 1232, 1300, 1405, 1778.
Hanville, 1185.
Hardinghem, 1235.
Hardivillers, 1306.
Harz, 184, 650, 695, 769, 795, 838, 1176, 1232, 1298.
Harzburg, 1298.
Haskovo, 1501.
Hasli im Grund, 460.
Hasselt, 1616.
Hastings, 1186.
Hatzeg, 1669.
Hautecour, 1845.
Hauterive, 1164, 1179.
Hautes Bruyères, 1810.
Hauteville, 1455.
Havre (le), 1057, 1236.
Hawaï, 254, 258.
Haybes, 688.
Haye-en-Lyons (la), 1425.
— (forêt de), 1011.
Hay Springs, 1886.
Hazara, 901, 1283.
Headon, 1443, 1447.
Heath, 1694.
Hébrides, 573, 1800.
— (Nouvelles-), 1691.
— (zone des), 580, 599.
Hecla-hook, 644.
Hegau, 256.
Heggbach, 1715.
Heidelberg, 393, 796, 1772.
Heidenheim, 1548.
Heiligenstein, 1454.
Heiligenstadt, 1717.
Heilsberg, 1055.
Helderberg, 642, 655.
Hélène (Saint-), 319.
Helgoland, 476, 796, 863, 866, 1177, 1734.
Helmstädt, 1444.
Helvétique (géanticlinal), 1200.
— (zone), 876.
Helvétiques (nappes), 976, 1026, 1053, 1125.
Henis, 1447.
Henri (Saint-), 1544.
Henry Mountains, 276.
Héraclée, 778, 1220, 1281.
Hérat, 814, 901.
Hérault, 942, 1019, 1095, 1190, 1409, 1466, 1543, 1621, 1854.
Herborn, 693, 768.
Herculanum, 251.
Hercynien (type), 727.
Hercynienne (chaîne), 830.
Hercyniens (plissements), 527.
Herend, 1672.
Hermon, 1034.
— (Mt-), 1887.
Hermosa, 785.
Hermoso (monte), 1889.
Hesbaye, 1303.
Hesdin-l'Abbé, 1057.
Hernals, 1717.
Hérouval, 1431.
Hersbach, 701.
Herzégovine, 892, 1328, 1492.
Hesse, 693, 1445, 1805.
Hespérique (chaîne), 966, 1065, 1213.
Hettange, 960.
Heuberg, 980.
Heureka-Sund, 900.
Hève (la), 1057, 1184, 1237.
Hida, 1038.
Hidalgo, 992, 1294.
Hidalmás, 1669.
Hiddensö, 1177.
Hieflau, 1320.
Hierges, 688.
Hierlatz, 980.
Highlands, 572, 1799.
Hildesheim, 1174.
Himalaya, 160, 161, 166, 440, 529, 575, 607, 653, 711, 783, 805, 901, 990, 1036, 1072, 1108, 1221, 1283, 1340, 1512, 1878.
Hindoukouch, 654, 711.
Hintereisferner, 444, 448.
Hintere Mandling, 979.
Hippolyte (Saint-), 772, 1095.
Hippolyte-de-Caton (Saint-), 1544.
Hirnant, 634.
Hirson, 960.
Hirsova, 1071.
Hirzbach, 1452.
Hlubocep, 697.
Hobart-Town, 1689.
Hochheim, 1446.
Hochlandsch, 704.
Hodja Balkan, 1671.
Hodna, 986.
Hölting, 1836.
Hohenstein, 1000, 1050.
Hohgant, 1200.
Hohenschwangau, 980.
Hohe Tauern, 876, 976.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Hohnack, 868.
Hohwald, 183.
Hója, 1500.
Hokkaido, 1288, 1346.
Holdernes, 1802.
Hollabrunn (Ober-), 1635.
Hollande, 492, 1176, 1617, 1803.
Holstein, 1301, 1405, 1779, 1795.
Homme-d'Armes (l'), 1191.
Homrah (hamada el), 1278.
Honchou, 1073.
Honda, 1525.
Hondo, 248.
Honduras, 945, 992.
Honfleur, 1009, 1056.
Hongrie, 801, 1102, 1498, 1549, 1672, 1717, 1743.
Honoré (Saint-), 288.
Honshū, 1346.
Hont-de-Ver, 702.
Hordwell, 1443.
Horn (cap), 163.
Hornfluh, 976, 1026.
Horsetown, 1289.
Hospice (Saint-), 1857.
Hosselkus, 908.
Hostin, 697.
Hoteaux (les), 1773, 1846.
Houan, 1725.
Hou-pe, 638.
Hou-t'o, 582, 606.
Hoy, 736.
Huallanca, 1100, 1295.
Huampampa, 719.
Huantajaya, 1042.
Hubert (Saint-), 688.
Hudson, 1874.
— (baie d'), 504, 571, 612, 643, 657, 713, 1875.
— River, 640.
Hué, 991.
Huelva, 775.
Huerfano, 1527.
Huesca, 1467.
Huescar, 1210.
Humboldt Range, 908.
Hunan, 1725.
Hundés, 1512.
Hunsrück, 692.
Hupé, 1725.
Huré, 766.
Huronienne (chaîne), 526, 585, 614.
Huveaune, 1544.
Huy, 634.
Hybléens (monts), 1205.
Hyèges, 1191, 1253.

I

Iakoutsk, 1108.
Iana, 899, 1878.
Iaroslavl, 1078.
Iberg, 695, 1479.
Ibérique (chaîne), 966.
— (péninsule), 1065.
Ibiquas, 721.
Ice Fjord, 1877.
Icla, 719.
Idaho, 908, 909, 1040.
Ida ou Tanan, 1209.
Iekaterinoslav, 1658.
Iéniséi, 480, 1222.
Iéro, 1679.
Ifter, 633.
Iglesiente, 605, 638, 652.
Igli, 780.
Ignaberga, 1301.
Igornay, 799.
Ill, 1817.
Illecillewaet, 456.
Ille-et-Vilaine, 1615.
Iller, 1833.
Illiez (Val d'), 1547.
Illinois, 787, 810, 1872.
Illyrien (géosynclinal), 1127.
Ilsenburg, 695.
Ilytch, 638.
Imatra, 1792.
Imi n Tanout, 1209, 1275.
Imier (val St-), 1179, 1258.
Imrad (Kasba d'), 1208.
Imst, 1837.
Inaï, 907.
Inde, 271, 347, 575, 812, 910, 944, 1036, 1072, 1108, 1221, 1284, 1341, 1412, 1514, 1577, 1722, 1883.
Indes orientales, 808.
Inderski, 1684.
Indiana, 642, 786.
Indien (océan), 24, 26, 1891.
— (territoire), 610, 713, 787.
Indo-Chine, 804.
Indo-Pacifique (province), 915.
Indre, 963, 1240.
Indre-et-Loire, 1241, 1615.
Indus, 480.
Inferna (val), 881.
Ingressin, 422.
Inn, 420, 1312, 1835.
Innsbruck, 1836.
Inowrazlaw, 1055.
Inverness, 684, 1801.
Inwald, 1099.
Inyo, 609, 809, 908.
Ioniennes (îles), 893, 1031.
Iougor, 1046.
Iowa, 141, 719, 786, 1873.
Iquique, 335, 1042.
Iranien (arc), 161, 575, 1338, 1376.
Irawadi, 1724.
Irkoutsk, 708, 1878.
Irlande, 271, 572, 666, 763, 941.
Iroquois (lac), 1874.
Irwin River, 812.
Isar, 1835.
Ischl, 886, 1102, 1203, 1235, 1302.
Iser, 1263.
Isère, 423, 428, 1024, 1051, 1094, 1841.
Isfjord, 792, 899.
Isidro (San), 1718.
Isili, 1657.
Isjoum, 1071.
Isker, 777, 1105, 1264.
Islande, 254, 258, 285, 314, 320, 346, 452, 1876.
Ismid, 900, 1676.
Isny, 1841.
Isola di Malo, 1490.
Isona, 1333.
Isonzo, 1323.
Issaouan, 675, 779.
Issarlès (lac d'), 264.
Issel, 1542.
Isser, 433, 1863.
Isserville, 1725.
Issigeac, 1539.
Issoire, 1820.
Issy, 2, 1429.
Istein, 1817.
Istrandja Dagh, 1281.
Istres, 1625.
Istrie, 1214, 1411, 1491.
Italie, 1719, 1861.
Ithaca, 714.
Ithaque, 984.
Ittenwiller, 1814.
Itzehoe, 1301.
Iviza, 1069, 1105, 1211.
Ivry-sur-Seine, 1808.

J

Jabron, 1248.
Jacalitos, 1693.
Jackson City, 1523.
Jacksonsboro, 1697.
Jacques (Saint-), 1191.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Jaen, 1105, 1210, 1275, 1332, 1507, 1654.
Jakob an der Birs (Skt-), 1840.
Jamaïque, 1353, 1524, 1698.
James Bay, 657, 713.
Jameson (terre de), 1040, 1107.
Jana, 991, 1107.
Janet (cap), 1544.
Janikowka, 1054.
Jani-Mania, 1223.
Jan Mayen, 441, 452.
Jantra, 1218.
Japon, 28, 161, 248, 259, 346, 488, 575, 784, 808, 907, 944, 992, 1038, 1073, 1222, 1288, 1346, 1519, 1692, 1886, 1893.
— (mer du), 26.
Jarville, 1812.
Jassy, 1867.
Jaujac (coupe de), 1904.
Jaumont, 1011.
Jausiers, 1474.
Java, 259, 315, 1221, 1284, 1517, 1690, 1883.
Jean (Saint-), 1629, 1856.
— d'Angély (Saint-), 1086.
— de-Bournay (Saint-), 1713.
— le-Vieux (Saint-), 1713.
Jemtland, 601, 632, 646, 731.
Jenbach, 1837.
Jersey (New), 1697.
Jeurre, 1449.
Jewe, 633.
Jhalaván, 1339.
Jodar, 1210, 1654.
Jörden, 648.
Johann-im-Pongau (St.), 1836.
John Day, 1705.
Johnsen (mont), 1107.
Joli (mont), 200.
Jonchery, 1424.
Jonte, 1020, 1065.
Jordanne, 1823.
Jorge (San), 259, 1415, 1696.
Jori, 600.
José (San), 1696.
Jourdain, 321, 346, 429, 1892.
Joursac, 1710.
Joux, 1179.
Joyeuse, 1052.
Juan (San), 1527.
— de Vilasar (San), 1864.
Judenburg, 1852.
Judica (Monte), 1483.
Judith River, 1414.
Jujuy, 612,
Julia (ile), 511.
Julien (Saint-), 971.
— -en-Bochaine (Saint-), 1190.
— -en-Quint (Saint-), 1191.
Juliennes (Alpes), 884, 982.
Jura, 15, 199, 427, 515, 869, 930, 962, 1051, 1061, 1085, 1093, 1178, 1257, 1317, 1839.
— Bernois, 1455.
— Souabe, 275.
— Suisse, 1547.
Jurques, 625.
Justedalsbrä, 440.
Justice (champ de la), 799.
Justisthal, 1201.
Jutana, 607.
Jutland, 1177, 1404, 1784, 1791, 1798.
Juvat (Saint-), 1615.
Juvavien (géosynclinal), 1127.

K

Kabylie, 318, 1330, 1649, 1863.
Kachgar, 781.
Kachkabache (mont), 811.
Kachmir, 783, 813, 901.
Kachpour, 1078.
Kadiak, 1041, 1239.
Kadin-Kevi, 1501.
Kaepfnach, 1712.
Kaga, 1038.
Kagerhöhe, 1263.
Kainach, 1327.
Kairouan, 1504, 1726.
Kâlaa des Matmata, 1279.
— Djerda, 1504.
— -es-Snam, 1504.
Kalaat, 428.
Kalamaki, 1870.
Kalambâka, 1502, 1677.
Kalamos, 984.
Kalavárda, 1682.
Kalian Kouh, 779, 803.
Kalinowka, 1493.
Kalmar, 1784.
Kallenbachgraben, 1633.
Kama, 1684.
Kamarane, 1892.
Kamenis, 265, 1905.
Kammerkahralpe, 979.
Kamoumou, 1690.
Kamp, 343, 347, 1834.
Kampadzong, 1340.
Kampatsong, 1283, 1512.
Kamtchatka, 28.
Kamych-Bouroun, 1663.
Kamychine, 1494.
Kander, 1840.
Kandern, 1817.
Kane (mer de), 644, 657.
Kanef, 1002.
Kanin (presqu'île de), 1798.
Kanlydja, 710.
Kansas, 786, 809, 1225, 1292, 1705, 1872.
Kan-Sou, 402.
Kantara (El), 1272.
Kapoua, 1284.
Kapouvas, 1516.
Kappelbacken, 1791.
Karabagh, 1265.
Kara-Bougas, 100, 1682.
— Dagh, 1133.
Karakach, 990.
Karakalinsk, 709.
Karakoroum, 804, 901, 990.
Karàr (lac), 1880.
Karassou-bazar, 1663.
Kara-Taou, 707, 1035.
Karawanken, 777, 801.
Karharbari, 813.
Karlboln, 616.
Karlsborg, 1795.
Karmirvank, 1509.
Karnoul, 1883.
Karpates, 318, 529, 575, 777, 876, 889, 944, 982, 1029, 1054, 1098, 1105, 1215, 1263, 1324, 1495, 1577, 1665, 1743.
Karroo, 722, 814, 911, 944,
Karst, 362.
— (Haut-), 1266.
Karwin, 770, 1664.
Kasba-ben-Ahmet, 1275.
Kasiwoui (ile), 1691.
Kaskaskia, 786.
Kaso, 1681.
Kassandra, 1676.
Kastoria, 1676.
Katanga, 480.
Katch, 319, 1036, 1072, 1108, 1221, 1515.
Katmaiskoj, 1346.
Katrol, 1072.
Kattegat, 1786.
Kattyvar, 1515.
Katwaïski, 1883.
Kébir-Kouh, 1283.
Keewatin, 1872.
Kei (Grand), 1691.
— (iles), 1346.
Keilberg, 999.
Kelheim, 1090.
Kellaways, 1007.
Kellerwald, 650, 694,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Kenai, 1519.
Kendeng, 1884.
Kenia, 321, 1879.
Kennedy (canal), 644.
— (lac), 643.
Kent, 1424, 1619.
Kentucky, 786.
Keokuk, 786.
Kerguelen (île), 103.
— (seuil de), 30.
Kerkenna (île), 1864.
Kermadec (sillon de), 26.
Kertch (détroit de), 530, 1657, 1660, 1662.
Kessik-tach, 989.
Khaa, 1000
Khamba Jong, 1108.
Kharkof, 1493.
Khatak, 1035.
Khatatbeh, 1882.
Kherson, 1493, 1663, 1867.
Khevra, 607.
Khirthar, 1510.
Khorassan, 814.
Khorokhovo, 1077.
Khussak, 607.
Khydyrsinde, 1683.
Kiang-si, 782, 804.
Kief, 1002, 1493, 1866.
Kiel, 1799.
— (le), 1616.
Kielce, 696, 1001, 1657.
Kila, 1281.
Kilauea, 254, 257, 266.
Kilimanjaro, 321, 441, 1879.
Kimberley, 275, 711, 812.
Kimeridge, 1045, 1056.
Kinderhook, 786.
Kingston, 714, 1698.
Kinley (mont Mc), 29.
Kintyre, 1801.
Kiow, 1100.
Királykegye, 1673.
Kirchberg, 1632.
Kirchet, 460.
Kirdjawa, 1722.
Kirghises, 709, 781.
Ki-sin-ling, 607.
Kislovodsk, 1072, 1219.
Kisouéré, 1231.
Kistenpass, 1477.
Kitchi, 571.
Kjugestrand, 1301.
Klab, 1068.
Klagenfurt, 1853.
Klausalpe, 1028.
Kleinkems, 709, 1452, 1817.
Klettgau, 1839.
Klinge, 1782.
Klieken, 1782.
Kliwa, 1496.
Knaževac, 1266.
Kneginecz, 1673,
Knoxville, 1109, 1225.
Knoydart, 687.
Kočane, 1501.
Kodru, 890.
Königsee, 1837.
Königs-Wusterhausen, 1728.
Köpinge, 1301.
Kœssen, 943.
Kœstendil, 1264.
Kohlbächel, 798.
Kola, 501, 573, 686, 1783, 1797.
Kolbai, 1703.
Kolbsheim, 1454.
Kolgouïev (île de), 1222.
Kollinkofel, 705.
Kolosoruk, 1715.
Koloszvar, 1499.
Kome, 1291.
Kom-ech-Chelloul, 1688.
Kondodespoti, 1328.
Koniakau, 938.
Konieprus, 697.
Konka, 1658.
Kootanie, 1225.
Kopet Dagh, 161, 1282, 1337, 1685.
Kopliku, 1679.
Kornyaréva, 777.
Kórod, 1669.
Korycan, 1263.
Korytnica, 1658.
Kos, 778, 894, 1679.
Kosavin, 1492.
Košíř, 1819.
Kostroma, 1078, 1116.
Kota-Maleri, 994.
Kotel, 1264.
Kotelny (île de), 708, 900.
Kottbus, 1782.
Kouang-si, 804.
Kouban, 894, 1657, 1660.
Kouei-tchou, 906, 991.
Kouen-lun, 781, 804.
Kouh Mapeul, 1338.
— Valamtar, 1220.
Kouïalnik, 1867.
Kouif (djebel), 1505.
Kouiou (île), 712.
Koumaon, 783, 805.
Koumari, 1680.
Kour (île), 1691.
Koura, 1685.
Kouriles (îles), 161.
— (fosse des), 26.
Kournin (bou), 1104.
Koutais, 1072, 1265.
Kouyou (île), 712.
Kouznetsk, 708, 781, 804.
Krainburg, 1853.
Krakatoa, 254, 265.
Krampwitz (lac de), 1794.
Krapina, 1772, 1853.
Krasnoïarsk, 708.
Krems, 1635, 1834.
Kressenberg, 1480.
Kreuznach, 797, 1445.
Kriwolowsk, 638.
Krjoukowski, 709.
Kroumirie, 1329, 1503.
Kuckers, 633.
Kufstein, 1203, 1261, 1481, 1549, 1836.
Kuhn (île), 993, 1040, 1223.
Kukuleaes, 983.
Kukurtuk, 782.
Kumaon, 1340.
Kumi, 1678.
Kuna Gora, 891.
Kuntkote, 1073.
Kup, 1673.
Kusel, 797.

L

Labarre, 1409.
Labatlan, 1499.
Labrador, 1872.
Lacassagne, 1611.
Lacave, 1830.
Laconie, 1680.
Ladoga (lac de), 633, 1792, 1795, 1798.
Lägerdorf, 1301.
Lärcheck, 886.
Lafarge, 1191.
Lagagima, 1070.
Laghouat, 1275.
Lagoa-Santa, 1888.
Laguës, 1611.
Lahn, 838.
Lahontan (lac), 1876.
Lahtis, 1788.
Laibach, 1853.
Lains, 1259, 1317.
Laize-la-Ville, 603, 636.
Lajas (Las), 1228.
Laki, 314, 1510.
Lalaye, 772.
Lalla Marnia, 1032, 1068.
Lamalou, 292.
Lamanon, 1856.
Lamas, 967
Lamballe, 577.
Lameta, 1341.
Lamm, 460.
Lamoricière, 1206.
Lan, 1193.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Lanarkshire, 645.
Landéau, 1533.
Landes, 1244, 1310, 1612, 1832.
Langeac, 773.
Langebergen, 722.
Langesse, 1410.
Langogne 1019.
Langon, 1457.
Langhe, 1641.
Langres, 870.
Langrune, 1009.
Lang-Son, 906.
Languedoc, 968, 1019, 1052, 1095, 1195, 1409, 1542, 1621, 1710, 1854.
Lannemezan, 1310, 1825.
Lans (mont de), 441.
Lantsch, 704.
Laon, 1435.
Laos, 911.
Lapalme, 1621.
Laponie, 501, 573.
Lapoutroie, 1814.
Lapsista, 1676.
Lapugy, 1670.
Laquedives, 321.
Laramie, 1351, 1413.
Larche, 1474.
Largentière, 799, 970.
Lariey, 1611.
Larzac, 969, 1020, 1065.
Las Hoyas, 1032.
Lassolas, 1904.
Lastro, 1295.
Latial (volcan), 1904.
Latium, 318.
Latten-Gebirge, 885.
Lattorf, 1444.
Lauenburg, 1782.
Laugerie-Basse, 1829.
— -Haute, 1830.
Laurent (Saint-), 480, 504, 570, 597, 611, 640, 1874.
— -des-Carnols (Saint-), 1627.
— -du-Pape (Saint-), 1628.
Laurenti, 186.
Laurentia, 717.
Lauris, 1848.
Lausanne, 1630, 1711.
Lautaret (le), 1850.
Lauterbrunnen, 1200.
Lautrec, 1540.
Lauzet (le), 1473.
Laval, 698, 750, 771.
Laveno, 1100.
Laverda, 1489.
Laverq, 1850.
Laversine, 1407.
Lavou, 1884.
Leadville, 785.
Lebach, 797.
Lecce, 1862.
Lech, 1835.
Ledbury, 649.
Leffe, 1851.
Lehou, 1270.
Leiding, 1717.
Leipzig, 1537.
Leisling, 888.
Leitha Gebirge, 1636.
Lembach, 869.
Lémenc (colline de), 1094.
Léna, 480, 606, 781, 991, 1107, 1222.
Leña, 775.
Lenham, 1619.
Lenne, 693.
Léognan, 1611.
Léon, 605, 703.
Lépontines (nappes), 976.
Lérida, 1096, 1213, 1467.
Lescheraines, 1254.
Lesches, 1191.
Lesina, 1214.
Lespéron, 1464.
Lespignan, 1621, 1855.
Letzi, 1049.
Leu (Saint-), 1433.
Leuca (cap de), 1483.
Leucade, 983.
Levis, 641.
Lewes, 1289.
Lewis, 572.
Leychert, 1311.
Leysin, 1260.
Lezennes, 1305.
Lézignan, 1621.
Lhassa, 1340,
L'Herm, 1826.
Lherz, 1376.
Liano (cap), 1266.
Liaou-toung, 606, 637, 782.
Liapine, 1107.
Liban, 1070, 1280.
Libyque (désert), 1280, 1336, 1503, 1687, 1882.
Licadia Eubea, 1205.
Licata, 1646.
Lichterfelde, 1405.
Lickershamn, 647.
Lieoux, 1191.
Liesthal, 1839.
Lièvin, 650, 691.
Liezen, 1320.
Ligurie, 1484, 1550.
Lille, 1236, 1302, 1427, 1617.
Lima, 644, 1228, 1353.
Limagne, 244, 429, 1535, 1742, 1822.
Limbourg, 765, 1303, 1447, 1803.
Limon (presqu'île de), 1700.
Lincolnshire, 1079, 1173, 1234, 1302.
Lindi, 1689.
Linosa, 319.
Linth, 1841.
Linz, 1635.
Lion's Head, 721.
Lipari, 343.
Lipen, 1715.
Liré, 700.
Lisbonne, 332, 1211, 1700, 1718.
Lisburne (cap), 1224.
Lissieu, 1548.
Lithuanie, 1002.
Littry, 771, 797.
Livingstone, 1414.
Livonates, 1678.
Livourne, 1860.
Lizerne, 1025.
Lizy-sur-Ourcq, 1438.
Llandeilo, 629, 634.
Llandovery, 629, 649.
Llano estacado, 1706.
Llobregat, 1467, 1656.
Llullaillaco, 29.
Lô (Saint-), 583.
Lobsann, 1451.
Loches, 1614.
Lockport, 655.
Locovec, 1266.
Locride, 1678.
Lodève, 799, 871.
Lofoden (îles), 573, 599, 1004, 1079.
Lofre, 1032.
Logan (mont), 29, 441.
Logroño, 1276.
Loibersdorf, 1634.
Loir, 1533.
— -et-Cher, 1241, 1615.
Loire, 417, 480, 483, 773, 1613.
— (Basse-), 771, 1456.
— -Inférieure, 1615.
Loiret, 1305.
Loisach, 1837.
Loja, 1104.
Lombard (géosynclinal), 1126.
Lombardie, 888, 977, 1027, 1067, 1099, 1205, 1322, 1486.
Lomont, 798.
London, 1426.
Londres, 1424, 1802.
Londres (bassin de) 1302, 1423, 1439.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Long Mead End, 1443.
Longmynd, 583.
Longpont, 1434, 1533.
Longwy, 1011.
Lonquimay, 1043.
Looe, 691.
Lop, 393.
Lo-ping, 782.
Lorenzo (San), 1228, 1521.
Lorraine, 640, 870, 955, 960, 1011.
Lorthet, 1830.
Loser, 1066, 1102.
Loswa, 708.
Lot, 1065, 1243, 1825.
Lottelfels, 379.
Louïavr-Ourt, 1798.
Louisiane, 1523, 1886.
Louis (Saint-), 786, 1526, 1894.
Loun-chan, 639.
Loupeigne, 1532.
Loup River, 1886.
Loup (Saint-), 1019.
Lourdes, 1830.
Louristan, 1220, 1283, 1337, 1510.
Loustaunaou, 1463.
Louvain, 1017.
Louviers, 1434.
Lowville, 640.
Lozère, 968.
Luang-Prabang, 911.
Luberon (mont), 1197, 1546.
Luc, 1854.
— -en-Diois, 1190.
— -sur-Orbieu, 1621.
Lucerne, 1841.
Lucia (Santa-), 703.
Lucie (Sainte-), 1621.
Lude, 1456.
Ludes, 1440, 1533.
Ludlow, 629.
Lübeck, 1794.
Lüneburg, 866, 1300, 1779.
Lugano, 977, 1852.
Lugnås, 600.
Lugo, 1489.
Luis Obispo (San), 1347.
— Potosi (San), 1110.
Lujan, 1890.
Lukowitz, 1537.
Lunel-Vieil, 1855.
Lunéville, 869.
Lunz, 879.
Lurcy-Lévy, 870.
Lure (montagne de), 225, 1088, 1190, 1198, 1248, 1253.
Lusace, 1537, 1716.
Lus-la-Croix-Haute, 1191, 1316.
Lusclade, 1743.
Lusikiki, 815.
Luxembourg, 867, 960.
Luxeuil, 288.
Luye, 1849.
Luynes, 1545.
Luzancy, 1438.
Luzarches, 1425, 1432.
Luzon, 1518.
Luzy, 773.
Lycie, 1685.
Lyckholm, 633.
Lyme-Regis, 957.
Lyon, 229, 870, 962, 1627, 1712, 1713, 1844.
Lyonnais, 962, 1548.
Lysa Gora, 696.

M

Mac Cloud, 784.
Macédoine, 1501.
Machecoul, 1456.
Machéromesnil, 1235.
Mackenzie, 571, 713, 1291.
Macholles, 1535.
Madagascar, 41, 57, 321, 346, 575, 814, 1044, 1074, 1111, 1231, 1286, 1343, 1514, 1689, 1890, 1892.
Madame (île), 1242.
Madar, 1656.
Madeleine (la), 1775, 1830.
Madère, 1702.
Madioun, 1882.
Madonie, 1646.
Madonna del Monte, 1028.
Madras, 1883.
Madrid, 1555, 1718.
Maecuru (rio), 720, 791.
Mägdesprung, 695.
Maentwrog, 602.
Märjelen (lac), 450.
Maestricht, 1164, 1304.
Mafia, 1689.
Magellan (détroit de), 1695.
Magnésie, 1676.
Magra, 1719.
Magura, 1495.
Magyl, 899.
Mahâdeva, 1284.
Maharain, 1275.
Mahokamba, 1514.
Maiche, 1839.
Maigrauge, 407.
Maillot, 1305.
Maine, 667, 1240.
— -et-Loire, 1017, 1241, 1532, 1615.
Maira, 420.
Maison Blanche, 1808.
Maizières, 1302.
Majella (la), 1484.
Majeûr (lac), 1100, 1322.
Majorque, 872, 988, 1032, 1105, 1508, 1551.
Majunga, 1287, 1345, 1514.
Mala (baie de), 1857.
Malacca, 783.
Maladetta, 775.
Malaga, 1032, 1210, 1507, 1654.
Malais (arc), 161, 1284, 1340.
— (archipel), 165, 906, 1037, 1108, 1221, 1691.
Malargue, 1295, 1353.
Malaspina, 441.
Malbattut, 1822.
Maldives, 321.
Malla Johar, 990.
Malmani, 721.
Malmédy, 866.
Malmesbury, 721.
Malnitz, 1260.
Maloja, 420.
Malone, 1109.
Malouines, 719, 815.
Malowka, 759.
Malsch, 1536.
Malte, 1646, 1863.
Maltôt, 958.
Mammert (Saint-), 1544.
Mananjary, 1344.
Manasquan River, 1350.
Manaure, 1227.
Mancha Real, 1332.
Manche, 480, 1615.
Manchhar, 1686, 1723.
Manchioneal, 1698.
Mandaty, 1023.
Mandelieu, 1630.
Manghychlak, 989, 1035, 1071, 1220, 1283, 1337, 1682.
Mangoli, 1037, 1108.
Manitoba, 643, 713, 716, 1292, 1875.
Manlius, 655.
Mannersdorf, 1717.
Manosque, 1546.
Mans (le), 1163, 1240, 1533.
Mansfeld, 125, 769, 795.
Manthelan, 1615.
Manuan Creek, 1355.
Manuel's Brook, 597.
Manytch, 1683.
Manzanilla, 1525.
Manzati, 1718.
Mara, 910.
Maracaibo, 1227.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Maragha, 1722.
Marañon, 1353.
Marbat, 1281.
Marbella (villa), 1461.
Marc (Saint-), 1022, 1410.
Marcellus, 714.
Marches, 1207, 1328.
Marchesieux, 1344.
Marco (San), 1657.
Maret, 1304.
Margarita (Santa), 1258.
Margeride, 419.
Mari, 1036, 1338.
Maria (Santa), 1693, 1702.
Mariazell, 1320.
Marica, 1501.
Marienbourg, 689.
Marienburg, 1779.
Marin (le), 1697.
Mario (Monte), 1645, 1861.
Mariola (sierra), 1210.
Marion, 809.
Mariposa, 1073.
Maritime (province), 907.
Markusevec, 1673.
Marmara (mer de), 1502, 1676, 1868.
Marmolata, 882.
Marne, 1305, 1442, 1809.
— (Haute-), 942, 1011, 1058, 1084, 1181, 1238.
Maroc, 779, 1032, 1068, 1208, 1275, 1332, 1506, 1652, 1701.
Marohita, 1344.
Maromandia, 1044, 1074.
Maroon, 785.
Maros, 1518.
Marostica, 1489.
Marquesas, 480.
Marquette, 570, 579.
Marquise, 1010.
Marquises (îles), 170.
Marrakech, 1507.
Marsac, 1628.
Marseille, 1197, 1544, 1856.
Marsoulas, 1831.
Martannay-le-Bois, 1258.
Martapoura, 1340, 1516.
Marterberg, 1263.
Marthe (Sainte-), 412.
Martignas, 1612.
Martigues (les), 1246, 1312, 1410, 1856.
Martin (Saint-), 972.
— -d'Exideuil (Saint-), 1830.
Martinique, 1698.
Martinez, 1413, 1520.
Martres, 1826.
Marvilla, 1701.
Mary, 1438.
Maryland, 1522.
Mascall, 1705.
Mascara, 1207.
Mascareignes (îles), 30.
Mas-d'Azil (le), 1775, 1830.
Mas-Gautier, 1855.
— -Saint-Puelles, 1540.
Massachusets, 597.
Massat, 1830.
Massevaux, 1814.
Matagne, 689.
Matawan Creek, 1350.
Matt, 1477.
Matto-Grosso, 721.
Mattsee, 1478.
Mattstock, 1201.
Mauch Chunk, 789.
Mauer, 1636, 1772, 1815.
Maumee, 1874.
Mauna-Loa, 257.
Maures, 574, 800, 970, 1021, 1052, 1096, 1196.
Maurienne, 776, 976, 1097, 1476.
Mavetanana, 1231.
May, 636, 958, 1007.
— Hill, 629.
Mayence, 1445, 1532, 1536, 1716, 1813.
Mayenne, 699, 771.
Mazapil, 1073, 1110, 1226.
Mazâr Drik, 1036, 1339.
Mazaugues, 1312.
Mecheria, 987.
Mecklembourg, 956, 1794.
Meda, 1881.
Médaille (fontaine de la), 1464.
Mède (la), 1312.
Médéa, 1206.
Medina, 655.
Méditerranée, 77, 528.
— centrale, 726, 912, 1115.
— occidentale, 499.
— orientale, 25.
Méditerranéen (géosynclinal), 1360.
Méditerranéenne (province), 1116, 1362.
Medjel-ech-Chems, 1034.
Medjerda, 480.
Medjez-el-Foukani, 1330.
Médoc, 1460.
Medolo, 978.
Mégal, 1743.
Mégara, 1680.
Meiringen, 460, 1026.
Meisenbuckel, 798.
Méjean (causse), 1065.
Mekong, 480.
Melbeck, 1619.
Melchingen, 1715.
Mélan, 1630.
Melk, 1635.
Melle, 1016.
Meloussi (djebel), 1206.
Mena, 1335.
Menabe, 1345.
Mende, 1065.
Mendip Hills, 941, 958, 1005.
Mendoza, 993.
Ménerbes, 1624.
Menez-Hom, 666.
Menominee, 580.
Mentawei, 1691.
Menton, 1773, 1857.
Menu (mont), 1855.
Méra, 1500.
Mercantour, 800, 1053.
Merced, 1893.
Mer de Glace, 440, 442, 444, 449, 451, 452, 455.
Méricourt, 650.
Merida, 1294.
Mérignac, 1611.
Merlerault, 1009, 1306.
Merville, 1826.
Mesabi, 570, 579.
Meseta Ibérique, 527, 530, 575, 652, 702, 872, 966, 1018, 1085, 1128, 1211, 1334, 1507, 1550, 1653, 1718.
— Marocaine, 527.
Mésogée, 726, 1360.
Messénie, 1680.
Messine, 1646, 1861.
Meszeshegység, 1499.
Mételin, 1678.
Météores, 1501.
Meting, 1510.
Metz, 960.
Meudon, 1305, 1407, 1425, 1429, 1443, 1533.
Meurchin, 766.
Meurthe, 421.
— -et-Moselle, 772.
Meuse, 421, 430, 687, 765, 1184.
Mevarano, 1344.
Mexico, 1294, 1887.
Meximieux, 1714.
Mexique, 909, 945, 992, 1073, 1110, 1226, 1294, 1352, 1524, 1697, 1887.
— (golfe du), 25, 1697.
— (Nouveau-), 785, 1112, 1225, 1527.
Meyranne, 1856.
Meysse, 1191, 1195.
Meyronnes, 1474.
Mézenc, 1710, 1743.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Mézières, 17.
Mezöséy, 1669.
Miatchkowo, 759.
Michele (San), 1657.
Michigan (lac), 584, 786, 1874.
Michoacan, 1294.
Midford, 957.
Midland Counties, 649.
Mieming, 1837.
Miesbach, 1480, 1632.
Mihiel (Saint-), 1059.
Milchbrunnkogel, 888.
Miliana, 1268.
Millas, 1622.
Mill Creek, 1293.
Millery, 799.
Milles (les), 1545.
Millesimo, 1485.
Milloque (la), 1538.
Milo, 298, 315.
Mina (oued), 1270.
Minas Geraes, 1888.
Mindel, 1769.
Mindoro (île de), 1692.
Minerve, 1466.
Minervois, 1466.
Minnesota, 584, 610, 1875.
Minorque, 703, 872, 988.
Minoussinsk, 708.
Minsk, 603, 648.
Miodobores, 1658.
Mira, 1135.
Mirabeau, 1711, 1848.
Miramar, 1462, 1889.
Miramas, 1856.
Mirebeau, 1258, 1615.
Mirik (cap), 1894.
Mirindol, 1848.
Misol, 907, 1518, 1691.
Mison, 1848.
Mississipi, 416, 478, 480, 786, 1224, 1350, 1523.
Missouri, 610, 786.
Mittagsfluh, 1090.
Mittenwalde, 1782.
Mnenian, 697.
Mödling, 1638, 1717.
Möllersdorf, 1636.
Mörswyl, 1839.
Mötz, 1837.
Mœurs, 1434.
Mogador, 1332, 1701.
Moghara, 1687, 1726.
Moindou, 1288.
Mokattam, 1503.
Mokua-Weo-Weo, 272.
Molas, 785.
Moldavie, 1495, 1666.
Molere, 1485.
Molinos Colgados, 1111, 1228.
Mollah Ghiavan, 1510.
Mollon, 1714.
Molt, 1634.
Moluques, 907, 1037, 1517, 1691.
Mombassa, 1043, 1074, 1231.
Momediano, 1334.
Mona, 570.
Monaco, 1856.
Monara, 1690.
Monastir, 1648, 1864.
Moncabrer, 1210.
Monceau, 1440.
Mondragon, 1252.
Mondrepuits, 688.
Mongit (bois de), 1847.
Mong-tsé, 710.
Monkey-Hill, 1697.
Monneville, 1438.
Monosterace, 1861.
Mons, 767, 1303, 1406, 1424, 1428.
Mons-en-Pevèle, 1428.
Monsech, 1276.
Montabuzard, 1707.
Montagne Noire, v. Noire (Montagne).
Montagny, 1440.
Montaigu, 1615.
Montaiguet, 1545.
Montalban, 1212.
Montana, 610, 640, 712, 785, 1040, 1224, 1351, 1414, 1705.
Montant (Saint-), 1196.
Montbéliard, 1453.
Mont-Blanc, 27, 379, 443.
Montbrun, 1190.
Montcelet 1742.
Montcontour, 187.
Mont-Dauphin, 1849.
Mont-de-Magny, 1432.
Mont-de-Marsan, 1613.
Mont Dore, 250, 269, 270, 314, 1710, 1742, 1821, 1903.
Mont d'Or Lyonnais, 870, 1014, 1844.
Mont-du-Chat, 1013.
Montebamboli, 1719.
Monte-Carlo, 1629.
Montecchio Maggiore, 1487, 1489.
Montefrio, 1332, 1507.
Montéglin, 1023.
Montélimar, 1191.
Monténégro, 892, 1105, 1328, 1679.
Montereau, 1306, 1434, 1531.
Monterey, 1693.
Montes Universales, 1018.
Montfort, 1464, 1825.
Montiérender, 1238.
Montigny, 688, 1441, 1812.
Montjavoult, 1440.
Montjean, 700.
Montmartre, 146, 1442.
Montmaur, 1472, 1630.
Montmaurin, 827, 1827.
Montmin, 1475.
Montmirail, 1713.
Montmorency, 1533.
Monmouth, 1350.
Mont-Notre-Dame, 1428.
Montoussé, 1827.
Montpelier, 1525.
Montpellier, 1543, 1621.
Montsech (sierra de), 1213, 1333.
Montredon, 1543.
Montreuil, 1809.
— -Bellay, 1017.
Montrichier, 1476.
Mont-Saint-Laurent, 1249.
— — -Martin, 1438,
Montvendre, 1713.
Montserrat, 1467.
Mora d'Ebro, 872.
Moravie, 696, 1001, 1029, 1050, 1098, 1263, 1495, 1819.
Morcles (dent de), 975, 1025, 1194, 1254, 1474, 1547.
Morelos, 1294.
Morena (Sierra), 775.
Morgenberghorn, 1200.
Moriez, 1191, 1253.
Morigny, 1449.
Moritz (Saint-), 420.
Mormont, 1548.
Mornas, 1313.
Moron, 1653.
Morondava, 1044.
Morrison, 1112.
Mortagne, 1237,
Mortefontaine, 1438.
Morte (mer), 245, 321.
Mortice (la), 1024,
Mortola (la), 1473.
Morvan, 245, 736, 838, 870, 962.
Morvano-Vosgien (détroit), 1085, 1181.
Morven, 1302.
Mosbach, 1815.
Moscou, 759, 1003, 1046, 1077, 1171, 1261.
Moselle, 421, 430, 867, 1814.
Moselotte, 1814.
Mostaganem, 1864.
Mostar, 1492.
Mothe-Sainte-Héraye (la), 1533.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Motte-du-Caire (la), 1191.
Mougodjares (monts), 708.
Mouhijärvi, 568.
Mouille-Mougnon, 1258.
Moulayres, 1541.
Moulin-Hubert, 1058.
— -du-Roi, 700.
Moulineaux, 1407.
Moundamé, 1296.
Moungo, 1354.
Mouni (Rio), 1297.
Mounier (bois de), 1095.
Mourzouk, 723, 779.
Moustier (le), 1773, 1775, 1828.
Moustiers-Sainte-Marie, 1096, 1196.
Mouthier-Haulepierre, 1181.
Moutier, 1548.
Moutiers-en-Cinglais (les), 1117.
— -Tarentaise, 1476.
Mouydir, 644, 657, 722.
Mouzaïa-les-Mines, 1649.
Mozambique, 1297.
— (détroit, géosynclinal de), 119, 167, 524, 1043, 1114.
Mrhila (djebel), 1207, 1271, 1647.
Mtchinga, 1231.
Muc, 892.
Muddy Creek, 1689.
Münster, 1814.
Mürz, 343, 348, 1320.
Muga (la), 1333.
Mull, 1302.
Munden, 1081.
Mundolsheim, 1816.
Munro, 1339.
Munténie, 1667.
Munzingen, 1818.
Mur, 1853.
Murat, 300.
Mure (la), 776.
Murfatlar, 1326.
Murles, 1095.
Muro, 1655.
Muse, 799.
Musenalp, 1097.
Musguiera, 1701.
Mussolino, 1487, 1713.
Muth, 711, 901.
Myriophyto, 1677.
Mysie, 778, 900.
Mythen, 1097, 1479.
Mzab, 1506.

N

Nabor (Saint-), 302.
Nador, 987.
Nagato, 992.
Nagyhagymas, 982.
Nagy-Honda, 1500.
— -Mányok, 1673.
Nahant, 477.
Namaqualand, 721.
Namcho (lac), 1340.
Namhsim, 654.
Namur, 17, 690, 765.
Nána, 1263.
Nanaimo, 1346.
Nan-chan, 709, 782.
Nan-t'aï, 582.
Nan-t'ou, 607.
Nancy, 869, 1011.
Nanterre, 1534.
Napeng, 944.
Naples, 714.
Napoule (la), 1630.
Nappberg, 1093.
Narbadá, 1284, 1883.
Nari, 1511.
Narrosse, 1479, 1612.
Nasb, 779.
Nassau, 693, 768.
— (île), 1691.
Natal, 721.
Natron (ouadi), 1688, 1726.
Nattheim, 1090.
Naulette (la), 1773.
Nauplie, 1214.
Navarre, 1277, 1334, 1467.
Navarro, 1352.
Navidad, 1694.
Neanderthal, 1773.
Neauphle, 1433, 1531.
Nebraska, 786, 1292, 1527, 1705, 1872, 1886.
Neckar, 1818.
Neerrepen, 1447.
Négrine, 1506.
Negro (rio), 1696.
Nefflez, 774, 871.
Nehden, 694.
Néhou, 698, 1456.
Nemi (lac de), 265, 1904.
Nemours, 1430, 1449.
Neosho, 809.
Néricie, 1795.
Nerthe (la), 1245, 1312.
Netze, 1786.
Neuberg, 1320, 1715.
Neuburg, 1536.
Neuchâtel, 1163, 1179, 1841.
Neue Alp, 1320.
— Welt, 1320.
Neuf-Couleurs (lac des), 1024.
Neuhausen, 1715.
Neumark, 1784.
Neumarkt, 800, 1092.
Neumarktl, 801.
Neuquen, 1111, 1228.
Neusitschein, 1819.
Neuvizy, 1011.
Nevada, 609, 712, 785, 908, 1705, 1876.
— (Sierra), 784, 809, 873, 992, 1134, 1290.
Nevers, 1015.
Newark, 911.
Newcastle, 812.
New Jersey, 1224, 1350, 1522, 1887.
— Scotland, 714.
— -York, 610, 639, 654, 713.
Ngan-Hoeï, 804.
Ngômo, 1297.
Niac, 1710.
Niagara, 425.
Nias, 1517, 1691.
Nice, 1248, 1253, 1313, 1315, 1629, 1856.
Nichne-Oudinsk, 1878.
Nicobar, 1691.
Nideck, 798.
Niederbronn, 360.
Niederfellabrunn, 1090, 1324.
Nieder-Magstatt, 1454.
Nierenthal, 1318.
Niesen, 1476.
Nièvre, 870, 1014, 1239.
Niger, 480.
Nijni-Nowgorod, 792, 1077, 1866.
Nil, 478, 480, 1336, 1688, 1882.
Nimes, 683.
Ninyour, 1342.
Ning-kouo-hsien, 804.
Niobrara, 1292, 1351, 1706.
Nisyros, 315.
Niti, 639, 901, 944.
Nizniow, 1071.
Noailles (villa), 1462.
Nobat Dakim, 1070.
Nobressart, 867.
Nods, 1181.
Nœtsch, 776.
Nogent-l'Artaud, 1438.
— -le-Rotrou, 1238, 1533.
Noir (causse), 1065.
Noire (mer), 25, 121, 1868.
— (montagne), 604, 636, 652, 701, 774, 871, 1466.
Noires (montagnes), 1335,
Noisy-le-Sec, 1440, 1533.
Nom (Saint-), 1434.
Nontron, 966, 1064.
Norante, 971, 1022, 1052.
Nord, 1435.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Nordaméricain (continent), 611.
Nordatlantique (continent), 167, 320, 532, 597, 614, 658, 687, 724, 816, 912, 993, 1038, 1112, 1223, 1356.
— (province), 614.
Nordbétique (détroit), 1610, 1653.
Nord de la France, 764.
Nordpyrénéenne (zone), 1245.
Norfolk, 1619, 1780.
Normandie, 1056, 1238.
Normannskill, 642.
Norrköping, 1787, 1790.
Norrland, 1788, 1797.
Norvège, 438, 459, 493, 573, 598, 631, 646, 687, 1786, 1794.
Norwich, 1776.
Nossi-bé, 994.
Nosy Kalakajaro, 1689.
— -Lava, 1514.
Notgrove, 1005.
Nouméa, 1288, 1518.
Nousse, 1464.
Nouvelles, 1302.
Novaïa-Zemlia, v. Zemlia (Nowaia-).
Noyers-sur-Jabron, 1190.
Noyon, 1435.
Nubie, 394, 779, 1279.
Nürschan, 798.
Nozeroy, 1179, 1258.
Nuevo Léon, 1352.
Nufenen, 234.
Nugsuak, 1223, 1291.
Numidie, 1505.
Nuovo (monte), 493
Nurra de Sassari, 873, 1033.
Nusplingen, 1090
Nussdorf, 980, 1717.
Nyons, 1252, 1314, 1628.

O

Oakley, 1620.
Oakville, 1697.
Oamarou, 1519.
Oasis (Grandes), 1412, 1503.
Ob, 480.
Oberalm, 1066.
Oberammergau, 1261.
Oberbuchsitten, 1548.
Oberburg, 1490.
Obergösgen, 1548.
Obermittweida, 173.
Obernai, 1536.
Obourg, 1302.
Ocala, 1524, 1697.
Occidentale (province), 1369.
Ochsenkogel, 981.
Ocre (monte d'), 1267.
Octeville, 1057.
Oder, 1664, 1784.
Odershausen, 693.
Odessa, 1663, 1867.
Odium, 1285.
ŒEdenburg, 1636, 1672.
ŒEhrli, 1201.
ŒEland, 632, 1784.
ŒEningen, 1712.
ŒErlikon, 1712.
ŒEsel, 648, 1784.
ŒEtzthal, 444, 1837.
Offenbach, 1446.
Offerdal, 732.
Ognon, 1257.
Ogôouè, 480, 1297.
Ohio, 642, 786.
Oignies, 688.
Oignon, 1181.
Oisans, 441, 973, 1024.
Oise, 1305, 1424.
Oker, 1298.
Okhotsk (golfe d'), 900.
— (mer d') 26, 712, 1038.
Oklahoma, 610, 787, 809, 1225.
Okhrida, 1676.
Olenek, 606, 653, 899, 1107, 1222.
Oléron (île d'), 1086, 1242.
Oliveira, 967.
Ollières, 1410.
Olomučan, 1001, 1051.
Olonetz, 581.
Olot, 1864.
Olténie, 1668.
Oltu, 1496.
Olympe, 1245.
Oman, 1513.
Ombrie, 1267, 1328.
Omo, 1727.
Ondes, 1538.
Onéga (lac), 761, 1792.
Oneida, 655.
Oneonta, 714.
Onondaga, 714.
Ontario (lac), 425, 584, 657, 716, 1874.
Ontoria del Pinar, 966, 1018, 1276.
Oppenau, 798.
Orakei, 1692.
Oran, 987, 1032, 1068, 1268, 1330, 1506, 1726, 1744, 1863, 1880.
Oranais (Sud), 527, 780, 987.
Orb, 1543, 1854.
Orbieu, 1854.
Orcades, 684, 736.
— du Sud, 644.
Orcières, 1474.
Ordou, 1509.
Oregon, 316, 992, 1109, 1289, 1520, 1528, 1692, 1705, 1744, 1906.
Orel, 706.
Orenbourg, 1046.
Orglandes, 1455.
Orgon, 1197.
Oriental (continent), 1265.
— (province), 1369.
Orignac, 1464.
Oriskany, 714.
Orizaba, 1294.
Orizari, 1501.
Orléans, 1707.
Orme (ferme de l'), 1433.
Ormonts-dessous, 1476.
Oro (Rio de), 1702.
Orosei, 1508.
Ormoy, 1450.
Ormuz, 319.
Orne, 1009, 1240.
Orta (lac d'), 1852.
Orthez, 1213, 1244.
Orthymaos, 1671.
Osage, 786.
Osmington, 1056.
Ostende, 1427.
Osterach, 1841.
Osterhorn, 943, 979, 1028.
Osterwald, 1173.
Ostrau, 770, 1664.
Ostricourt, 1424.
Othe (pays d'), 1429.
Otrante, 1862.
Otta, 1774.
Ottawa, 641.
Ottnang, 1633, 1635.
Ottweiler, 772.
Ouach (djebel), 1206.
Ouarsenis, 1031, 1068, 1104.
Ouazzan, 1506.
Ouemo (anse), 1518.
Ouen (Saint-), 1440, 1533, 1534.
Ouenghi, 1518.
Oufa, 760.
Ouillis, 1649.
Oujda, 987.
Oumia, 1108, 1221.
Oumptek, 1798.
Oum Raiyig, 1280.
Oumzamba, 1355.
Oural, 530, 707, 760, 781, 793, 1078, 1107, 1222, 1494, 1684, 1781, 1877.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Ouralien(géosynclinal),1114.
Ourmia, 778, 1036, 1686.
Ours (ile aux), 644, 686, 761, 792, 898.
Oussiat, 1714.
Oussouri, 907.
Oust (djebel), 1104, 1206.
— -Massat, 1245.
— -Ourt, 1494, 1683.
Outatour, 1285.
Oviedo, 1277, 1334.
Ovibio, 1694.
Ovifak, 328.
Oxford, 1007, 1802.
Oyonnax, 1051, 1061.
Ozark (monts), 610.
Ozourt, 1612.

P

Pachschallern, 1834.
Pacifique (continent), 168, 321, 1115, 1561.
— (océan), 24, 26, 163, 170, 316, 528.
— (pourtour du), 711.
— (province), 615.
— (type de côtes), 476.
Pacy-sur-Eure, 1434, 1533.
Padang, 783.
Paffrath, 692,
Pagnotte (mont), 1448.
Pagny-sur-Meuse, 421.
Pair-non-Pair, 1829.
Paiseni, 1495.
Paissy, 1533.
Pajay, 1845.
Pal (Gross), 705.
Palais (Saint-), 1459.
Palarea (la), 1470.
Palasca, 1508.
Palatinat, 868.
Palazzo-Adriano, 802.
Palembang, 1690.
Palerme, 889, 985, 1068, 1267, 1861.
Palestine, 1280, 1336, 1513.
Palette, 1545.
Palika, 1880.
Palk (détroit de), 477.
Palma, 1655.
Palmas (Las), 1702.
Palocsa, 1100.
Paltratico, 1644.
Palud-de-Moustiers (la), 1196, 1248.
Paluxy, 1226.
Pamir, 161, 900.
Pampas, 1729, 1889.
Panadès, 1656.
Panama, 1521, 1700.
Panchet, 911.
Pancrasse (Saint-), 1088.
Pan de Matanzas, 1698.
Panisel (mont), 1428.
Pannonique (bassin), 1671.
Pantelleria, 319,
Pantin, 1442, 1448, 1533.
Paphlagonie, 1509.
Pappenheim, 1092.
Pâques (iles de), 30.
Para, 657, 720, 1354.
Paraguay, 791.
Parahyba, 1354.
Paraná, 1696, 1728.
Pardines, 1742.
Pareora, 1692.
Pareu Kailor, 890.
Pariatambo, 1295.
Paris (bassin de), 213, 497, 956, 1128, 1181, 1236, 1304, 1406, 1428, 1437, 1448, 1707, 1807.
Parisien (bassin), 357.
Parisis, 1432.
Parnasse, 1266.
Paropamise, 161.
Parry (iles), 784.
Partnach, 878.
Paruschowitz, 179.
Pascagoula, 1697.
Pas-de-Calais, 650, 690, 766, 1435, 1802.
— de la Mougudo, 1710.
Passaro (cap), 1329.
Passau, 1049.
Passy, 1534.
Patagonie, 459, 1229, 1348, 1414, 1553, 1578, 1696, 1728, 1890.
Patoot, 1291, 1349.
Pau, 1464.
— (Gave de), 1826.
Paul (ile Saint-), 30, 264, 265, 321, 322.
— -Cap-de-Joux (Saint-). 1541.
— -de-Dax (Saint-), 1612.
— -d'Ubaye (Saint-), 1474.
— -Trois-Châteaux(Saint-), 1624.
Paulet (Saint-), 1251.
Paumotou (iles), 488.
Pausram, 1495.
Pavione (monte), 1101.
Pawnee Creek, 1705.
Payta (golfe de), 1694.
Peace Creek, 1886.
Péage-de-Rousillon (le), 1628.
Pechelbronn, 1451.
Pécheseul, 1016.
Pêcheurs (Port des), 1462.
Pecs, 983.
— (San), 1893.
Pedro de Alcantera (San), 1655.
Peipin, 1848.
Peissenberg, 1480, 1632.
Pelagosa, 1643.
Pelée (montagne), 252, 256, 259, 273, 282, 287, 291, 325, 385.
Pellegrino (monte), 1206, 1267, 1861.
Péloponèse, 893, 1680.
Péloritains (monts), 776, 985, 1267.
Peloua (le), 1611.
Pelvoux, 212, 972.
Pemba, 1689.
Pendik Kartal, 710.
Penedo da Saudade, 968.
Peniche, 967, 1211, 1864.
Penjab, 806, 1723.
Pennsylvanie, 283, 1887.
Pentland Hills, 645.
Penzberg, 1480.
Penzeskût, 1263.
Perales, 1718.
Perche, 1240.
Pereiros, 967,
Perewâl, 1220.
Perim (ile de), 1723.
Perle (la), 1812.
Perledo. 880.
Perm, 794.
Pernambuco, 1354.
Pernant, 1470, 1475.
Pérou, 644, 791, 909, 992, 1228, 1295, 1694, 1894.
Perpignan, 1622, 1713.
Perrier, 1742, 1820.
Persany, 982.
Perse, 711, 778, 803, 944, 990, 1072, 1108, 1220, 1282, 1337, 1509, 1685, 1722.
Persique (golfe), 1892.
Perspective Miramar, 1462.
Perte-du-Rhône, 425, 1257.
Perthuis, 1255.
Peruc, 1263.
Pescara (val), 801.
Petchora, 1002, 1046, 1077, 1171.
Pétersbourg (Saint-), 601.
Petersdorf, 1866.
Pétervárad, 1325.
Petraroia, 1214.
Petricica, 1667.
Petroşani, 1670.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Pettau, 1639.
Pévèle, 1428.
Peynier (le), 1410.
Peyreblanque, 1461.
Peyrehorade, 1463, 1612.
Peyres (col des) 1315.
Peyroules, 1197.
Peyrouse (la), 1846.
Peyruis, 1848.
Pfäffers, 359.
Pfonsjoch, 979.
Phare, 1462.
Philippines (iles), 161, 1518, 1692.
Phira, 1905.
Phouka (cap), 1679.
Pianico, 1852.
Pianosa, 1643, 1865.
Piatra Craiului, 1106.
Piave, 1323.
Picardie, 1305.
Picun Leufu (Arroyo), 1128.
Piémont, 875, 974, 1099, 1133, 1484, 1639.
Piémontais (géosynclinal), 974, 1126.
Piennine (chaine, nappe), 1100, 1215.
Pierre-aux-Fées, 1434.
— (Saint-), 253, 259, 1304.
— -de-Cénos (Saint-), 1628.
— -Formigue, 1857.
— -lès-Elbeuf (Saint-), 1812.
— (Moulin de), 1185.
— (vallée de la), 1344.
Pierrefitte, 1449.
Pierrefonds, 1430.
Pierres-Blanches (les), 1615.
Piesching, 1635.
Pietra movediza, 379.
Pietra Pintada, 993.
Pietraroia, 1205.
Pigeonnier, 868.
Pikermi, 1680, 1719.
Pilate, 1200.
Pilsbry, 1079.
Pinde, 893.
Pinega, 761, 1786.
Piolenc, 1252, 1313.
Pirée, 1680.
Pisano (monte), 776, 799.
Pise, 799.
Piske, 1499.
Pit, 908.
Pitt, 785.
Pitten, 1717.
Plan d'Aups, 1410.
— du Tour, 1476.
Plantat (le), 1611.
Plassac, 1460, 1538.
Plassen, 1102.
Plata (Rio de la), 480.
— Mountains (La), 277.
Platé, 1254, 1316, 1474.
Plateau Central, 213, 286, 464, 504, 511, 574, 700, 751, 773, 798, 870, 942, 962, 1014, 1128, 1534, 1820.
— Désertique, 1033, 1069, 1278, 1335.
Plauenscher Grund, 795.
Plessis, 770.
Plevna, 1671.
Plombières, 288.
Plougasnou-Primel, 1802.
Plougastel, 699.
Pluie (lac de la), 1875.
Plymouth, 691.
Pô, 210, 478, 480, 530.
Pocono, 789.
Podkamien, 1658.
Podi, 1727.
Podolie, 648, 705, 1262, 1323, 1657, 1718.
Pöls, 1626.
Poët (le), 1849.
Pötschenhöhe, 887.
Pötzleinsdorf, 1637.
Pogonip, 640.
Point Conception, 1893.
Pointe-aux-Oies, 1083.
Poitevin (détroit), 964, 1063, 1086, 1128.
Poitou, 958, 964, 1015.
Poix, 1011.
Poligny, 870.
Polillo (ile de), 1692.
Pologne, 634, 650, 696, 863, 865, 942, 956, 1001, 1051, 1077, 1177, 1262, 1323, 1657, 1780, 1784.
Polo Matese (San), 1267.
Polsica, 1490.
Poltava, 1494.
Polynésie, 170, 1893.
Poméranie, 956, 1053, 1079, 1234, 1405, 1781, 1794.
Pommerol, 1314.
Pompei, 251.
Pompey, 421.
Pompignan, 1095.
Poncé, 1241.
Pondichéry, 1284.
Pondoland, 815.
Pondres, 1543.
Pons (Saint-), 1545.
Pontailler, 1181.
Pontale (grotte), 1863.
Pont-d'Adam, 477.
— -des-Français, 1518.
— -Saint-Esprit, 1250, 1313.
Pontet, 1190.
Pontlevoy, 1613.
Pontoise, 1809.
Popidéry, 1518.
Popiliani, 1002.
Porcsed, 1500.
Porcupine, 1346.
Porrentruy, 1548.
Porsguen, 699.
Portage, 714.
Port-Elizabeth, 1230.
— -en-Bessin, 1007.
— -Vieux, 1462.
Portezuelo, 993.
Portland, 1075.
Portofino, 1485.
Porto Farina, 1648.
— -Santo, 1702.
Porto-Vecchio, 1865.
Portugal, 637, 775, 803, 872, 942, 967, 1018, 1065, 1086, 1211, 1277, 1334, 1700, 1718, 1864.
Posada, 1277.
Posen, 942.
Posnanie, 1055, 1784.
Postale (monte), 1488.
Potato River, 579.
Potchefstrom, 721.
Potenza, 1483.
Potomac, 1224.
Potschappel, 769.
Potsdam (É.-U.), 595, 610.
— (Prusse), 1782.
Pottsville, 789.
Poucht-é-kouh, 1283.
Poudres, 1543.
Pouilles, 1205, 1329, 1643, 1863.
Pouza (la), 1020.
Pouzac, 1376.
Pouzzoles, 282, 493.
Praça, 777.
Prades, 1095.
Pradières, 1827.
Prags, 881.
Prague, 604, 635.
Prahova, 1216, 1324, 1496.
Prainha, 1702.
Prarion, 776, 800, 839.
Prassberg, 1490.
Prazeres, 1700.
Préalpes Bergamasques, 1322.
Préalpes romandes, 875, 1026, 1089, 1202, 1260.
Précista, 1501.
Prédmost, 1819.
Pregrada, 891.
Prépyrénéenne (zone), 1244, 1311.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Presba, 1676.
Prest (Saint-), 1807.
Pretoria, 721.
Priabona, 1489.
Priesen, 1263.
Prince (grotte du), 1857.
— (île du), 319.
Prince Albert (terre du), 657.
— de Galles (terre du), 657.
— Patrick (terre du), 993.
Privas, 871, 970, 1021, 1710.
Projensdorf, 1794.
Promina, 1492.
Provençal (faciès), 972.
Provence (Basse-), 871, 942, 970, 1021, 1096, 1196, 1245, 1312, 1409, 1544, 1623.
— (Haute-), 210.
Provins, 1434, 1440, 1531, 1534.
Prunes, 1534.
Prusse occidentale, 1779, 1794.
— orientale, 1055, 1177, 1301, 1405, 1476, 1537, 1784.
Pucho, 1324.
Puebla, 992, 1226.
Puerco, 1527.
Pueyrrydon (lac), 1229.
Puez (Alpe), 1204.
Puget Sound, 1520.
— -Théniers, 1470.
Puisaye, 1239.
Pui St-Onofre, 1551.
Pulli (monte), 1408.
Punta Grossa, 1069.
Purbeck, 1075, 1186.
Purisima, 1693.
Purmallen, 1782.
Puycelcy, 965.
Puy (le), 1534, 1822, 1903.
— Courny, 1774.
— -de-Dôme, 1820, 1904.
— de Manse, 1193.
— de Var, 1741.
— Mourel, 1849.
— -Saint-Eusèbe, 412.
— -Saint-Romain, 1741.
Puyloubier, 1410.
Puys (chaine des), 251, 266, 1903.
Pyllè, 1679.
Pyramides, 1689.
Pyrénées, 167, 184, 219, 441, 464, 529, 569, 574, 637, 652, 701, 774, 802, 872, 966, 1018, 1213, 1244, 1309, 1376, 1408.
— (Basses-), 1213, 1244, 1309, 1612.
— (Hautes-), 1464.
Pyrénées-Orientales, 1864.
— (Petites), 1310, 1408, 1464.
Pyrimont, 1171.

Q

Qarsr-el-Sagha, 1556.
Quatre Cantons (lac des), 875.
Québec, 640.
Queensland, 792, 910, 1891.
Quentin (Saint-), 963.
Quercy, 362, 965, 970, 1080, 1541.
Queretaro, 1294.
Querola (la), 1210.
Quetta, 990.
Quiberon, 477.
Quina (la), 1829.
Quinta das Conchas, 1701.
Quintado Bacalhau, 1701.
Quintin, 187.
Quiriquina, 1347.
Quitman, 1109.
Quito, 1888.
Quoniam, 1441.

R

Raad, 1635.
Raasay, 957.
Rabat, 1245.
Radegonde (Sainte-), 1546.
Radjmahal, 994.
Radmanest, 1673.
Radowentz, 769.
Radstadt, 1482.
Räderten, 1200.
Ragatz, 1477.
Raikull, 648.
Rainbach, 1635.
Rainberg, 1319.
Rainier (mont), 441.
Raipas, 598.
Raitenbach, 1548.
Rajamahendri, 1341.
Ralligen, 1547.
Rambaud, 974.
Ramsau, 885.
Rancocas, 1350.
Randen, 1048, 1093, 1632.
Ranikot, 1510.
Ranville, 1009.
Raphaël (Saint-), 838, 1630.
Raschberg, 859, 887.
Ras Knafès, 1331.
Rasteau (le), 1628.
Ratavoux, 1712.
Rathenow, 1779.
Ratisbonne, 956, 999, 1263.
Rattlesnake, 1705.
Rauville, 1456.
Ravagnese, 1862.
Ravensburg, 1841.
Ravix, 1195.
Ravnau, 900.
Raxalpe, 885.
Raye (chaine de), 1191, 1195.
Raynaud (mont), 1286.
Ré, 1852.
— (île de), 1064.
Reading, 1426, 1533.
Réallon, 412, 1474.
Recklinghausen, 1299.
Recoaro, 883, 982.
Recollets (mont des), 1439.
Redon, 1616.
Reefton, 711.
Regenstauf, 999.
Reggio, 1267, 1861.
Régneville, 770.
Reichenhall, 360, 1481.
Reifling, 878.
Reilhac, 1830.
Reims, 1428, 1440.
Reinbeck, 1619.
Reine Charlotte (îles de), 1041, 1225, 1289, 1519.
Reingraben, 879.
Reinhausen, 1263.
Reit im Winkel, 1481.
Reiter Alm, 885.
Remollon, 972, 1849.
Rémy (Saint-), 1855.
Renaix, 1427.
Renan, 1258.
Rencurel, 1195, 1254.
Rèndjouva, 1517, 1691.
Rennes, 1457, 1614.
Reposoir, 1474.
Republican River, 1706.
Reret (le), 1202.
Ressas (djebel), 1104.
Resson, 1812.
Restefond, 1850.
Restitut (Saint-), 1628.
Rethel, 1235.
Réunion (île de la), 262.
Reuss, 429, 1841.
Revel, 1097.
Revest (le), 1246.
Revin, 603.
Révkörtvélyes, 1500.
Reykjavik, 1877.
Reynier, 1191.
Rhætikon, 976, 1097.
Rharsa (chott), 1726.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Rheinfelden, 360.
Rhénan (fossé), 356.
— (massif schisteux), 692.
— (type), 727.
Rhétique (nappe), 1099.
Rhin, 1776.
— (vallée du), 242-244, 354, 429, 1012, 1060, 1536, 1716, 1813.
Rhodanien (type), 975.
Rhodes (île de), 161, 1681, 1869.
Rhön, 1716.
Rhône, 428, 478, 480.
— (bassin du), 497, 1188, 1250, 1313, 1544, 1623, 1710, 1843.
— (glacier du), 433.
— (Perte du), 1194.
Rhune (la), 775.
Riadan, 636.
Rians, 1196, 1245.
Riazan, 1046, 1078, 1171.
Riccarton, 645.
Richmond, 640, 1525.
Richthofen (monts), 709.
Riedselz, 1813.
Riège (le), 1854.
Riesengebirge, 1818.
Rieti, 1103.
Rif, 318, 987.
Rikouzen, 907, 992.
Rilly, 1245, 1428, 1532.
Rimet (le), 1195.
Rimkin Paiar, 902.
Rink, 1289.
Riobamba, 1888.
Rio Grande do Sul, 815.
— Negro, 1353.
Rioja (la), 815.
Riom, 1535.
Rion, 1685.
Riou (oued), 1650.
— -Kiou (îles), 1692.
Rippersroda, 1805.
Rir (cap), 1209.
Riss, 1769.
Rittberg, 696.
Rivaux (les), 1824.
Rive-de-Gier, 773.
Rixdorf, 1782.
Robiac, 1544.
Robinson, 785.
Roca, 1353, 1415, 1701.
Rocca chi parra, 1031.
— dell'Abisso, 1096.
Roccaforte, 1540.
Rocche Rosse, 986.
Rocco (San), 883.
Rochebertier, 1829.
Rochefort-en-Yvelines, 1451.
Rochefoucauld (la), 1017.
Rochelle (la), 1064.
Rochester, 655.
Rochette (la), 412, 1083, 1089, 1711.
Rocheuses (montagnes), 529, 639, 640, 712, 785, 1040, 1224, 1413, 1527, 1578, 1705, 1872, 1906.
Rockenberg, 1536.
Rock Creek, 1886.
Roderen, 772.
Rodez, 1064.
Rodna, 1500.
Röros, 599.
Röthelstein, 887.
Röthi, 874.
Rötschach, 1321.
Rognac, 1410.
Rogóznik, 1100.
Roi Charles (terre du), 1039, 1046, 1107, 1223.
Rolling Downs, 1222, 1287.
Romain-au-Mont-d'Or (Saint-), 963.
Roman (Saint-), 1629.
Romanche, 213.
Romainville, 1448, 1533.
Romans, 1711.
Rome, 1328, 1644.
— (États-Unis), 641.
Roncà, 1488.
Ronchamp, 772.
Rond (le), 1824.
Rondout, 655.
Ronzon, 1535.
Ropianka, 1495.
Roquefavour, 1545.
Roquefort, 1310, 1612.
Roquesteron, 1470.
Rosa (Santa), 1073.
Rosalia (Santa), 1693.
Rosans, 1252, 1314.
Rosebud, 1705.
Rosenlaui (glacier de), 440.
Rosignano, 1644.
Rossano, 985, 1103.
Rossfeld, 1203.
Rossillon, 1773, 1846.
Rossignol, 867.
Rostellec, 699.
Rott, 1454, 1716.
Rotti (île de), 161, 906, 990, 1037, 1691.
Rouchoux, 800.
Rouen, 247, 1238.
Rouergue, 870, 965.
Rouet (le), 1623,
Rouffach, 1454.
Rouge (lac), 1875.
— (mer), 244, 321, 346, 1892.
Rougeat, 1822.
Roumanie, 705, 1666, 1717, 1867.
Roumélie, 1501.
Roumois, 1451.
Rousses (Grandes-), 213.
Roussillon, 1622.
Rouvières (les), 1314.
Rove, 1245.
Roveredo, 1029, 1110.
Roverè-di-Velo, 1101.
Rovon, 1847.
Roya, 1850.
Royan, 1408, 1459.
Ruaux, 869.
Rucăr, 1030.
Ruditz, 1051.
Rüdersdorf, 866.
Rügen, 1177, 1301, 1781.
Rueil, 1440,
Ruhpolding, 1100.
Ruhr, 768.
Rummel, 1270.
Russe (plate-forme), 706, 988, 1002, 1045, 1071, 1076.
Russie, 464, 759, 1171, 1261, 1323, 1405, 1493, 1657, 1717, 1780, 1782, 1866.
— (Nouvelle-), 1657.
Ruz (val de), 1179.
Ryoseki, 1073, 1222.

S

Saale, 1805.
Saarbrück, 771, 797.
Sabin, 1542.
Sabins (monts), 1267, 1328, 1484.
Sables (les), 1611.
Sacramento, 1290.
Sado, 1700.
Säntis, v. Sentis.
Saffré, 1456.
Safi, 1208, 1702.
Sagor, 1491.
Sagra (Sierra), 988.
Sahara, 51, 313, 374, 388, 392, 433, 527, 657, 722, 1278, 1335, 1881.
Sahel Alma, 1336.
— d'Alger, 318, 1649.
— d'Oran, 318, 1649, 1651.
Saïanique (direction), 586.
Saïda, 986, 1069, 1031, 1207.
Saillans, 1191.
Saintonge, 1164.
Sainzelles, 1822.
Saïx, 1540.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Sakamena, 814.
Sakawa, 907.
Sakhaline, 1288, 1346.
Sal, 1664.
Salaïr, 606, 709.
Salat, 1825.
Salazac, 1251.
Salcedo, 1489.
Salé (Grand-Lac-), 809.
Salette, 800.
Salernes, 1021, 1245.
Salève, 1093, 1193.
Salies-de-Béarn, 360, 1613.
— -du-Salat, 1831.
Salina, 655.
Salinas, 988.
Saline Hills, 837.
Salins, 360, 1181.
Salinelle, 1543.
Salles, 1612.
Sallespisse, 1613.
Salmendingen, 1715.
Salomon (iles), 493.
Salonique, 1676.
Salta, 612.
Saltholm, 1404.
Salto, 1890.
Salt Range, 607, 806, 813, 905, 1036, 1221, 1883.
Saltrio, 977.
Salvetat (la), 1541.
Salzach, 877, 1835.
Salzbourg (Alpes de), 652, 876, 885, 941, 943, 979, 1100, 1102, 1203, 1318, 1835.
Salzgitter, 1172, 1176.
Salzhausen, 1536.
Salzkammergut, 876, 886, 979, 1102, 1837.
Sama de Langreo, 775.
Samara, 1046, 1684.
Samarcande, 1337, 1511.
Sambre-et-Meuse, 17, 634.
Samland, 1444, 1527.
Samoëns, 1474.
Samos, 1720.
Samothrace, 1870.
Sanadoire, 1743.
Sandgate, 1187.
Sandjou, 1511.
Sandling, 887, 1101.
Sandomir, 603, 1001, 1657.
Sandwich (iles), 30, 257, 650.
San-Francisco, 1892.
Sangate, 1802.
Sangonini, 1489.
Sanju, 781.
Santander, 1213, 1831, 1864.
Santorin, 265, 315, 325, 1905.
Saône (Haute-), 868, 962, 1085, 1181.
Saône-et-Loire, 1317.
Saou (forêt de), 1313.
Sapote, 1700.
Saratof, 1002, 1494.
Sarawak, 812.
Sardaigne, 605, 637, 652, 703, 775, 873, 1032, 1104, 1598, 1656, 1865.
Sare, 966.
Sarlat, 1242.
Sarliève, 1824.
Saros, 1502, 1676.
Sarron, 1429.
Sarthe, 603, 1016, 1240, 1532.
Sarvadane, 1337.
Saskatchewan, 1292.
Sassello, 1485.
Sassen Bay, 1223.
Saubrigues, 1613.
Saucats, 1610.
Sauerland, 694.
Saulce (la), 972, 1849.
Saulces-aux-Tournelles, 1058.
— -Monclin, 1235.
Saumur, 1241.
Sau Saghair, 1354.
Sausset, 1623.
Sauve, 1854.
Sauveterre (causse de), 1065.
Sauzet, 1544.
Sauveur (Saint-), 412, 652, 966.
Save, 1853.
Savigné, 1615.
Savines, 411, 1474.
Savoie, 874, 1013, 1085, 1193, 1631.
Savone, 776.
Savou, 1517.
Saxe, 569, 603, 695, 769, 838, 1000, 1050, 1537, 1784, 1807.
Saxonnet (Mont-), 1255.
Sayan, 1877.
Sayu, 907.
Sbeitla (oued), 1331.
Scandinave (bouclier), 320.
Scandinavie, 452, 492, 527, 632, 666.
Scanie, 595, 600, 630, 632, 646, 686, 863, 942, 956, 1301, 1404, 1431, 1778, 1781, 1786, 1793.
Sceaux, 1615.
Schärding, 1635.
Schafberg, 979.
Schaffhouse, 1093, 1841.
Scharrach, 1012.
Scharrachbergheim, 1012.
Schatzlar, 769.
Schellenberg, 1203.
Schiechlinghöhe, 886.
Schiltigheim, 1817.
Schio, 247, 314, 883, 1639.
Schiosi (Col dei), 1323.
Schirmeck, 701.
Schladebach, 178.
Schlern, 882.
Schleswig, v. Sleswig.
Schluderbach, 882.
Schneeberg, 379, 885.
Schoharie, 714.
Schrambach, 1203.
Schreyer Alm, 886.
Schroop, 1794.
Schunga, 577.
Schussenried, 1841.
Schutzfels, 1263.
Schwabwiller, 1451.
Schwadowitz, 769.
Schwalldorf, 1818.
Schwedenschantze, 1051.
Schweizersbild, 1843.
Schwichow, 1782.
Sciacca, 1205, 1482.
Scotland, 1699.
Scrivia, 1485, 1641.
Sebaa Chioukh, 1506.
Sébastopol, 1326.
Sedan, 960.
Seeland Alpe, 882.
Seethal, 1853.
Seine, 421, 430, 480, 1184, 1305, 1808.
— -et-Marne, 1305.
— -et-Oise, 1305.
— -Inférieure, 1305.
Seins, 689.
Seis, 881.
Séistan, 208, 1339, 1510.
Selbia (djebel), 1329.
Selenitza, 1680.
Sella, 883.
Selle-d'Andon (la), 1249.
Sellere, 1852.
Selles-sur-Cher, 1534, 1707.
Semblançay, 1615.
Semenow, 804, 906.
Sémha (ile de), 1281, 1513.
Semmering, 876.
Semnoz, 1193.
Sempach (lac de), 1842.
Semur, 962.
Sénart, 1807.
Senftenberg, 131, 1716.
Sénégal, 1296, 1354, 1526, 1894.
Senez, 1472.
Senlis, 1438.
Sens, 1163, 1305.
Sentis, 396, 1200.
Senza-do-Itombe, 1355.
Senzeilles, 689.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Seo d'Urgel, 1718.
Septentrionale (province), 819.
Septèmes, 1022.
Serajéwo, 777.
Serang, 907.
Seranon, 1249.
Serapis (temple de), 493.
Serbie, 983, 1105, 1217, 1265, 1327, 1497, 1501.
Serchio, 1719, 1860.
Serdj, 1270.
Serenne, 1474.
Seressou, 1270.
Sergipe, 1354.
Serra (Monte), 1067.
Serraval, 1474.
Serravalle, 1640, 1642.
Serre (montagne de la), 870.
— Chaïtieu, 1191.
— -Ponson, 1849.
Servoz, 9, 384, 1255.
Sespe, 1521.
Se-tchouan, 638, 653, 709, 804, 944, 991, 1725, 1885.
Sétif, 1104, 1505.
Sette Communi, 1029, 1101.
Sett Sass, 147.
Seve, 580.
Sever (Saint-), 1310, 1463.
Séville, 605.
Seward (presqu'île), 643.
Seybouse, 1206.
Seychelles (îles), 30, 575.
Seymour (îles), 1229, 1348, 1695.
Seyne, 1315, 1849.
Sézanne, 1531.
Sfax, 1864.
Shal-Shal, 902, 990.
Shanklin, 1187.
Shans (états), 711.
Shark River, 1350.
Shasta (mont), 441, 908.
Sheppey, 1532.
Shetland (îles), 684, 1800.
Shikoku, 907, 1073.
Shiloh, 1697.
Shï-tsui, 582.
Shonkin Sag, 278.
Shropshire, 583, 666, 685, 764.
Siam, 911.
Sibérie, 530, 606, 638, 653, 781, 804, 809, 899, 944, 991, 1031, 1038, 1107, 1877.
Sibérie (Nouvelle-), 606, 708, 781, 1878.
Sibérien (faîte), 724, 816.
Sibillins (monts), 1267, 1484.
Sicile, 343, 769, 802, 889, 944, 985, 1068, 1103, 1205, 1267, 1329, 1482, 1646, 1861.
Sidi Abd-el-Kerim, 1329.
— -bel-Abbès, 1206, 1506.
— -Rgheiss (djebel), 1208.
Siegen, 692.
Siegharting, 1635.
Siegsdorf, 1319.
Sienne, 1719.
Siereck, 867.
Sierentz, 1814, 1817.
Sierning, 1834.
Sierras, 1906.
Sierre, 776.
Sig, 1206.
Sikobon, 1691.
Sikokou, v. Shikoku.
Silberberg, 769.
Silbern, 396.
Silésie, 695, 942, 956, 1784.
— (Haute-), 863, 865, 956, 1051, 1866.
Sils, 420.
Silures, 622.
Silva-Plana, 420.
Silver Lake, 1886.
Silves, 967.
Simbirsk, 1046, 1076, 1171, 1261.
Sime (la), 1612.
Simféropol, 779, 894.
Simla, 616.
Simmenfluh, 1097.
Sinaï, 115, 245, 779, 1280, 1336, 1892.
Sinaïa, 1105.
Sinceny, 1429.
Sind, 1283, 1339, 1412, 1510, 1686.
Sine, 1526.
Sinen, 1551.
Singhgi La, 1512.
Sinope, 1685.
Sinou Kerasia, 1501.
Sino-Sibérien (continent), 167, 321, 912, 1114, 1356, 1559.
Sinskaïa, 606.
Siokouh (monts), 1686.
Sion, 976.
Siouah, 1688.
Sipka, 1819.
Sirab, 1337.
Sirac (Saint-), 1311.
Sirgenstein, 1819.
Siriu, 1496.
Sirone, 1322.
Sissola, 1078.
Sisteron, 204, 1023, 1087, 1848.
Si-t'aï, 582.
Siwalik (monts), 1723.
Sixt, 975.
Skagerak, 1787.
Skara, 1792.
Skiadi, 1682.
Skodde Bay, 1107, 1222.
Skutari, 1679.
Skye, 957, 1004.
Slanic, 1496, 1667.
Slatikun, 697.
Slavonie, 1673, 1717.
Sleswig-Holstein, 1784, 1794.
Slioch, 581.
Smolensk, 706.
Snake Creek, 1706.
Snow Hill (îles), 1229, 1291, 1348, 1695.
Soblay, 1713.
Sofia, 653, 1070.
Soh, 711, 1220, 1509.
Soissonnais, 1428, 1432, 1531.
Sokoto, 1526.
Sokotora, 1281, 1513.
Solenhofen, v. Solnhofen.
Solilhac, 1823.
Solo, 1884.
Solnhofen, 1090, 1715.
Solutré, 1775, 1846.
Solva, 602.
Somalis, 1034, 1070, 1111, 1232, 1513.
Someraukogel, 862, 888.
Somerset, 957, 1005.
Somme, 1435, 1809.
Sommières, 1543.
Son (le), 1611.
Sonde (fossés de la), 165.
Sondé, 1884.
Sonora, 1226.
Soos, 1636.
Soprón, 1636, 1672.
Sorata, 29.
Sordes, 1830.
Sorgues, 1191, 1711.
Soria, 872, 1276.
Sosio (Fiume), 802.
Soswa, 1046, 1107, 1222, 1349.
Sotira, 1497.
Sotteville, 1305.
Sotzka, 1491.
Souabe, 558, 863, 953, 996, 1048, 1090, 1548, 1632, 1818, 1839.
— (faciès), 943.
— (Jura), 946.
Souani, 1275.
Soubathou, 1512.
Soubella (oued), 1104.
Soucy, 1830.
Soudak, 1035, 1072.
Soudan, 1296, 1354, 1526.
Sougraignes, 1311.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Souk-Ahras, 987, 1329, 1505.
Soukhoum, 1685.
Soulac, 1825.
Soulak, 1684.
Souléiman (monts), 1510.
Soultz-les-Bains, 868.
— -sous-Forêts, 1451.
Soumailles, 1538.
Soumba, 1691.
Souppes, 1449.
Sourak, 1107.
Sous-pyrénéenne (zone), 1310.
Sousse, 1648.
Soyons, 1195.
Speeton, 1078, 1173.
Sperenberg, 178, 796.
Sperracavallo, 1862.
Spezia, 943, 984.
Spiennes, 1303.
Spilecco (monte), 1487.
Spilsbry, 1173.
Spiti, 607, 639, 655, 783, 805, 901, 1036, 1072, 1108, 1221, 1283, 1340.
Spitz (Monte), 883.
Spitzberg, 320, 440, 452, 455, 532, 644, 686, 761, 792, 899, 944, 1046, 1223, 1703, 1877.
Spolète, 1719.
Spy, 1773.
Stadtecken, 1446.
Stambach, 980.
Stang Alpe, 776.
Stankówka, 1054, 1100.
Stanovoï (monts), 1877.
Stans, 1259.
Stanser Horn, 1097.
Stara Planina, 894, 1671.
Stary Krym, 1326.
Stassfurt, 98, 796.
Stazzano, 1642.
Steige, 183.
Stein, 879, 1639, 1853.
Steinbergkogel, 888.
Steiner Alpen, 884.
Steinernes Meer, 885.
Steinheim, 1606, 1715.
Steinlah, 1177.
Stephen, 609.
Sternberg, 1000, 1445.
Stettin, 1445, 1784.
Stewart, 1040.
Stockholm, 1787, 1795.
Stonesfield, 1007.
Stotzingen, 1715.
Stour, 1620.
Straiton, 645.
Stramberg, 937, 1075, 1098.
Strasbourg, 942, 1454, 1814.
Strickland River, 1038.
Strobl, 1320.
Stromboli, 252.
Strunga, 1030.
Stubai, 1837.
Stura, 1096.
Styrie, 1549, 1639, 1717.
Subalpines (chaînes), 1052, 1630.
Subbeskide (zone), 1098, 1263.
Subhimalayennes (collines), 1723.
Subiaco, 1328, 1644.
Subles, 959.
Subligny, 1181.
Subtatrique (nappe), 1215.
Suchy wierch, 1029.
Sudatlantique (continent), 167, 320.
Sudètes, 650.
Sudmerberg, 1300.
Sudpyrénéenne (zone), 1245, 1311.
Sudrifain (détroit), 1610, 1652.
Suède, 573, 581, 1786.
Süssenborn, 1805.
Süntel, 1176.
Suez, 245, 550, 1336, 1892.
Suffolk, 1619.
Sugana (val), 982.
Suisse, 1711.
— saxonne, 378, 1262.
Suisses (Alpes), v. Alpes.
Suleïman (monts), 1338, 1339.
Sulens, 200, 976, 1053, 1089, 1193, 1317, 1476.
Suliman, 1283.
Sully, 1008.
Sulu (fosse de), 25.
Sulzbach, 1066, 1102.
Sulzheim, 1446.
Sumatra, 161, 315, 783, 906, 944, 1221, 1517, 1690.
Summertown, 1802.
Sund, 1795.
Sundgau, 1452.
Suodeniemi, 568.
Suojärvi, 577.
Superga (la), 1640.
Supérieur (lac), 1874.
Surachany, 1867.
Surate, 1515.
Surenen, 1477.
Surviliers, 1432.
Sutherland, 957.
Svartisen, 440.
Swanage, 1075, 1081.
Swaziland, 721.
Swinitza, 1030, 1217.
Symphorien (Saint-), 1303.
Syracuse, 1646.
Syr-Daria, 1511.
Syrie, 1034, 1070, 1280, 1336, 1513, 1687, 1882.
Syrmie, 1674.
Syzran, 1171, 1405, 1494.
Szegárd, 1673.
Sze-tchouan, v. Se-tchouan.

T

Tabankort, 1354.
Table (montagne de la), 722.
Table Cape, 1558.
Tachgagalt (djebel), 987.
Tademaït, 1278.
Tadjoura, 1892.
Tafna, 1506, 1649, 1744, 1880.
Tage, 480, 483, 967, 1700.
T'ai-chan, 574, 582.
Takla-Makan, 1511.
Talandri, 1670.
Talara, 1694.
Talchir, 813.
Taliabou, 1037, 1108.
Tallard, 1849.
Talon, 1473.
Taman, 284, 1663.
Tambov, 706.
Taméti, 1691.
Tamina, 425.
Tamise, 1802.
Tammerfors, 567.
Tampa, 1697.
Tanaro, 1641.
Tanaron, 1630.
Tanay, 1259.
Tandil (Sierra), 379.
Tanger, 1506.
Taormina, 986, 1103, 1205, 1483.
Taoudeni, 780.
Tapajos, 791.
Tar (djebel), 1335.
Tarannon, 649.
Tarantaise, 776, 976.
Tarapara, 377.
Tarascon-d'Ariège, 1827.
Tarcento, 1205.
Tardenois, 1428, 1432, 1448.
Tarija, 644, 1888.
Tarn, 425, 1020, 1065.
— -et-Garonne, 964.
Tarnowi, 1102.
Tarragone, 872.
Tárreja, 1551.
Tarté, 1829.
Tasmanie, 608, 639, 654, 792,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

910, 944, 994, 1558, 1689, 1879.
Tassili des Azdjer, 722, 779.
Tatahouine, 1033.
Tatarovo, 1866.
Tatoi, 894.
Tatra, 464, 982, 1066, 1100, 1324.
Tatta, 1510.
Taubach, 1805.
Tauern, 776.
Taulanne, 1472.
Taunus, 692, 1814.
Tauriques (arcs), 161.
Taurus, 1509.
Taurus (Anti-), 710, 1510.
Taveyannaz, 1475, 1577.
Taya (djebel), 1208.
Taylor, 1352.
Taylorville, 785, 1042, 1073.
Taza, 1652.
Tazeh-kend, 990.
Tchaouda (cap), 1664.
Tchatir Dagh, 1106.
Tchitchali (col de), 1221.
Tchokrak, 1660.
Tchortynia, 1107.
Tchoung-tien-ting, 906.
Tealbry, 1174.
Tébessa, 1272, 1411, 1505.
Tedjen, 1282.
Tegama, 1296.
Tegelen, 1803.
Téhéran, 711, 1686,
Tehuacan, 1226.
Tehuantepec (isthme de), 1698.
Teil (le), 1195.
Teissendorf, 1318.
Tejares (los), 1655.
Tejřowitz, 604.
Tejon, 1413, 1520.
Télégraphe, 974.
Tell, 1268, 1648.
Temassinin, 1279, 1335.
Temiscaming, 585.
Temlouka, 1206.
Tène (la), 1775.
Tenedos, 1870.
Ténès, 1649.
Teniet Couress, 1206.
— -el-Had, 1206.
Tennasserim, 783.
Tennen Gebirge, 885.
Tennessee, 611, 643, 656, 786, 789, 1350.
Teplitz, 1263
Tercis, 1310, 1498.
Terlincthun, 1082.
Termini-Imerese, 1206, 1267, 1483.
Ternera, 993.
Terni, 984, 1102.
Ternifine, 1880.
Terrassa, 1864.
Terre-Neuve, 572, 790, 1872.
Terreur, 29.
Teschen, 1215.
Tessala, 1506.
Tessin, 975.
Tèt, 1854.
Tete, 814.
Tethys, 912, 1115, 1360, 1561, 1733.
Tétouan, 987, 1653.
Teutoburger Wald, 1170, 1232.
Texas, 610, 713, 786, 809, 1109, 1225, 1293, 1352, 1376, 1523, 1706, 1886.
Thaingen, 1841.
Thaleb (bou), 1104.
Thanet, 1424.
Thari, 1681.
Theben-Neudorf, 1672.
Théligny, 1240.
Thenay, 1615, 1774.
Theodosia, 1106, 1664.
Théoulière (la), 1630.
Thera, 265.
Therasia, 265.
Thessalie, 1328, 1501, 1677.
Thévalles (les), 1533.
Thèze, 1849.
Thetys, 726, 816.
Théziers, 1627.
Thiago (San) do Cacem, 967.
Thibet, v. Tibet.
Thiede, 1806.
Thiérache, 1239.
Thiviers, 965.
Thoard, 1253, 1630.
Thodure, 1845.
Thomas (Saint-), 319.
Thomé (Saint-), 1191.
Thônes, 1194.
Thorame-Basse, 1315.
Thorigné, 1615.
Thoune (lac de), 1202, 1478, 1841.
Thousand Creek, 1905.
Thüringer Wald, 245, 795.
Thur, 1818.
Thuringe, 574, 603, 634, 650, 694, 769, 838, 863, 1805.
Tian-Chan, 28, 709.
Tiaret, 1068, 1332, 1648.
Tibet, 529, 724, 816, 901, 1108, 1511.
Tibre, 480, 1904.
Tidikelt, 723, 780.
Tien-chan, 1878.
Tiffarouine, 318, 1744.
Tifrit, 986, 1207.
Tih, 1280.
Tihany, 1673.
Tiilëtou, 1517.
Tijuana, 1694.
Tikenlik, 1264.
Tilemsi, 1355.
Tilloux, 1827.
Tilly-sur-Seules, 958.
Timan, 648, 706. 761, 792.
Timimoun, 780.
Timor (île de), 161, 808, 906. 1037, 1517, 1691.
Tindesset, 657.
Tinée (la), 1096, 1192, 1850.
Tineo, 775.
Tinghert, 1279.
Titechoï, 1497.
Titicaca (lac), 644, 791.
Tiraspol, 1867.
Tirnovo, 1497.
Tivoli, 401.
Tjörnes, 1876.
Tlaxiaco, 1100, 1227.
Todos Santos (baie de), 1290.
Todtes Gebirge, 885, 1066, 1102.
Tödi, 233, 776, 975.
Török-Balint, 1499.
Tofouré, 1518.
Tokod, 1498.
Tokyo, 333, 1692.
Tolède, 1550.
— (monts de), 605.
Tolfa, 1205, 1645.
Toltry, 1658.
Tomachof, 1077.
Tomakovka, 1658.
Tomsk, 708.
Tonga (sillon des), 26.
Tongitar, 782.
Tonkin, 783, 804, 906, 944, 991.
Tonnerre, 1060.
Torcal alto, 1069.
Torer Sattel, 884.
Torgochino, 606.
Torinosu, 1073.
Torquay, 691.
Torralba, 1864.
Torre Colonna, 1862.
Torrejon, 1527.
Torres Vedras, 1065, 1211.
Torridon, 580.
Tortona, 1642.
Toscane, 775, 984, 1067, 1484, 1719, 1860.
Tosterup, 1301.
Totchi, 1221.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Touar-Kyr, 1035, 1071.
Touat, 723,
Toul, 421, 1011.
Toulon, 971, 1021, 1197, 1246.
Toulouse, 1826.
Toungouska, 638, 653.
Touraine, 1163, 1241, 1306, 1613.
Tourane, 991.
Tourasse (la), 1775, 1828.
Tourdan, 1845.
Tourette-sur-Loup (la), 1629.
Tourgaï, 1349.
Tournai, 1617.
Tournières (les), 1849.
Tournus, 1181, 1317.
Tourris, 1246.
Toussieux, 1846.
Tou-ts'un, 582.
Toyjat, 1830.
Trakonaes, 1860.
Traktomiroff, 1493.
Transcaucasie, 1509, 1685.
Transégéen (sillon), 1676.
Transtévérin (Apennin), 1328.
Transvaal, 721, 815.
Transylvanie, 890, 982, 1067, 1102, 1264, 1499, 1669.
Traouliors, 699.
Trapani, 985, 1068, 1482.
Traras, 318, 1032.
Traunstein, 1480.
Traunwand, 1320.
Travancore, 1515.
Travers (val de), 1179, 1258.
Travis Peak, 1226.
Trébizonde, 1577.
Trégorrois, 583.
Tréguier, 492.
Tremadoc, 629, 633.
Tremiti (iles), 1484, 1643.
Trente, 1075.
— -Pas, 1133.
Trentin, 1486.
Trenton, 640.
Tréport, 1802.
Trept, 1051.
Trets, 1410.
Tretto, 883.
Trévise, 1490.
Trévoux, 1714, 1844.
Trichinopoly, 1284, 1342.
Trient, 425.
Trinité (ile de la), 1525, 1698.
— -Victor (la), 1629.
Trinity, 1225.
Tripolitaine, 1278, 1335.
Trisselwand, 1101.
Tristan da Cunha (iles), 30, 322.
Trivières, 1302.
Troade, 1677.
Trochtelfingen, 1715.
Troïtskoé, 1866.
Trombetas (rio), 657, 691.
Trompia (val), 801, 978.
Trouville, 1057.
Trozza, 1647.
Truchère (la), 1846.
Truchtersheim, 1454.
Trugalle (la), 1240.
Truxillo, 1295.
Tschermak (mont), 899.
Tse-tschen, 906.
Tsin-ling-chan, 709, 782, 839.
Tuc de Saumon, 1464.
Tuchořitz, 1715.
Tüffer, 1491, 1639.
Tüna, 1283, 1340.
Türkenschanze, 1717.
Tully, 714.
Tumbez, 1694.
Tunbridge Wells, 1186.
Tung-yii, 582.
Tunis, 204, 987, 1206, 1329,
Tunisie, 210, 249, 428, 873, 889, 987, 1068, 1104, 1206, 1268, 1329, 1411, 1503, 1647, 1726, 1863, 1881.
Tunisien (Sud), 1033.
Turben, 1246.
Turbie (la), 1197.
Turin, 1484, 1640.
Turkestan, 392, 403, 653, 944, 990, 1337, 1511.
Turkmènes - Khorassans (monts), 1220, 1282, 1337, 1685.
Tursac, 1830.
Tuscaloosa, 1224, 1350.
Tutova, 1718.
Tyrol méridional, 384, 838, 880, 978, 1028, 1100, 1486.
— septentrional, 943.
Tyrrhénide, 318, 1740.
Tyrrhénienne (mer), 25, 318, 499.

U

Ubaye, 218, 412, 975, 1024, 1097, 1193, 1847.
Ubstadt, 1536.
Uchaux, 1252, 1313.
Uckermark, 1784.
Uddevalla, 1791.
Udias, 1864.
Ueberlingen, 1841.
Uetzing, 1050.
Uggowitz, 801.
Uggwa, 653.
Uhra Hill, 1221.
Uichteritz, 1805.
Uinta, 1527.
Uitenhage, 1231.
Ulcinj, 1679.
Ulm, 1090, 1632, 1715.
Ultima Esperanza, 1348, 1840.
Union (Fort), 1414.
Unkar, 580.
Unquera, 1864.
Unstrut, 1805.
Untersberg, 885, 1102, 1321, 1481.
Upernavik, 1291.
Upsala, 1795.
— (Gamle), 1788, 1797.
Uri, 1025.
Urmös, 1324.
Ursa, 686.
Urubob, 612.
Usu, 1496.
Utah, 609, 1040, 1527, 1876.
Utcubamba (Rio), 909.
Utica, 640.
Utrecht, 1618.
Utrillas, 1212.
Uvernet, 1474.
Uzès, 1250, 1313.
Uznach, 1842.

V

Vaal, 1890.
Vaast (Saint-), 1302.
Vachères, 1249.
Vache (la), 1904.
Vailly, 1181.
Valachie, 1030, 1105, 1667.
Valaisan (géosynclinal), 1125.
Valangin, 1164.
Valdagno, 1487.
Val-de-Chellas, 1701.
Valdieri, 1473.
Valdrôme, 1191.
Valea Lupului, 1030.
— Mueri, 1216.
Valence, 870, 1021, 1052, 1195, 1212, 1844.
Valenciennes, 833, 1435.
Valentinois, 1193.
Valesacca, 982.
Valfermé, 1258.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Valfin, 1061.
Valladolid, 1718.
Vallebiaja, 1860.
Valleco (monte), 1488.
Vallée (la), 1700.
Vallemagne, 1409.
Vallier (Saint-), 1096, 1249.
Vallorbes, 1180.
Valognes, 942, 958.
Valois, 1428, 1432, 1448.
Valona, 1680.
Valoudayour, 1343.
Vals, 1822.
Valserine, 425.
Valsesia, 977.
Valsolda, 977.
Vama-Strunga, 1030.
Vancouver, 784, 1289, 1346.
Vans (les), 249, 1020.
Vaqueros, 1693.
Var, 800, 871, 1052, 1192, 1245, 1315, 1850.
Varages, 1711.
Varagour, 1342.
Varangerfjord, 598, 616.
Varangeville, 1429.
Varazze, 1485.
Varenna, 880.
Vares, 983.
Varisque (chaîne), 830.
Varna, 1497, 1669.
Vars, 1474, 1850.
Vassy, 1182.
Vatican, 1645.
Vatomandry, 1344.
Vaucluse, 1023, 1190, 1624.
— (fontaine de), 359.
Vaudoises (Alpes), 1194, 1474, 1478.
Vaugirard, 1533.
Vauroux, 1449.
Veit (Sankt-), 1027.
Veitsch, 776.
Velay, 256, 273, 1534, 1741, 1821, 1904.
Velez, 1227.
Venarey, 962.
Vence, 1629.
Vendée, 964, 1615.
Vendenesse, 1015.
Vendsyssel, 1791.
Venern (lac), 1784.
Vénétie, 880, 978, 1214, 1261, 1639.
Vénézuéla, 1227, 1294, 1353.
Vénitiennes (Alpes), 1101, 1205.
Ventenac, 1542.
Ventersdorf, 721.
Ventoux, 1249.
Ventura, 1521.
Vera Cruz, 1992.
Vercors, 1194, 1254, 1315, 1631, 1846.
Verdon, 1193, 1315, 1847.
Vereeniging, 815.
Vérène (Sainte), 1548.
Vergara, 1043.
Vergons, 1191, 1253.
Verkhoïansk, 899.
Vermes, 1712.
Vermilion, 570, 810.
Vermont, 1875.
Vern, 699.
Vernești, 1718.
Vernilza, 1502.
Vernon, 1434, 1812.
Vernoux, 970.
Véronais, 982, 1067, 1101, 1322, 1486.
Vérone, 1486.
Vérossaz, 1842.
Verpillière (la), 963.
Verruca, 799.
Vers-chez-les-Jacques, 1085.
Vert (cap), 1526.
Vervins, 1239, 1531.
Verzenay, 1425.
Vestgötland, 600, 632.
Vésubie, 1850.
Vésuve, 251, 256, 259, 265, 280, 287.
Vettern (lac), 1787.
Veveyse, 1202.
Vexin, 1432.
Veynes, 1023, 1191, 1847.
Veyrier, 1846.
Vézère, 1773, 1829.
Via Mala, 429.
Vianya (val de), 1864.
Viarmes, 1425.
Viborg, 1784.
Viedessos, 1376.
Vicence, 1487.
Vicentin, 505, 982, 1067, 1322, 1487, 1549, 1577, 1639.
Vicoigne, 766.
Vicosoprano, 421.
Victoria, 654, 711, 792, 910, 1891.
— Nyanza, 1727.
Vidin, 1671.
Vienne, 247, 1027, 1318, 1633.
— (département de la), 1615.
Vierge (fosse de la), 26.
— (rocher de la), 1462.
Vieux-Joncs, 1447.
Vigezzo (val), 1852.
Vigilio (cap San), 978.
Viglas, 983.
Vigny, 1406.
Vilafranca, 1655.
Villonneur, 1829.
Villa, 1543.
Villard-de-Lans, 1256.
Villé, 772, 798.
Villedieu, 1307, 1628.
Villefargeau, 1181.
Villefranche, 966, 970, 1020, 1845, 1856.
Villegrains, 1310.
Villejuif, 1807, 1811
Villenauxe, 1434.
Villeneuve-la-Comptal, 1540.
Villeréal, 1539.
Villers-Cotterets, 1438, 1448.
— -le-Lac, 1085, 1179.
— -sur-Mer, 1009.
Villespy, 1466.
Villeveyrac, 1409.
Villiers-Neauphle, 1434.
Vils, 981, 1028, 1066, 1100.
Vincent (Saint-), 972, 1710,
Vindélicien (géosynclinal), 1125.
Vindélicienne (crête), 999.
Vinport, 1213.
Virgal, 806.
Virginie, 789, 810, 912, 1224, 1350.
Virgloria, 877.
Vireux, 688.
Viroflay, 1443.
Visan, 1546, 1625, 1713.
Visé, 765.
Vistule, 1786,
Vit, 1472.
Vitchegda, 1078.
Vitrolles, 1410
Vivarais, 266, 270, 426, 458, 1903.
Vivès, 1408.
Viviers, 1196.
Vizille, 1848.
Vladimir, 1261.
Vladivostok, 809.
Vliermael, 1447,
Vocontienne (fosse), 1087, 1128, 1188, 1250.
Vöklinshoffen, 1817.
Vöslau, 1636.
Vogelsberg, 1716.
Vogtland, 347, 695.
Vogüé, 1190.
Voirons, 1202.
Volano, 1101, 1103.
Volga, 793, 1076, 1171, 1493, 1684.
Volhynie, 1657.
Volo, 1677.
Vologne 1814.
Volonne, 1848.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Voltchia-balka, 1684.
Volterra, 285.
Vorarlberg, 877.
Voreppe, 1625.
Voronej, 706.
Vosges, 244, 520, 574, 701, 751, 772, 797, 838, 864, 867, 961, 1011, 1129, 1813.
— (Basses-), 378, 418, 868.
Vouast (le), 1441.
Voulte-sur-Rhône (la), 249, 1020.
Vouri, 1526.
Vouziers, 1236.
Vraca, 1671.
Vulcano, 258, 282.

W

Waag, 1263.
Wachau, 1834.
Wadern, 797.
Wadhurst, 1186.
Wäggithal, 1200.
Waidhofen a. d. Ybbs, 1027.
Waigatch (île de), 653.
Wai Galo, 1037.
Walbersdorf, 1672.
Waldböckelheim, 1445.
Waldeck, 693.
Waldenbuch, 1818.
Waldenburg, 769.
Waldsee, 1841.
Wallenstadt, 1259.
Walnut, 1293.
Walpen, 1187.
Walton 1620.
Wang, 1259.
Wangen, 1841.
Warcha, 806.
Warnambool, 1891.
Warren, 1874.
Wasatch, 1527.
Washakie, 1527.
Washington, 1109, 1520, 1692, 1906.
Washita, 1225, 1293.
Wast, 1010.
Waterberg, 721.
Weald, 1186.
Weber, 785.
Weilheim, 1837.
Weimar, 1806.
Weinheim, 1445.
Weisenau, 1446.
Weissenberg, 1263.
Weissenfels, 1805.
Wendelstein, 1100, 1805.
Wengen, 881.
Wenlock, 629, 649.
Werder, 1782.
Werfen, 857, 878, 887.
Wernsdorf, 1216.
Werlach, 1835.
Wesenberg, 633.
Weser, 1786.
Weser Gebirge, 863.
Westeregeln, 1444, 1806.
Westerwald, 1716.
Westphalie, 768, 956, 996, 1232, 1300, 1445.
Wetterau, 1446, 1536, 1716.
Wetterstein, 878.
Wettin, 769, 795.
Weybourn, 1777.
Wetzikon, 1839.
Whitecliff Bay, 1439.
White River, 1528.
Wichita, 810.
Wieliczka, 1665.
Wiener Neustadt, 1320.
Wies, 1638.
Wiesbaden, 1446.
Wight (île de), 1186, 1439, 1443, 1532.
Wildenschwert, 1664.
Wildhorn, 1200, 1474, 1478.
Wildkirchli, 1843.
Wildungen, 693.
Wilkie (pointe de), 993.
Willendorf, 1834.
Wiltshire, 1006, 1187.
Wilui, 606.
Wimereux, 492, 1082, 1185.
Wimille, 1082.
Wimmis, 1097, 1260.
Wind River, 1527.
Windgälle, 1477.
Windischgarsten, 1320.
Windisch Graz, 1321.
Windsor Castle, 1287, 1344.
Windsorton, 1890.
Winnipeg, 643, 657, 1875.
Winnipegosis (lac), 1875.
Winterlingen, 1632.
Winzerberg, 1263.
Wipp, 1837.
Wirbelberg, 1093.
Wirvigne, 1057.
Wisby, 647.
Wisconsin, 610, 1872.
Wissant, 1017.
Wissembourg, 828.
Wissenbach, 693.
Witteberg, 722, 815.
Wittelsheim, 1452.
Witwatersrand, 293, 721.
Wladimir, 759.
Woëvre, 1011.
Wolayer Thörl, 653, 704.
Wolfenschiessen, 1202.
Wolfgang (St-), 979, 1102, 1320.
Wollin, 957, 999.
Woolwich, 1426, 1533.
Worobiewo, 1172.
Wou-t'aï, 582.
— -t'aï-chan, 582.
Wu-chan, 783.
Würm, 1769.
Wurzenegg, 1490.
Wychwood, 1006.
Wyoming, 610, 625, 640, 785, 1040, 1112, 1414, 1527, 1705.
Wyville Thomson (seuil de), 67.

X

Xabregas,
Xea Sant' Antonio, 652.

Y

Yablonoï (monts), 1877.
Yaïla, 1106.
Yangui-Hissar, 1511.
Yang-tsé, 607, 616, 638, 782.
Yarkalo, 804.
Yatria, 1107.
Yechiel-Irmak, 1686.
Yellowstone, 285.
Yenangyoung, 1687.
Yenne, 1085.
Yen-tsy-yaï, 607.
Yeovil, 957.
Yeso, 1288.
Yonne, 956, 1015, 1060, 1085, 1181, 1183, 1239, 1305, 1812.
Yoredale, 763.
York (cap d'), 103.
— (péninsule d'), 608.
Yorkshire, 141, 763, 953, 956, 1004, 1056, 1078, 1173, 1234, 1302, 1800.
Yougor, 638.
Yourezan, 707.
Ypres, 1427.
Ys, 492.
Ystad, 1301.
Yucatan, 1698.
Yucatan (fosse du), 25.
Yukon, 1289, 1346, 1519.
Yunnan, 607, 639, 709, 783, 906, 991, 1885.
— -Sen, 709.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Z

Zacatecas, 909, 1110.
Zacharie (Saint-), 1544.
Zaffarine (île), 1744.
Zaffranboli, 1509.
Zaghouan, 987, 1068, 1104.
Zagreb, 1673.
Zambèze, 814.
Zangskar, 1512.
Zante, 893, 1680.
Zanzibar, 1689.
Zarzis, 1864.
Zebingyi, 654.
Zeil, 1839.
Zélande (Nouvelle-), 28, 60, 163, 285, 440, 447, 639, 711, 811, 909, 944, 991, 1038, 1109, 1222, 1288, 1345, 1519, 1691, 1879, 1893.
Zemble (Nouvelle-), v. Zemlia (Nowaia).
Zemlia (Nowaia), 653, 708, 1046, 1107, 1222.
Zewan, 783.
Zillerthal, 1837.
Zimmersheim, 1453.
Zlambach, 886, 980.
Zollhaus, 1632.
Zoombor, 1669.
Zorge, 694.
Zorritos, 1694.
Zoug (lac de), 1842.
Zousfana, 780.
Zovo (monte), 1029.
Zsily, 1669.
Zsombor, 1500.
Zugspitze, 878.
Zululand, 1297, 1355.
Zurich (lac de), 1839, 1841.
Zwickau, 769.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

INDEX DES NOMS D'AUTEURS

FIGURANT DANS LES LISTES BIBLIOGRAPHIQUES

A

Abbot, 434.
Abel, 405, 1748, 1758.
Abich, 845, 1592, 1754.
Achiardi (A. d'), 1589.
Adams (A. Leith), 1907.
— (Frank D.), 236.
— (George J.), 1390.
Adhémar, 509.
Agassiz (Al.), 94.
— (Louis), 469.
Aguilera, 1152, 1381.
Airaghi, 925, 1394.
Alberti (Fr. von), 921.
Alessandri (G. de), 1394, 1749.
Allachverdjeff, 670.
Allemand-Martin, 1749.
Allen, 61.
Almera, 1379, 1750, 1757.
Alth (A. v.), 669, 1150.
Amalitzky, 843.
Ameghino, 1579, 1911, 1920.
Ami, 737.
Ammon (Ludw. von), 741, 924, 1135, 1747, 1915.
Ampferer, 536.
Anastasiu, 926.
Anderson (Frank M.), 1390.
— (Robert), 1593.
— (Tempest), 260.
Andersson (E.-Gunnar), 669.
— (J. Gunnar), 1395.
— (Gunnar), 1909, 1910.
Andreæ, 250, 1584, 1913.
Andrews, 1597, 1754, 1759.
Androussow, v. Andrussow,
Andrussow, 111, 127, 1745, 1751, 1753, 1754, 1918.
Angelis d'Ossat (de), 739.
Anthoula, v. Anthula.
Anthula, 1380, 1385.
Arbenz, 1597.
Arcelin, 1916.
Archangelsky, 1578.
Archiac (d'), 737, 1378, 1387, 1578, 1579, 1585, 1745.
Ardaillon, 927.
Arldt, 536, 564.
Arnaud (H.), 1388, 1392.
Arnold (Delos), 1920.
— (Ralph), 1593, 1594, 1745, 1920.
Arrhenius, 471.
Arthaber (G. von), 740, 921, 924.
Ascher, 1385.
Athanasiu, 1590, 1751, 1757.
Auinger, 1748.

B

Babbage, 191.
Bächler, 1916.
Ballore, v. Montessus de —.
Baltzer, 192, 469, 1915, 1916.
Barrande, 619, 620, 667.
Barrois, 192, 490, 620, 667, 668, 670, 671, 738, 739, 840, 841, 1378, 1380, 1387, 1910.
Baschin, 405.
Bassani, 1385.
Basterot (de), 1745.
Bauer, 405.
Baumberger, 1382, 1384.
Baur, 45.
Beaumont (E. de), 293, 510, 535.
Beck (R.), 293, 405.
Becker (Geo. F.), 312.
Beddard, 62.
Beete-Jukes, 434.
Behrendsen, 1138.
Belgrand, 1911.
Bellardi, 1586, 1748.
Benecke, 739, 844, 923, 924, 925, 1137, 1141, 1145.
Benoist, 1586, 1745.
Berendt, 1908.
Bergeat, 293.
Bergeron, 619, 620.
Bernard, 6.
Berthelin, 1382.
Bertrand (C.-Eg.), 142.
— (Léon), 844, 1380.
— (Marcel), 171, 222, 223, 536, 847, 1598.
Bertschinger, 1145.
Beushausen, 737.
Beyer, 1907.
Beyrich, 741, 845, 1583.
Beyschlag, 841.
Bibbins, 1386.
Bigot, 587, 738, 1136, 1140, 1910.
Billings, 670.
Binkhorst van den Binkhorst, 1392.
Bistram (A. von), 1142.
Bittner, 921, 922, 924, 926, 927, 928, 1589, 1590, 1748, 1753.
Blackwelder, 587.
Blake, 1139.
Blanckenhorn, 923, 1389, 1591, 1592, 1754, 1919.
Blayac, 923, 1384, 1385, 1389, 1394, 1585, 1591.
Bleicher, 1584, 1912.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Blümcke, 470, 471.
Blumer, 1378.
Blytt, 509.
Bodenbender, 741. 846.
Böhm (Aug. von), 470.
— (Joh.), 927, 1141, 1392, 1393.
Boehm (Georg), 845, 1138, 1151, 1386, 1394, 1395.
Böse, 924, 926, 1142, 1144, 1396, 1754.
Böttger, 1593.
Bofill, 923, 750, 1393.
Bogdanowitsch, 740, 1150.
Bogoslowsky, 1150, 1381.
Boistel, 175,1750 5 .
Bonarelli, 1143, 1145, 1388.
Bonjour, 1393.
Bonnet, 1908.
Bonnier, 45.
Bontscheff, 1591.
Borchert, 1755.
Borissjak, 1138.
Bornemann (J.-G.), 620, 922.
Bosniaski (S. de), 1749.
Botti, 564.
Bouillé (de), 1585.
Boulay, 840.
Boule (Marcellin), 279, 370, 404, 846, 1390, 1395, 1595, 1756, 1758, 1759, 1907, 1908, 1913, 1914, 1916, 1917, 1919.
Bourgeat, 1149, 1388.
Bourguignat, 1756.
Bourlon, 1915.
Boursault, 370.
Boussac, 1580, 1582, 1583, 1585, 1586, 1587, 1589, 1591.
Branca, v. Branco.
Branco, 279, 330, 351, 435, 1141, 1757, 1908, 1920.
Branner, 404.
Brasil, 1140, 1144.
Brauns, 1139, 1144.
Breuil, 1914, 1915, 1918.
Briart (A.), 846, 1578.
Briquet, 1911.
Bristow, 1581.
Brives, 1379, 1591, 1750.
Brockmann-Jerosch, 1921.
Broeck (van den), 370, 1392, 1583, 1746.
Brøgger, 192, 312, 510, 667, 668, 1909.
Broili, 845.
Brongniart (Ch.), 841.
— (Al.), 156, 1585, 1588.
Broom, 741.
Brown, 1920.
Browne (Jukes), 126, 1387, 1755.
Brückner, 470, 1915.
Bruder, 1136, 1389.
Brun (P. de), 1137.
Brunhes, 405, 434.
Brusina, 1752.
Bucaille, 1387.
Buch (L. von), 1135, 1377.
Buchan, 70.
Buchanan, 70.
Buckman, 1135, 1140, 1145.
Bücking, 669, 1593.
Bukowski (G. von), 927, 1144, 1753.
Burckhardt, 928, 1138, 1144, 1150, 1378.
Bureau, 739.
Burgerstein, 1753.

C

Cádere, 739.
Calderon, 1385.
Calvert, 1753.
Calvin, 1918.
Campana (D.Del), 1149, 1918.
Campiche, 1377.
Canavari, 670, 1143, 1150.
Caneva, 845.
Capellini, 1139, 1749.
Capitan, 1911.
Caralp, 845.
Carez, 1380.
Carpenter, 586.
Cartailhac, 1915, 1918.
Case, 1390.
Castillo (Ant. del), 1152.
Caullery, 490.
Cautley, 1758.
Cayeux, 111, 370, 587, 927, 1578, 1753, 1910, 1918.
Caziot, 1747, 1917.
Cecchia-Rispoli, 1588.
Cerulli-Irelli, 1917.
Chaix, 405.
Chamberlin, 5, 369, 564, 1907.
Chambers, 509.
Chantre, 1916.
Chapman, 741, 846, 1754.
Chaput, 1913.
Charpy, 1388.
Chartron, 1141.
Chautard, 1594.
Chauvet, 1914.
Chelloneix, 1581.
Chelot, 1387.
Chevalier, 1757.
Chèvremont, 509.
Chilton, 45.
Choffat, 923, 1136, 1140, 1145, 1149, 1379, 1391.
Cholnoky, 405.
Chudeau, 669, 1380, 1391.
Clark, 1386, 1396, 1594.
Clarke, 670, 737, 740, 741.
Cleland, 741.
Clerici, 1917.
Clough, 586.
Cogels, 1746.
Coleman, 587.
Collegno (H. de), 191.
Collet, 127.
Collot, 1136, 1137, 1378, 1388, 1917.
Combes, 1582.
Comment, 1908. 1912.
Contejean, 1149.
Conybeare, 839.
Cook, 1756.
Cope, 1595.
Coquand, 1379, 1383, 1385, 1387, 1394.
Cornet (F.-L.), 846, 1578.
— (J.), 435, 840, 1383, 1387.
Cornish, 405.
Cornuel, 1382.
Corstorphine, 741.
Cossmann, 1141, 1146, 1303, 1579, 1580, 1583, 1584, 1592, 1594, 1745, 1754.
Costa (Pereira da), 1755.
Cotteau, 1135, 1151, 1377, 1578, 1585, 1591, 1594, 1750.
Cotter, 1755, 1756.
Cottreau, 1395.
Couffon, 1595, 1746.
Counillon, 621, 1143.
Courty, 1581.
Cragin, 1152, 1391.
Crammer, 470.
Credner (Herm.), 5, 127, 586, 844.
— (Rud.), 490.
Crick, 1148, 1150, 1391, 1592.
Croll, 509.
Cross (Whitman), 279, 312, 1579.
Cuvier, 22, 1580.

D

Dacqué, 1150, 1380, 1387, 1395.
Dainelli, 1590.
Dall, 1593, 1594, 1754, 1755.
Dal Lago, 1589.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Dalton, 1592.
Dames, 587, 669, 1589.
Dana, 5, 22, 31, 170, 434, 490, 535.
Dareste de la Chavanne, 1591.
Darton, 669.
Darwin (Ch.), 404, 490, 563.
Dathe, 841.
Daubrée, 191, 235, 279, 369.
Dausse, 434.
Dautzenberg, 1745, 1750.
David (Edgeworth), 621.
Davis, 435, 471, 489, 846, 920, 1594.
Dawkins, 1907.
Dawson, 586, 1386.
De Castro, 842.
Déchelette, 1908.
De Geer, v. Geer.
Delafond, 844, 1757.
De Launay, 6, 293, 1753.
Deecke, 668, 925, 1140, 1395.
Delebecque, 470, 1912.
Delgado, 620.
Delesse, 191, 369.
Denckmann, 670, 1140.
Deninger, 1147, 1587.
Depéret, 563, 1388, 1390, 1586, 1595, 1596, 1597, 1745, 1746, 1750, 1754, 1756, 1757, 1758, 1907, 1913, 1917, 1918.
Deprat, 1380, 1592, 1593.
Derby, 843.
Dereims, 620, 1920.
Derwies, 279.
Deshayes, 1580.
Deslongchamps, 1135, 1136, 1146.
Desnoyers, 1906, 1911.
Desor, 470.
Deville (Ch. Sainte-Claire), 293.
Diener, 740, 843, 844, 922, 926, 927, 928, 1143.
Dieulafait, 1139.
Diller, 740, 1380.
Di-Stefano, 1379, 1384.
Dittmar (A. v.), 1139.
Dittmar (W.), 70.
Dixon, 1378.
Döderlein, 1913.
Doelter, 928.
Dollfus (Aug.), 1149.
Dollfus-Ausset, 469.
Dollfus (Gustave-F.), 1392, 1580, 1581, 1582, 1583, 1584, 1595, 1745, 1746, 1755, 1756, 1920.
Dollot, 1583.
Doncieux, 1380, 1586.
Dorlodot (H. de), 738.
Douvillé, (H.), 143, 563, 842, 845, 1146, 1147, 1149, 1377, 1380, 1390, 1396, 1579, 1580, 1584, 1585, 1588, 1590, 1591, 1593, 1594, 1597, 1598, 1745, 1756, 1758, 1907.
Douvillé (R.), 1379, 1386, 1391, 1592, 1745, 1754.
Douxami, 1587, 1747, 1756.
Dreger, 1587.
Drevermann, 738.
Drude, 45.
Drygalsky (E. v.), 469, 510.
Dubois, 1910, 1919, 1921.
Dufet, 235.
Dumble, 1594.
Dumortier, 1141, 1146, 1148.
Duncan, 1390, 1396, 1593, 1594.
Dunker, 1381.
Duparc, 235, 470, 1587, 1598.
Dutton (Cl. Edw.), 260, 351, 434, 535.
Duval-Jouve, 1383.

E

Eastman, 1589.
Ebert, 1583.
Eck, 923.
Edwards, 1580.
Ehlert, 351.
Eldridge, 1593.
Emden, 470.
Emmons (S. F.), 293.
Enderle, 842.
Engel, 1135, 1140.
Engler, 62.
English, 1591.
Ertborn (O. van), 1746.
Etheridge (R.), 619, 621, 668, 669, 846, 1390.
Ettingshausen (C. von), 1596, 1597.

F

Fabiani, 1589,
Fabre (G.), 435, 1136.
— (L. A.), 1914.
Falconer, 1758.
Fallot (J. Emm.), 1378, 1384, 1585, 1745.
Falsan, 1916.
Faurot, 1920.
Favre (Ernest), 1149, 1151.
— (François), 1386.
Fayol, 143.
Feistmantel, 846, 1395.
Felix, 1152, 1393.
Fennema, 1593.
Fichcur, 1379, 1591, 1750.
Filhol, 1595, 1596, 1756.
Finsterwalder, 469, 471.
Fischer (P.), 84, 94, 1592, 1918.
Fisher (Osmund), 1582.
Fitton, 1378.
Flahault, 61.
Flamand, 671, 742, 842, 1919.
Fleury, 1597.
Fliche, 1382, 1584, 1912, 1916.
Flick, 1918.
Fliegel, 842, 1746.
Flusin, 470.
Förster, 1584, 1595.
Fol, 84.
Fontaine, 846, 928.
Fontannes, 1149, 1596, 1747.
Foord, 840, 846.
Forel, 470.
Fouqué, 260, 293, 312, 351.
Foureau, 405, 670.
Fournier, 1380.
Fourteau, 1389, 1754, 1919.
Fox-Strangways, 1135.
Fraas (Eb.), 922, 924, 1138, 1757, 1913, 1920.
— (O.), 1757.
Franchi, 842, 1141.
Frauscher, 1587.
Frantzen, 922.
Frech, 471, 564, 587, 619, 667, 668, 669, 670, 737, 738, 739, 740, 839, 842, 846, 921, 926, 927, 928, 1598.
Fredericq, 84.
Freudenberg, 1920.
Frič, v. Fritsch.
Friedrichsen, 1919.
Fritel, 1581, 1595.
Friedrich, 1596.
Fritsch (Anton), 844, 1388, 1389.
— (Karl von), 841, 1593.
Fromentel, 1151, 1377.
Frosterus, 587.
Früh, 1915.
Fuchs (Ed.), 293.
— (K.), 260.
— (Th.), 156, 1587, 1589, 1590, 1745, 1748, 1749, 1752, 1753, 1754.
Fucini, 1143.
Fugger, 1393.
Futterer, 405, 435, 1138, 1394.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

G

Gabb, 1391.
Gagel, 1578.
Gaillard, 1596.
Gallinek, 1149.
Gardner, 1581, 1582, 1595.
Garnier, 1586.
Garwood, 469.
Gauchery, 1756.
Gaudry, 563, 1754, 1757, 1758, 1914, 1917.
Gauthier (V.), 1387, 1750.
Gautier (Arm.), 127, 330.
— (E.-F.), 669.
Gavelin, 1909.
Geer (G. De), 510, 1909, 1919.
Geikie (Arch.), 5, 279, 510, 586, 737.
— (James), 1906, 1907.
Geinitz (H.-B.), 839, 1378.
— -Rostock (Eug.), 471, 1907, 1921.
Gemmellaro (G.-G.), 845, 926, 1138, 1143, 1152, 1379.
Gentil, 671, 842, 923, 1138, 1147, 1150, 1385, 1591, 1750, 1759.
Gerhardt, 1381.
Gevrey, 1151.
Geyer, 842, 924, 926, 1142, 1151, 1393.
Geyler, 1593.
Gidley, 1756.
Gignoux, 1916, 1917.
Gilbert, 279, 489, 1918.
Gillieron. 1382.
Girardot (L.-A.), 1136, 1145.
— (Alb.), 1136.
Giraud, 1595, 1755.
Girty, 843, 845.
Glangeaud, 1136, 1151, 1759.
Godbille, 1583.
Golfier, 536.
Gomes, 1755.
Gorceix, 1753.
Gorjanovic-Kramberger, 926, 1752.
Gortani, 739.
Gosselet, 620, 737, 840, 847, 1582.
Gothan, 1152.
Gottsche, 620, 1138, 1908, 1909.
Gourret, 1137.
Grand' Eury, 142, 143, 841.
Grandidier, 62.
Grateloup (de), 1745.
Graves, 1580.
Greco, 1143.
Gregory (J.-W.), 469, 1749, 1755.
Gressly, 156.
Griesbach, 843, 927.
Groddeck (A. von), 293.
Grönwall, 1578.
Grossouvre (A. de), 510, 923, 1146, 1377, 1387, 1392, 1396, 1578.
Grubenmann, 192.
Grzybowski, 1754.
Guébhard, 1137.
Gümbel, 127, 142, 924, 1138, 1587, 1747.
Günther, 404.
Gürich, 668, 738, 740.
Guillemain, 1391.
Guillier, 1387.
Gulliver, 489, 490.
Gunn, 586.
Guppy, 1594, 1755.
Gutzwiller, 1584, 1912, 1915.

H

Haeckel, 84.
Hagenbach-Bischof, 470.
Haime, 1579.
Haizmann, 1148.
Hall (J.), 170, 670.
— (T.-S.), 669.
Halle, 846.
Hamann, 45.
Hamelin, 1581.
Hantken (M. von), 1579, 1591.
Harbort, 1391.
Harlé, 1914, 1915, 1917, 1918.
Harmer, 1746, 1921.
Harpe (Ph. de la), 1579, 1585.
Harris, 1593, 1755.
Harrison, 126, 1754.
Hartnagel, 670.
Hatch, 741.
Hatcher, 1579.
Hauer (Fr. von), 926, 1142, 1389.
Haug, 22, 171, 223, 250, 330, 536, 667, 742, 839, 924, 1135, 1136, 1137, 1144, 1150, 1152, 1381, 1384, 1390, 1586, 1598, 1745, 1759, 1907, 1916.
Haupt, 1381.
Hauser, 1914.
Hay, 1395.
Hayden, 669, 1147, 1390.
Healey, 1139.
Hébert, 156, 510, 923, 1135, 1139, 1146, 1383, 1388, 1392, 1394, 1580, 1582, 1585, 1586, 1588.
Hedin, 405, 469.
Heer, 1390.
Heidenhain, 110.
Heierli, 1916.
Heilprin, 62, 1755.
Heim (Alb.), 222, 235, 403, 404, 405, 435, 469, 1378.
— (Arn.), 1378, 1384, 1587.
Hennig, 668, 1392.
Henry, 1139.
Hergesell, 509.
Hermite, 739.
Herschell, 191.
Hess, 469, 470, 471.
Hibsch, 1596.
Hickx, 587, 619, 668.
Hilber, 1748, 1751.
Hill (Robert T.), 1381, 1594.
— (William), 1378, 1387.
Hind (Wheelton), 840.
Hinde, 846.
Hinxmann, 586.
Hise (Ch. R. van), 192, 586.
Hislop, 1395.
Hitzel, 1388.
Hobbs, 351.
Hochstetter (E. W. v.), 1146.
Höfer, 127.
Högbom, 1909.
Hoernes (M.), 1748.
— (Moritz), 1907.
— (R.), 351, 1748, 1750, 1752, 1753, 1915.
Hoff (J. H. van't), 110.
Holland, 405.
Holobek, 1751.
Holub, 1386.
Holzapfel, 737, 738, 740, 841, 1392.
Horne, 586, 668.
Howchin, 621, 846, 1593.
Howe, 840.
Huber, 1912.
Hudleston, 490, 740, 846.
Huene (Fr. von), 922, 923.
Hug, 1141.
Hull (Edw.), 170, 490, 1921.
Hume (W.-F.), 1389, 1392.
Humphreys, 434.
Hunt (Sterry), 192, 586, 619.
Hutton (J.), 22.
Huxley, 563.
Hyatt, 922, 1138.

I

Icke, 1754.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Iddings, 312.
Ihering (H. von), v. Jhering.
Ilovaisky, 1148.
Imkeller, 1393.
Inostranzeff, 587.
Irvine, 111.
Issel, 509, 1588.
Issler, 1140.

J

Jaccard (Fr.), 1137, 1382.
Jack, 1390.
Jacob, 470, 1377, 1384.
Jacobi, 45.
Jacquot, 923, 1586.
Jaekel, 739, 1589.
Jahn (J. J.), 620, 668, 738, 1921.
Jamieson, 510.
Janensch, 1141.
Janet, 370, 1582, 1584.
Jannetaz, 235.
Janyschewsky, 842.
Jaubert, 923, 1141.
Jegerlehner, 469.
Jerosch, 1378.
Jhering (H. von), 62, 1579.
Jimbō, 1390.
Jodot, 1912.
Johnston-Lavis, 260.
Johnstrup, 1756, 1909.
Joleaud (A.), 1384.
— (L.), 1591, 1747, 1750.
Joly (H.), 1136.
Jones (T. Rupert), 1378, 1594.
Joubin, 490.
Jourdy (H.), 1147.
Jousseaume, 1918.
Judd, 260, 1140, 1581, 1583.
Jüssen, 1146.
Jukes-Browne, 1378.
Julien, 841.
Jullien, 1758.

K

Karakasch, 1380, 1385.
Karpinsky, 510, 844, 1590.
Karrer, 1747.
Karsten, 1386.
Katzer, 403, 670.
Kaufmann, 1378, 1747.
Kayser (Em.), 5, 586, 621, 669, 737, 738, 740.
Keeping, 1583.
Keidel, 842, 1152.
Keilhack, 1907, 1909, 1911.
Keller, 370.
Kelly, 126.
Kelvin (Lord), 330.
Kerforne, 668.
Kessler, 1584.
Keyes, 843.
Keyserling (A. von), 619, 669.
Kiaer, 668, 669.
Kilian, 469, 470, 471, 535, 1137, 1141, 1146, 1151, 1377, 1383, 1385, 1387, 1396, 1584, 1587, 1916.
King, 370, 1593.
Kinkelin, 1912.
Kitchin, 1386.
Kittl, 842, 925, 926, 927, 1751.
Kjerulf, 586.
Klaatsch, 1914.
Knipowitsch, 1910.
Knowlton, 1579.
Kober, 1142.
— (Ant.), 1591, 1752.
Koch (F. E.), 1583.
Kœchlin-Schlumberger, 841.
Kœnen (A. von), 841, 922, 1381, 1382, 1391, 1578, 1583, 1590, 1746.
Koert, 1151.
Koken, 845, 925, 926, 928, 1386, 1747, 1758, 1911, 1913, 1919.
Koninck (L. de), 840, 842, 846.
Kossmat, 845, 925, 1389, 1390, 1395, 1396.
Kranz, 1589.
Krejci, 1388.
Krenkel, 1381.
Krischtafowitsch, 1921.
Krotow, 844.
Krumbeck, 1150, 1395.
Kudernatsch, 1147.
Kurowski, 469.
Kurtz, 1144.

L

Lacger (L. de), 471.
Lacroix, 192, 260, 405, 1396, 1921.
Lacvivier (Croisiers de), 1380.
Ladrière, 1911.
Lagorio, 1152.
Lahusen, 1144, 1152.
Lake, 741.
Lakowitz, 1596.
Lallemand, 536.
Lamanski, 668.
Lamarck, 22, 1580.
Lambert, 1149, 1387, 1392, 1583, 1586, 1750.
Lamothe (de), 436, 1750, 1912, 1917, 1918.
Lamplugh, 1150.
Langenbeck, 490.
Langeron, 1595.
Lantenois, 621, 843.
Lapparent (A. de), 5, 6, 143, 293, 351, 471, 535, 536, 564, 1139, 1378, 1383, 1396, 1581, 1908.
Lapworth (Ch.), 222, 619, 667.
— (Herbert), 668.
Larrazet, 1136, 1597.
Lartet, 1907.
Lasaulx (A. von), 260, 351.
Lasne, 1136.
Lasswitz, 1391.
Laube, 925, 1389.
Lauby, 1595.
Laugel, 1911.
Launay, v. De Launay.
Laurent (A.), 1913.
— (L.), 621.
Laville, 1581, 1908, 1911, 1912.
Lawson, 1152, 1920.
Lebedeff, 669, 740.
Le Comte, 170, 435, 510, 536.
Lee (Willis T.), 1152.
Leenhardt, 1378, 1383.
Lehmann (J.), 192.
Leidy, 1756.
Lemière, 142.
Lemoine, 1595.
— (Paul), 62, 1138, 1147, 1149, 1150, 1383, 1390, 1745.
Lendenfeld (R. von), 469.
Lent, 1145.
Leonhard, 1918.
Leppla, 1907, 1912.
Lepsius, 1583.
Leriche, 1578, 1581, 1582, 1586.
Le Royer (A.), 235.
Levallois, 1139.
Leverett, 1918, 1919.
Lévy (A. Michel-), 191, 192, 279, 312, 330, 1759.
— (Albert Michel-), 739, 841, 847.
Leymerie, 1378, 1380.
Liebus, 1394.
Liétard, 923.
Linck, 111, 403.
Linder, 1585, 1745.
Lindgren, 1152.
Lindström, 587, 669, 1148.
Linnarsson, 667.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Lissajous, 1141.
Lisson, 1391.
Loczy (L. von), 587.
Locard, 1759.
Lörenthey, 1752.
Lœwinson-Lessing, 312, 510, 740.
Löwl, 330, 435.
Loftus, 1395.
Logan, 586.
— (W. N.), 1147, 1390.
Lorenz, 620.
Lorenzo (G. de), 926.
Lorié, 1755.
Lorière (G. de), 1385.
Loriol (P. de), 1135, 1145, 1146, 1148, 1149, 1151, 1383, 1384, 1387, 1391, 1396, 1755.
Lortet, 1151.
Lory (P.), 471, 1141, 1146, 1151, 1383, 1586, 1916.
— (Ch.), 1378, 1382.
Lovisato, 739.
Lubbock, 1908.
Lucerna, 1916, 1918.
Lundgren, 1139, 1145, 1147, 1148.
Lugeon, 223, 435, 471, 1137.
Lull, 1579.
Lund, 1920.
Lycett, 1145.
Lydekker, 62, 1758.
Lyell, 5, 1907.

M

Mac Clung, 1390.
— Coy, 840.
— Mahon, 740.
Macovei, 1752.
Macpherson, 620.
Madsen, 1135, 1147.
Maillard, 1151.
Major (Forsyth), 1758, 1917, 1918.
Malaise, 668.
Malaquin, 840.
Mallada, 841.
Mansuy, 621.
Marcou, 839, 1135, 1382.
Margerie (Emm. de), 222, 434.
Mariani, 1394, 1750.
Marinelli, 1394.
Marion, 563, 1595, 1757.
Marr, 619.
Marsh, 1579.
Marshall, 61.
Martel, 370, 405.
Martin (David), 1916.
— (G. C.), 1594.
Martin (Jules), 1139, 1388.
— (K.), 1395, 1593, 1754.
Martelli, 669, 927.
Martonne (E. de), 471, 490.
Marty, 1912.
Mascke, 1144.
Matheron, 1378, 1388, 1579.
Matthew (G. F), 619.
— (W. D.), 1595, 1756, 1920.
Maury, 1592, 1747, 1917.
Mayer-Eymar, 564, 1387, 1587, 1755.
— (Karl), v. Mayer-Eymar.
Mayet, 1756.
Mecquenem, 1758.
Meek, 1147, 1380.
Meneghini, 1142.
Mengaud, 1914.
Menzel, 1757, 1909.
Mercalli, 260.
Merriam, 62, 1594, 1756.
Merrill, 404.
Merzbacher, 469.
Michael, 1395.
Michalet, 1146.
Michalski, 1150, 1382, 1750, 1751.
Michel-Lévy, v. Lévy.
Michelin, 1745.
Michelotti, 1588.
Middlemiss, 1390.
Mieg, 1584.
Milne, 351.
Miquel, 620, 1586.
Mitscherlich, 191.
Moberg, 667, 1140, 1392.
Möbius, 61, 586.
Möricke, 1144, 1151, 1395, 1755.
Moesch, 1148.
Moissan, 330.
Mojsisovics (Edm. — v. Mojsvar), 156, 922, 923, 924, 926, 927, 928, 1137.
Molengraaff, 741.
Monaco (S. A. S. le prince de), 31.
Monke, 620, 1140.
Monterosato (de), 1917.
Montessus de Ballore, 351.
Montmollin (A. de), 1382.
Moore, 1594.
Morin, 1582.
Morlot, 1906.
Morris, 741, 1145.
Mortillet (G. de), 1908.
Morton, 1380.
Moulin, 1382.
Mouret, 844.
Mourlon, 738, 840, 1582, 1746, 1909.
Mrazec, 1590, 1751, 1752.
Müller (Gottfried), 846, 1138, 1391, 1392.
Müntz, 404.
Munier-Chalmas, 370, 564, 1140, 1151, 1396, 1578, 1579, 1586, 1588, 1759.
Munthe, 1908, 1909, 1910.
Murchison, 619, 667, 737, 839.
Murray, 31, 84, 111, 490.

N

Nansen, 31, 70.
Nathorst, 619, 737, 1139, 1147, 1756, 1909.
Naumann, 1920.
Negri, 1589.
Négris, 1918.
Nehring, 1907.
Nelli, 1753.
Neumann, 1381.
Neumayr, 5, 22, 563, 1135, 1138, 1142, 1144, 1146, 1149, 1382, 1386, 1752, 1753.
Newberry, 22.
Newton (E. T.), 1147.
— (R. Bullen), 1150, 1391, 1395, 1592.
Nicholson (Alleyne), 667, 668, 846.
— (John Th.), 236.
Nicklès, 841, 1141, 1144, 1379, 1384.
Nicolis, 1149, 1589
Niedzwiedzki, 1751.
Nikitin, 840, 1144, 1147, 1150, 1378.
Noë (De la), 434.
Noël, 670.
Noetling, 621, 843, 845, 921, 922, 923, 1147, 1386, 1389, 1395, 1583, 1592, 1754.
Nolan, 923.
Nopcsa, 1389.
Nordenskjöld (Erland), 1920.
— (Otto), 471.
Novak, 738.
Nuesch, 1916.

O

Oberholzer, 404.
Obermaier, 1908, 1914, 1915, 1916.
Ochsenius, 110, 127, 143.
Odin, 470.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Œhlert, 739.
Ogilvie-Gordon, 925, 1151.
Oldham (R. D.), 435.
Olivier, 1759.
Oppel, 156, 1135, 1137, 1138, 1140, 1146, 1147, 1150.
Oppenheim, 927, 1588, 1589, 1590, 1591, 1594, 1597, 1745, 1753.
Oppenheimer, 1146, 1148.
Orbigny (Alc. d'), 6, 843, 1135, 1377.
Ortlieb, 1581.
Ortmann, 94, 669, 1152, 1755.
Osborn, 1594, 1595.
Oustalet, 1596.
Owen, 1920.

P

Packard, 45.
Pantanelli, 1749.
Paquier, 1137, 1383, 1385, 1393.
Parat, 1912.
Parent, 1383, 1387.
Pareto, 1588.
Parona, 5, 925, 1141, 1142, 1143, 1145, 1146, 1149, 1384, 1388, 1389, 1394, 1750.
Partsch, 1753, 1913.
Pasquier (L. du), 1915.
Passarge, 435, 922.
Paul, 1752.
Paulcke, 1381, 1395.
Pavlow (A. P.), 1148, 1150, 1151, 1381, 1590.
— (M.), 1918.
Peach, 586, 668.
Pellat, 1139, 1149, 1151, 1383, 1585.
Pellati, 842.
Penck, 6, 31, 435, 471, 509, 846, 1908, 1914, 1915, 1916, 1920.
Penecke, 739, 740, 1588, 1591, 1753.
Peron, 1149, 1379, 1382, 1383, 1387, 1393, 1750.
Pervinquière, 1379, 1918.
Peters, 1393.
Pethö, 1394.
Pettersen, 509.
Petraschek, 1389.
Peyrot, 1745.
Pfeffer, 62.
Philippi (E.), 921, 922, 925, 1909.
Philippson, 435, 490, 1142, 1591.
Phillips (John), 738.
— (William), 839.
Piaz (G. Dal), 1138.
Pictet, 1377, 1383, 1384, 1388.
Piette, 1915.
Pilar, 351.
Pilgrim, 1758.
Pillet, 1151.
Piroutet, 928.
Pirsson, 279, 312.
Pissarro, 1580, 1584, 1592.
Piwowar, 404.
Pjetturs, 1919.
Playfair, 22.
Pochet, 370.
Pocta, 668.
Pohlig, 1907, 1908.
Pomel, 1379, 1750, 1919.
Pompeckj, 405, 620, 667, 1136, 1139, 1141, 1143.
Ponzi, 1749.
Popescu-Voiteşti, 1590.
Popovici-Hatzeg, 1146, 1147, 1389.
Portis, 1911, 1916.
Post (L. von), 1910.
Potonié, 127, 142, 563, 839, 844,
Powell, 435.
Prado (Casiano de), 620.
Prestwich, 1581, 1746, 1910.
Prever, 1580.
Prévost (Constant), 260, 535.
Price (Hilton), 1387.
Prinz, 1142.
Præscholdt, 922.
Prosser 845.
Pruvot, 84, 94, 1918.
Purves, 840, 1755.

Q

Quaas, 1395, 1579.
Quenault, 509.
Quenstedt, 1135.

R

Rabot, 470.
Raciborski, 1143.
Racowitza, 45.
Ramann, 142.
Ramond, 1582, 1583.
Ramsay (A. C.), 471.
Ramsay (W.), 510, 587, 1910, 1921.
Ransome, 250.
Raspail, 1145, 1582.
Raulin, 1745.
Ravn, 1594.
Raymond, 740.
Reade, 535, 536.
Reboul, 1396.
Reck, 1921.
Redlich, 621, 1393, 1394.
Reed (Cowper), 669, 741.
Regnard, 84.
Rehbinder, 1386.
Reichenau (W. v.), 1913.
Reid, 470, 1581, 1746, 1908.
Reis, 924, 1393, 1587.
Renard (A. F.), 111, 619.
Renault, 142, 841, 844.
Renevier, 156, 564, 1378, 1383, 1586.
Renz, 927, 1138, 1142, 1143.
Repelin, 923, 1137, 1388, 1393.
Retowski, 1152.
Reusch, 587, 668, 1909.
Reuss, 1393, 1589, 1590, 1751, 1757.
Reuter, 1144.
Révil, 1151, 1587.
Reynès, 1141.
Riaz (A. de), 1141, 1148, 1393.
Richardson, 670.
Riche, 1145.
Richter (E.), 469, 470, 471.
Richthofen (F. von), 6, 587, 925, 1593.
Rinne, 6.
Ritter, 1587, 1598.
Robert, 1918.
Rodler, 1758.
Roemer (Ferd.), 670, 841, 843, 923, 1380, 1751.
— (Fr. Ad.), 1378.
Rogers (A. W.), 741.
— (H. D.), 222.
Rolland, 405.
Rollier, 1149, 1388, 1584.
Roman, 1137, 1383, 1596, 1745, 1755.
Romanowski, 1592.
Rosenbusch, 6, 191, 192, 312.
Roth (S.), 1144.
Rothpletz, 236, 536, 845, 924, 1137, 1389, 1756, 1911.
Roule, 1579.
Roux (W.), 1388.
— 1591.
Rouyer, 1149.
Rovereto, 1588.
Rowe, 1392.
Royer, 1149.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Ruedemann, 667, 669, 670.
Russell, 403, 436, 469, 928, 1918.
Rütimeyer, 434, 1587.
Rutot, 1392, 1908, 1910, 1911.

S

Sabatier, 293.
Sabatini, 1921.
Sacco, 536, 1588, 1748, 1749.
Salisbury, 5.
Salomon, 471, 925.
Salter, 741,
Sandberger (Fr.), 293, 738, 1583, 1595.
— (Guido), 737.
Saporta (G. de), 563, 1135, 1377, 1595, 1596, 1757.
Sarasin (Ch.), 1384.
— (E.), 84.
Sardeson, 619.
Sargent, 587.
Sarran d'Allard, 1388.
Sartorius von Waltershausen, 260.
Sauer, 1907.
Sauvage, 841, 844.
Savornin, 1747, 1750.
Sayn, 1383, 1384, 1757.
Schad, 1747.
Schaffer, 1748, 1749, 1752.
Schardt, 1146.
Scharff, 1920.
Scheerer, 191.
Schellwien, 842, 843, 844, 845, 1144.
Schenck, 587.
Schimper (A. F. W.), 45.
— (W. Th.), 841.
Schlippe, 1145.
Schlœsing, 70, 404.
Schlosser, 926, 1140, 1151, 1379, 1393, 1597, 1757, 1758.
Schlüter, 1377, 1391.
Schmalhausen, 844.
Schmidt (C.), 404.
— (Fr.), 668. 1390.
— (M.), 922, 1149, 1913.
— (R. R.), 1913.
— (W.), 1393.
Schmierer, 1151.
Schmitz, 142, 1383.
Schnarrenberger, 1389.
Schöndelmayer, 1384.
Schœtensack, 1913.
Scholz, 1592.
Schott, 31, 70.
Schrœder, 1392, 1909, 1913.
Schubert, 1590, 1592.
Schuchert, 669, 737, 740, 1386, 1396.
Schumacher, 923, 1912, 1913.
Schwager, 587.
Schwalbe, 1913.
Schwarz (E. H. L.), 741.
Schwerz, 1916.
Scott, 1756, 1759.
Scrope (Poulett), 260, 279.
Scudder, 1595.
Scupin, 737, 841.
Sederholm, 192, 587, 1909.
Sedgwick, 619, 737.
Seebach (K. von), 1135.
Seguenza, 1389, 1749.
Seidlitz (W. von), 1151.
Selenka, 1919.
Semenow (P. v.), 841.
— (W. P.), 1138, 1386.
Semper (Karl), 84.
— (Max), 1597.
Sernander, 1909.
Seunes, 1380, 1392.
Seward, 741, 846.
Shaler, 142, 404.
Sharpe, 741.
Sibirtzew, 404, 843.
Sieberg, 351.
Sieger, 510.
Siemiradzki, 670.
Simionescu, 739.
Simonelli, 1753, 1756.
Sinclair, 1759.
Sinzow, 1386.
Sirodot, 1911.
Sjögren, 1918.
Skeat, 1135.
Skuphos, 924.
Slichter, 370.
Smith (J. Perrin), 563, 839, 843, 922, 928.
— (W.), 156.
Söhle, 1388.
Sokolow, 405, 1590, 1751, 1918.
Solger, 1391.
Sollas, 45, 563, 1908.
Solms-Laubach (H. Graf zu), 1144.
Soyka, 370.
Spencer (J. W.), 490.
— (Baldwin), 1597.
Speyer, 1583.
Spring, 236.
Stache, 670, 842, 844, 1579, 1590.
Stanton, 1152, 1380, 1386, 1390, 1579.
Stefanescu (Sabba), 1751.
Stefani (C. De), 739, 842, 1389, 1745, 1749, 1917.
Stefanini, 1749.
Stefano (G. de), 1917.
Stehlin, 1595, 1596, 1597, 1756, 1757, 1913, 1914.
Steinmann, 6, 563, 669, 740, 1138, 1140, 1142, 1144, 1145, 1381, 1386, 1391, 1395, 1754, 1755, 1907, 1908, 1912, 1913, 1919.
Stella, 842.
Stelzner, 293.
Steno, 22.
Stephens, 846.
Stevenson (John J.), 843.
Steuer, 1144, 1583.
Stolley, 1381, 1392, 1582.
Stremooukhoff, 1147.
Stoliczka, 1377.
Stoppani, 925, 1139.
Strahan, 619, 1581.
Stromer, 1759.
Stombeck (A. von), 1387.
Struckmann, 1149, 1150, 1381.
Struve, 839.
Stuber, 1140.
Stuckenberg, 740.
Studer (B.), 564.
— (Th.), 1757.
Stur, 841, 924, 928.
Suess (Fr. E.), 1748.
— (Ed.), 6, 171, 223, 293, 351, 509, 535, 536, 740, 844, 1137, 1138, 1588, 1757.
Supan, 6, 31, 171.
Surell, 434.
Szajnocha, 1391.

T

Tate, 1139.
Tausch (L. — von Glœckelsthurn), 1142, 1394, 1750.
Tawney, 1583.
Teall, 586, 1147.
Teisseyre, 1144, 1388, 1751, 1752.
Teller, 927, 1589, 1753.
Tellini, 1588.
Termier, 192, 924, 1584.
Thevenin, 1136, 1144 1390, 1395.
Thiriet, 1140.
Thomas (H.), 1581.
— (Ivor), 741.
— (Ph.), 1370, 1758.
Thomson (Sir William), 330.
Thoroddsen, 330.
Thoulet, 70, 404.
Thürach, 922.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Thurmann, 223.
Tietze, 435, 1138.
Tobler, 1137, 1384, 1593.
Törnebohm, 536, 587.
Toll (E. von), 620, 668, 670, 842, 1919.
Tombeck, 1149, 1387.
Tommasi, 925, 926, 1394.
Toniolo, 1590.
Toucas, 1137, 1151, 1377, 1378, 1388.
Toula, 840, 843, 927, 1149, 1159, 1385, 1748, 1755.
Tournouër (A.), 1597.
— (R.), 1584, 1585, 1586, 1745, 1747, 1912.
Tornquist, 841, 923, 924, 925, 926, 1147, 1587, 1592, 1596.
Trabucco, 1749.
Trautschold, 839.
Trauth, 1141, 1142.
Tribolet (de), 1388.
Tschernow, 844.
Tschernyschew, 740, 839, 840, 927.
Tscherski, 1919.
Tullberg, 619.
Turner, 1152.
Tylor, 490.
Tyndall, 469.

U

Uhlig, 924, 1136, 1138, 1142, 1146, 1152, 1381, 1382, 1384, 1385, 1394.
Ulrich (Arnold), 741.
— (E. O.), 669.
Upham, 1919, 1921.
Ussing, 1909.

V

Vacek, 1142, 1379, 1381, 1757.
Vadasz, 1142.
Vaffier, 841.
Vallot (Mme Gabrielle), 470.
— (J.), 470, 471.
Vasseur, 1388, 1579, 1584, 1585, 1596.
Vélain, 260, 844.
Verbeek, 1593.
Verchère, 1914.
Verneau, 1917.
Verneuil (E. de), 619, 620, 737, 739, 839, 1385.
Verri, 1143.
Vetters, 1151, 1753.
Vidal, 1380, 1394, 1591, 1597.
Vieillard, 1392.
Viguier, 1747.
Villeneuve (L. de), 1917.
Villot, 1579.
Vinassa de Regny, 1589.
Vincent, 1746.
Viré, 45.
Virgilio, 471.
Virlet d'Aoust, 191.
Vogdt (C. de), 927, 1147, 1590.
Volz, 921, 928, 1918, 1919.
Vredenburg, 1390, 1395, 1592.

W

Waagen (L.), 536, 921.
— (W.), 156, 563, 845, 846, 922, 928, 1135, 1138, 1147.
Wähner, 1142.
Wagner (Rich.), 922.
Wahnschaffe, 1908, 1909.
Walcott, 587, 619, 621.
Wall, 1396.
Wallace, 61.
Waltershausen (Sartorius v.), 260.
Walther (Joh.), 70, 84, 110, 111, 250, 404, 490, 563, 1151, 1920.
Wanderer, 1136.
Wanner, 928, 1579.
Ward, 1377, 1386.
Warming, 61.
Washington, 312.
Watelet, 1595.
Weber (Max), 62.
Weed, 279.
Weerth, 1382.
Wegner, 1392.
Weinschenk, 236.
Weiss (Arthur), 1911.
— (Ch. E.), 841.
Weithofer, 1758, 1917.
Weller (Stuart), 670, 843.
Welsch, 1136, 1150, 1750.
Wenjukoff, 670, 740.
Wepfer, 1587.
Werner, 563.
Werveke (L. van), 844, 923, 1584, 1912.
Wettstein (A.), 235.
— (R. v.), 1915.
Whidborne, 738.
White (D.), 1386, 1396.
— (Charles A.), 845, 1144, 1380, 1391.
— (J. C.), 846.
Whiteaves, 440, 928, 1380, 1386, 1391, 1395, 1396.
Whitfield, 1396.
Wiechmann, 1583.
Williams (H. Shaler), 564.
— (Henry S.), 737, 741, 843.
— (W.), 1910.
Willis (Bailey), 111, 222, 587, 1593.
Wilson (E.), 1140.
Wilckens, 1381, 1395, 1579, 1755.
Williston, 1390, 1920.
Wiman, 669.
Winogradsky, 404.
Wöhrmann (S. v.), 924, 925, 927.
Wohlgemuth, 435, 1145.
Woldrich, 1913.
Wolff (W.), 1587, 1592.
Wollemann, 1381, 1392.
Wood (Searles V.), 1580, 1747.
Woods (Henry), 741, 1396.
Woodward (Henry), 621.
— (Horace B.), 1135.
— (R. S.), 510.
— (Smith), 846, 1758.
— (S. P.), 94.
Wortmann, 1595.
Wright (Th.), 1140.
Würtenberger (Fr. J. u. L.), 1148.
Wüst, 1910.
Wunsdorf, 1140, 1746.

Y

Yabe, 845, 1390.
Yokoyama, 1144, 1390.
Yoshiwara, 1593.

Z

Zaccagna, 842.
Zeil, 842.
Zeiller, 563, 840, 841, 842, 844, 845, 846, 928, 1135, 1139, 1143.
Zeise, 1151.
Zekeli, 1393.
Zigno (A. de), 1589.
Zirkel, 6.
Zittel (K. von), 6, 925, 1151, 1389, 1393, 1591.
Zlatarski, 1138, 1385, 1389, 1394, 1752.
Zürcher, 222, 1146.
Zugmayer, 1139.
Žujović, 1385.
Zumoffen, 1390.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

TABLE DES FIGURES ET CARTES

FIG. 1. Couches redressées 14
— 2. Coupe à travers le Jura bernois et soleurois, montrant des alternances de plis anticlinaux et synclinaux (d'après J.-B. Greppin) 15
— 3. Exemple de carte géologique : la région des Plateaux primaires entre Namur et Mézières, d'après la Carte géologique de la France au 1 : 1.000.000. 17
— 4. Discordance des terrains paléozoïques sur les formations antérieures. Grand Cañon du Colorado, d'après W. H. Holmes, *in* Dutton. 19
— 5. Esquisse bathymétrique des Océans (d'après John Murray, A. Supan et la carte de S. A. S. le Prince de Monaco). 26-27
— 6. Carte bathymétrique de l'océan Arctique (d'après Fr. Nansen). 27
— 7. Coupe schématique de l'océan Pacifique suivant 20° lat. S. . . . . Id. de l'océan Atlantique et de l'océan Indien suivant 24° lat. S. . . . 28
— 8. Coïncidence approximative des zones de végétation et des zones climatiques (d'après A. Supan) 47
— 9. Régions zoologiques actuelles (d'après R. Lyddeker). 53
— 10. *Epiceratodus Forsteri*. Dipneuste de Tasmanie (d'après Günther) 59
— 11. *a*, *Epiceratodus Forsteri*. Face inférieure du crâne, Tasmanie (d'après Günther); *b*, *Ceratodus runcinatus*. Dent palatine. Trias du Wurtemberg (d'après Zittel) 60
— 12. Coupe transversale du seuil Wyville Thomson, dans l'Atlantique Nord, montrant la répartition des températures sur ses deux versants (fig. empruntée à Pruvot). 67
— 13. Schéma représentant la direction des courants marins dans un océan (d'après Krümmel) 69
— 14. *Globigerina bulloides*. Foraminifère perforé planctonique (d'après John Murray). 72
— 15. Balane. Type de Crustacé fixé (Manche) 74
— 16. *Itieria Cabanetiana* (Nérinéidé). Groupe Oolithique moyen (d'après d'Orbigny). 75
— 17. *Aucella mosquensis*. Lamellibranche du groupe Oolithique supérieur des régions boréales. Moscou (d'après Zittel) 79
— 18. *Conocoryphe Sulzeri* Schloth. Cambrien moyen; Jince, Bohême; aveugle (d'après Barrande). 81
— 19. *Trinucleus ornatus* Sternb. Ordovicien; Trubin, Bohême; aveugle (d'après Barrande). 81
— 20. Yeux cyclopiques : *a*, *Æglina prisca* Barr. Ordovicien, Sancta Benigna, Bohême; *b*, Id., Vosek; *c*, *d*, *Æglina armata* Barr., environs de Leiskow (d'après Barrande). 82
— 21. *Lithothamnium racemus*. Mers actuelles (d'après Joh. Walther). 82
— 22. *Corbis lamellosa*. Coquille perforée par un Mollusque carnassier. Calcaire grossier, Liancourt (Oise) 83
— 23. Coupe schématique à travers les régions bionomiques du milieu marin. 88
— 24. Frustules de *Chætoceras dispar*, Diatomée marine (d'après Joh. Walther). 102

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

FIG. 25. Coccosphère (d'après J. Murray) 103
— 26. Rhabdosphère (d'après J. Murray) 103
— 27. *a*, *Heliosphæra echinoides*; *b*, *Acanthometra Mülleri*. Squelettes de Radiolaires (d'après J. Murray) 106
— 28. Nodule d'oxyde de manganèse provenant de l'argile rouge abyssale (d'après John Murray). 117
— 29. Concrétion de pyrite. Craie sénonienne du Bourg-d'Ault (Somme) . . . 123
— 30. Rhizomes de *Taxodium distichum*. Dismal Swamp (d'après N. S. Shaler). 131
— 31. Forêt fossile de l'époque Carbonifère. Au Trève, près Saint-Étienne (d'après Grand'Eury). 138
— 32. Détails des ramifications de la « Grande-Couche » de Commentry au Puits Saint-Augustin (d'après H. Fayol). 139
— 33. Synchronisme de deux couches de faciès différent, établi au moyen des couches identiques qui se trouvent au-dessous et au-dessus 146
— 34. Coincement d'une dolomie récifale dans les couches marneuses de Saint-Cassian (Trias moyen). Le Sett Sass vu de la Montagna di Castello, Tyrol méridional (d'après E. von Mojsisovics) 147
— 35. Répartition des sédiments dans les océans actuels (d'après John Murray et A. F. Renard) 155
— 36. Schéma de géosynclinal 159
— 37. Géosynclinaux de l'ère Secondaire et aires continentales anciennes. . . 162
— 38. Schéma de géosynclinal dédoublé, avec géanticlinal médian 164
— 39. Les fosses de la Sonde, géosynclinal dédoublé par un géanticlinal médian (d'après Supan). 165
— 40. Isogéothermes dans le massif traversé par le tunnel du Saint-Gothard (d'après Alb. Heim). 180
— 41. Plongée des couches d'un géosynclinal dans des régions à température de plus en plus élevée. 180
— 42. Apophyse du granite amphibolique de Cauterets dans les schistes et calcaires du Carbonifère inférieur (d'après A. Bresson) 182
— 43. Coupe schématique de la région des contacts du granite du Hohwald avec les schistes de Steige (d'après H. Rosenbusch). 183
— 44. Coupe du contact du granite du Hohwald (Alsace) et des schistes de Steige (d'après H. Rosenbusch). 183
— 45. Granite à hornblende passant à la diorite. Haute vallée de Laurenti, Ariège (d'après A. Lacroix). 186
— 46. Mode d'intrusion des massifs granitiques de Quintin et de Moncontour (Côtes-du-Nord) dans le bassin carbonifère de Corlay (d'après Ch. Barrois) 187
— 47. Carte schématique du massif de Caulnes (Côtes-du-Nord), montrant la digestion des schistes siluriens et la persistance des bandes gréseuses dans le granite (d'après Ch. Barrois). 188
— 48. Coupe schématique expliquant la transformation du fond d'un géosynclinal 189
— 49. *a*, Pli droit; *b*, Plis déjetés; *c*, Plis déversés. Coupes transervales. . . . 195
— 50. *a*, Pli couché; *b*, Pli retourné; *c*, Faux anticlinal et faux synclinal. . . 196
— 51. *a*, Pli isoclinal; *b*, Anticlinal en éventail avec noyau étranglé; *c*, Synclinal en éventail avec noyau étranglé 197
— 52. *a*, Pli avec flanc inverse étiré; *b*, Pli-faille 198
— 53. Chevauchement ou charriage. 198
— 54. Régime isoclinal. 199
— 55. Régime imbriqué 199
— 56. Empilement de plis couchés du mont Joli, près Saint-Gervais-les-Bains, Haute-Savoie (d'après M. Bertrand et E. Ritter) 200
— 57. Coupe transversale des Alpes de Glaris (d'après M. Lugeon). 201
— 58. Éventail composé (d'après E. de Margerie et A. Heim). 202
— 59. Éventail composé inverse (d'après E. de Margerie et A. Heim). 202
— 60. *a*, Surface structurale d'une couche plissée; *b*, Carte géologique de la même région plissée, supposée nivelée 203
— 61. *a*, Surface structurale d'une région de plis à terminaisons périclinales; *b*, Carte géologique de la même région supposée nivelée 204

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

FIG. 62. *a*, Surface structurale d'un dôme; *b*, Surface structurale d'une cuvette. 204
— 63. Surface structurale d'un brachyanticlinal dissymétrique. 205
— 64. *a*. Plis déviés représentés en plan; *b*, Décrochement horizontal affectant deux plis parallèles ultérieurement nivelés. 206
— 65. Décrochements multiples affectant un même pli 206
— 66. *a*, *b*, *c*, *d*, Divers modes de raccordement de deux plis. 207
— 67. L'arc du Séistan, exemple de guirlande de l'Asie méridionale (d'après Vivien de Saint-Martin et Fr. Schrader). 208
— 68. Extension des zones de plissement en Europe (d'après E. Suess, Marcel Bertrand, J. J. Sederholm, E. Haug) 209
— 69. *a*, Virgation; *b*, Faisceau amygdaloïde; *c*, Relaiement d'un faisceau de plis par un autre. 210
— 70. Ondulations longitudinales des axes de trois plis appartenant à un même faisceau, projetés sur un même plan vertical. 210
— 71. Coupes transversales à travers un faisceau de plis subissant successivement une surélévation et un ennoyage. 211
— 72. Oscillations longitudinales de l'axe d'un pli du massif des Grandes-Rousses (d'après P. Termier) 211
— 73. Carte des plis des massifs des Grandes-Rousses et du Pelvoux (d'après P. Termier). 212
— 74. Carte schématique donnant l'extension actuelle des nappes de charriage de l'Embrunais et de l'Ubaye 212-213
— 75. Reproduction expérimentale de plissements, par compression latérale de lames de plomb amincies au centre ou vers l'un des bords (d'après Daubrée 214
— 76. *a*, Anticlinal érodé; *b*, Le même plus accentué et chevauché, les forces tangentielles et les agents atmosphériques continuant leur œuvre (d'après Bailey Willis). 215
— 77. Plissements dysharmoniques dans les Bauges, Savoie (d'après M. Lugeon). 216
— 78. *a*, Pli isoclinal replissé; *b*, Plis couchés replissés; *c*, Pli replié en cascade. 218
— 79. Discordance d'une série horizontale sur une série plissée permettant de déterminer l'âge maximum du plissement 219
— 80. Superposition de deux systèmes de plis d'âge différent, la direction de la poussée restant la même dans les deux phases orogéniques. . . . 220
— 81. Rencontre de deux systèmes de plis de direction et d'âge différents . . 221
— 82. Carte schématique du champ de fractures de Banon, Basses-Alpes (d'après W. Kilian) 225
— 83. Lame de glace maintenue dans un étau et soumise à une torsion au moyen d'un tourne-à-gauche (d'après Daubrée). 226
— 84. Formation de plans de schistosité uniformément inclinés dans une série plissée. 227
— 85. Prisme de cire à mouler soumis à l'action de la presse hydraulique, suivant le sens vertical (d'après Daubrée). 228
— 86. Galets écrasés des alluvions sous-glaciaires de Saint-Fons (Rhône). . . 229
— 87. Ammonite étirée (*Cœloceras Bayleanum*), série Oolithique inférieure (Bajocien), Chalets d'Arsine, près Villars-d'Arène (Hautes-Alpes) 230
— 88. Trilobite (*Illænus giganteus*), schistes ardoisiens siluriens d'Angers . . . 231
— 89. Bélemnites tronçonnées, marnes oxfordiennes. Frette de Sailles, Alpes Vaudoises (d'après Alb. Heim). 232
— 90. Plis-failles microscopiques (pseudo-clivage) dans la dolomie triasique du Tödi (d'après A. Heim). 233
— 91. Production de la structure schisteuse et concentrique dans l'argile (d'après Daubrée). 234
— 92. Flexures représentées en coupes transversales 238
— 93. Divers types de failles affectant des couches horizontales 238
— 94. Variation dans l'inclinaison des couches de part et d'autre d'une faille. 239
— 95. *a*, faille conforme; *b*, faille contraire 240
— 96. *a*, failles en escalier; *b*, failles à rejet compensateur 240
— 97. Intersection de trois failles avec surface topographique. 241
— 98. Faille ramifiée (d'après E. de Margerie et A. Heim) 242
— 99. *a*, horst; *b*, fossé (coupes schématiques). 242

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

FIG. 100. Coupe transversale (W.-E.) du fossé de la vallée du Rhin (d'après L. van Werveke). . . . 243
— 101. Carte schématique du fossé de la vallée du Rhin (d'après E. Schumacher). 244
— 102. Failles conjuguées. . . . 245
— 103. Le horst du Thüringerwald et ses failles bordières (d'après R. Lepsius et C. Regelmann) . . . 246
— 104. Failles périphériques et failles radiales d'un effondrement circulaire (d'après E. de Margerie et A. Heim) . . . 247
— 105. Formation de la vallée du Rhin (d'après A. Andreæ). . . . 249
— 106. Coins surélevé et abaissé par refoulement latéral (d'après E. de Margerie et A. Heim) . . . 250
— 107. Carte de l'île de la Réunion (cliché Ch. Vélain). . . . 262
— 108. Cratère terminal du piton de la Fournaise, île de la Réunion (d'après Ch. Vélain). . . . 263
— 109. Ile Saint-Paul (d'après les levés hydrographiques de MM. Mouchez et Turquet de Beauregard en 1874, par M. Ch. Vélain) . . . 264
— 110. Ile Saint-Paul, vue prise par le travers de la Roche Quille à un mille du bord (croquis de M. Ch. Vélain) . . . 265
— 111. Cratère du Kilauea (îles Sandwich), vue prise de Volcano House (d'après Dutton). . . . 267
— 112. Coupes schématiques de trois types de cônes volcaniques . . . 269
— 113. Coupes du massif du Mont-Dore (d'après Michel-Lévy) . . . 270
— 114. Jet de lave à la surface d'une coulée (*hornito*) du Mokua-Weo-Weo, Hawaï (d'après Dana) . . . 272
— 115. Plan d'un *neck* de petites dimensions, Saint-Monans, Fife, Écosse (d'après A. Geikie) . . . 273
— 116. Coupe de trois necks qui traversent des couches carbonifères. Cairns Mill près St-Andrews, Fife, Écosse (d'après A. Geikie) . . . 274
— 117. Coupe d'une fissure remplie par un agglomérat de produits d'origine interne et de fragments des grès encaissants. Rock and Spindle, près St-Andrews, Écosse (d'après A. Geikie). . . . 274
— 118. Trois coupes schématiques de laccolithes (d'après Gilbert). . . . 276
— 119. Coupe du laccolithe d'Anthracite Range, Elk Mountains (d'après Whitman Cross). . . . 277
— 120. Coupe théorique du laccolithe des La Plata Mountains, Colorado (d'après Whitman Cross) . . . 277
— 121. Coupe du laccolithe de Shonkin Sag. Highwood Mountains, Montana (d'après L. V. Pirsson) . . . 279
— 122. Filon concrétionné, fosse Churprinz près Freiberg, Saxe (d'après Weissenbach) . . . 291
— 123. Plan d'ensemble des filons de Freiberg (Saxe) . . . 292
— 124. Cristallites et trichites d'une obsidienne de Milo (Grèce), vus à un grossissement de 500 diamètres (d'après Fouqué et Michel-Lévy) . . . 298
— 125. Andésite (porphyrite) labradorique à pyroxène. Belfahy (Vosges), en lumière polarisée (dessin de M. Ch. Vélain). . . . 299
— 126. Basalte de Murat (Cantal), en lumière polarisée (dessin de M. Ch. Vélain). 300
— 127. Labradorite d'Essay-la-Côte (Meurthe-et-Moselle) en lumière polarisée (dessin inédit de M. Ch. Vélain) . . . 301
— 128. Pegmatite; Saint-Nabor (Alsace), en lumière polarisée (dessin de M. Ch. Vélain). . . . 302
— 129. Cratères du Laki, en Islande, jalonnant une ligne de fracture sur une longueur de 24 km (d'après Helland). . . . 314
— 130. Carte schématique des volcans de Gravenoire, de Charade et de Beaumont, près Clermont-Ferrand (d'après Ph. Glangeaud) . . . 315
— 131. Coupe à travers les volcans de Charade, de Gravenoire et de Beaumont (d'après Ph. Glangeaud). . . . 316
— 132. Carte montrant la distribution géographique des volcans et leurs relations avec la zone des plissements tertiaires et les grandes fractures (d'après Berghaus, Neumayr, Michel-Lévy, etc.). . . . 317
— 133. Carte tectonique de l'Islande, indiquant les relations des centres éruptifs avec les cassures (d'après Th. Thoroddsen). . . . 320

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

FIG. 134. Modèle d'une partie de la trajectoire d'un point de la surface terrestre lors du tremblement de terre de Tokyo du 15 janvier 1887 (d'après Seikei Sekiya) 334
— 135. Homosistes horaires au travers du Pacifique des vagues sismiques du tremblement de terre d'Arica du 13 août 1868 (d'après von Hochstetter). 335
— 136. Principe des pendules horizontaux (d'après Sieberg) 338
— 137. Schéma d'un télésismogramme normal (d'après F. de Montessus de Ballore). 339
— 138. « Lignes de choc » de la Basse-Autriche (d'après E. Suess) 343
— 139. Relation des tremblements de terre de la Calabre et de la Sicile avec les dislocations (d'après E. Suess et F. Montessus de Ballore) 344
— 140. Carte montrant le degré de répartition des tremblements de terre au Japon (d'après F. de Montessus de Ballore). 346
— 141. Régions sismiques (d'après Montessus de Ballore) et aires d'où sont originaires les 323 principaux sismes observés de 1899 à 1903 dans les observatoires (d'après Milne). 349
— 142. Coupe de la chaîne des dunes près de l'étang de Cazau, au sud d'Arcachon, montrant la disposition ondulée de la nappe phréatique (d'après A. Daubrée). 354
— 143. Variations du niveau hydrostatique dans les alluvions de la vallée du Rhin, à la hauteur de Strasbourg (d'après A. Daubrée) 354
— 144. Igue et rivière souterraine des Courbettes, près Carlucet, Lot (d'après un dessin communiqué par M. E.-A. Martel) 356
— 145. Coupe schématique d'une nappe artésienne 357
— 146. Sources de thalweg et nappe phréatique 358
— 147. Source de déversement. 358
— 148. Source ascendante. 359
— 149. Source remontant le long d'une faille. 359
— 150. L'Aven Armand, coupes longitudinale et transversale (cliché E.-A. Martel). 363
— 151. Plan de la région affectée par l'éboulement d'Elm (canton de Glaris) du 11 septembre 1881 (d'après Albert Heim) 381
— 152. Progression d'une dune (d'après Sven Hedin). 390
— 153. Plan de dunes en croissant (*barkhanes*), environs de Boukhara (d'après Johannes Walther) 391
— 154. Plan schématique d'un désert à jardangs (d'après Sven Hedin) 393
— 155. Coupe schématique transversale de jardangs (d'après Sven Hedin) . . 394
— 156. Jardangs séparés par des sillons remplis de sable (d'après Sven Hedin).. 394
— 157. Lapiaz du Sentis (d'après A. Heim). 396
— 158. Plan de l'Oucane de Chabrières, près Chorges (Basses-Alpes) (d'après E.-A. Martel) 397
— 159. Terrasse dans le lœss du Kan-Sou (d'après une photographie de V. Obroutchev) 402
— 160. Profils d'équilibre successifs d'un torrent embryonnaire. 409
— 161. Profil en long d'un torrent approchant de son état d'équilibre 410
— 162. Profils d'équilibre d'un cours d'eau et de ses affluents. Concordance des embouchures (d'après A. Penck). 414
— 163. Formation des méandres (d'après Chamberlin et Salisbury). 415
— 164. Délaissés (*ox-bows*) du Mississipi transformés en lacs (d'après N.-S. Shaler). 416
— 165. Capture d'un cours d'eau (d'après A. de Lapparent) 419
— 166. Capture du cours supérieur de l'Inn par la Maira, au col de la Maloja, Grisons (d'après A. Heim) 420
— 167. Détournement de la Haute-Moselle aux dépens de la Meuse (d'après W. M. Davis) 422
— 168. Capture de la Haute-Isère et de l'Arc par le Drac et la Basse-Isère (d'après Maurice Lugeon) 423
— 169. Formation de combes et de crêts correspondant aux couches du sol dans une suite de plis simples et réguliers (d'après O. Barré) 427
— 170. Exemple d'inversion de relief, conséquence de la conservation des couches dures dans le fond des synclinaux et du creusement rapide des noyaux peu résistants des anticlinaux (d'après G. de la Noë et

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

E. de Margerie) 427
FIG. 171. Inflexion synclinale transverse des plis dans la coupure de l'Isère (d'après Maurice Lugeon) 428
— 172. Coupe schématique d'un système de trois terrasses emboîtées 431
— 173. Limite inférieure des neiges persistantes dans les Alpes (d'après H. Hess). 439
— 174. Coupe transversale du Hintereisferner (d'après H. Hess). 444
— 175. Trajectoires rendant compte du mouvement de la glace dans un glacier composé (d'après H. Hess) 445
— 176. Formation d'icebergs dans un fjord du Groenland par vêlage aux dépens d'un glacier arrivant à la mer (d'après Helland) 449
— 177. Schéma indiquant la position des moraines en mouvement dans une section transversale de glacier alpin (d'après H. Hess). 455
— 178. Série glaciaire (d'après A. Penck) 456
— 179. Formation d'une plate-forme côtière (d'après F. von Richthofen) 474
— 180. Formation d'une plate-forme côtière dans trois cas déterminés (d'après F. von Richthofen) 475
— 181. Coupe schématique de l'île d'Helgoland, dirigée S.W.-N.E., montrant le plus grand développement de la plate-forme côtière sur la côte sud-ouest, où les couches plongent vers l'intérieur (d'après Joh. Walther) 476
— 182. Hypsométrie du delta du Nil (d'après Willcocks). 478
— 183. Accroissement du delta du Pô pendant la période historique (d'après E. Reyer). 479
— 184. Méandres encaissés de la rivière de Châteaulin et rivière sous-marine les continuant. Recoupement d'une boucle par la montée des eaux marines (d'après E. de Martonne) 481
— 185. Invasion d'une plate-forme côtière par des sédiments et arrêt du recul de la falaise (d'après F. von Richthofen) 483
— 186. Le « Gouf » du Cap Breton, vallée submergée du seuil continental de l'Europe occidentale (d'après la carte de France du Dépôt des Fortifications) 484
— 187. Atoll des Marquesas (Floride) (d'après la carte du *Coast Survey*) 487
— 188. Formation d'un atoll (d'après James D. Dana). 489
— 189. Plissement sous-marin ayant donné lieu à une discordance des couches sans émersion. 494
— 190. Transgression marine accompagnée d'une discordance angulaire et débutant par un conglomérat de base 496
— 191. Transgressivité graduelle des couches successives disposées dans une mer qui envahit une région précédemment exondée. 496
— 192. Retrait graduel des couches constituant une série régressive 497
— 193. Isobases de la mer à *Yoldia* autour du massif Finno-Scandinave (d'après W. Ramsay) 502
— 194. Dodécaèdre pentagonal (d'après A. de Lapparent). 519
— 195. Tétraèdre, tritétraèdre, hexatétraèdre et tétraédroïde (d'après A. de Lapparent) 522
— 196. *Diplograptus pristis*, colonies complètes (d'après R. Ruedemann). Schistes d'Utica (Ordovicien). Dolgeville, N. Y. 557
— 197. Stratification entrecroisée dans un micaschiste archéen. Lac de Mouhijärvi, Suodeniemi, Finlande (d'après J. J. Sederholm) 568
— 198. Coupe des terrains entamés par le Grand Cañon du Colorado, dans l'Arizona, prise en face du Point Sublime (d'après Fr. Frech). . . . 571
— 199. Conglomérat de base du Huronien supérieur, reposant en discordance angulaire sur les schistes verts de l'Archéen (d'après Ch. Van Hise). Potato River, Wisconsin. 579
— 200. Discordance des grès torridoniens sur les gneiss lewisiens redressés et plissés. Slioch, près du Loch Maree, Western Ross, Écosse (d'après Peach, Horne, etc.) 581
— 201. Méduses cambriennes. Moules internes de la cavité gastro-vasculaire. . 590
202. *Trochocystites bohemicus*, Cystoïdé libre. Cambrien de Bohème (d'après J. Barrande). 590
— 203. *Olenus truncatus*. Potsdamien. Andrarum, Scanie (d'après Angelin). . . 591

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

FIG. 204. *Olenellus Thomsoni*. Géorgien, Georgia, Vermont (d'après Ch. D. Walcott). 594
— 205. *Dicellocephalus minnesotensis*, bouclier céphalique et pygidium (d'après James Hall). Potsdamien, Minnesota. 595
— 206. Coupe de Manuel's Brook, Conception Bay, côte est de Terre-Neuve (d'après Charles D. Walcott). 597
— 207. Coupe générale de la zone des chevauchements d'Erriboll, Sutherlandshire (d'après Sir Archibald Geikie) 598-599
— 208. Discordance du système de Gaisa (? Cambrien) sur le système de Raipas (? Algonkien), extrémité méridionale du Jori, Finmarken (d'après Hans Reusch). 600
— 209. Carte des zones tectoniques et isopiques de l'Europe à l'époque Cambrienne. 601
— 210. Coupe de Cathalo à Saint-Chinian (d'après J. Bergeron) 605
— 211. Coupe montrant les relations stratigraphiques des formations glaciaires cambriennes d'Australie (d'après Walter Howchin). 608
— 212. Coupe d'Eureka (d'après Ch. D. Walcott). 609
— 213. Discordance des grès de Potsdam (Cambrien supérieur) sur les quartzites du Huronien. Baraboo River, près Ableman, Wisconsin (d'après Irving) 610
— 214. Coupe théorique W.-E. du continent Nordaméricain à la fin de la période Cambrienne (d'après Ch. D. Walcott) 611
— 215. Essai de carte paléogéographique de la Terre à l'époque Cambrienne. . 613
— 216. Grès poli et strié, supportant une moraine de fond de la base du Cambrien. Bigganjarga près Karlbotn, Varangerfjord, Finmarken (d'après Hans Reusch). 616
— 217. Principaux genres de Graptolithidés (d'après J. Hall, Nicholson, Lapworth, Fr. Frech). 623
— 218. Coupe de la montagne de Falbygden, Vestergötland, montrant le Cambrien et le Silurien en couches horizontales protégées par une coulée de diabase (d'après A. G. Nathorst) 633
— 219. Coupe S.W.-N.E. prise à l'ouest du massif de Montabard, Orne (d'après A. Bigot) 636
— 220. Coupe schématique des relations du Cambrien et de l'Ordovicien avec l'Algonkien et le granite (d'après A. Bigot). 636
— 221. Carte des géanticlinaux fonctionnant comme barrières au Silurien et au Dévonien dans la région appalachienne (d'après E. O. Ulrich et Schuchert) 641
— 222. Coupe du dôme de Cincinnati (d'après Edward Orton). 643
— 223. Coupe schématique à travers les régions siluriennes de la Baltique (d'après F. Schmidt). 647
— 224. *Klintar* constitués par des calcaires zoogènes non stratifiés du Gothlandien, passant latéralement à des calcaires marneux stratifiés de même âge. Lickershamn, île de Gotland (d'après Carl Wiman) 648
— 225. Coupe schématique représentant la disposition des assises gothlandiennes à l'ouest et à l'est du géanticlinal ordovicien de Helderberg (d'après C. A. Hartnagel) 655
— 226. Essai de reconstitution paléogéographique de l'hémisphère Nord à l'époque Gothlandienne (d'après F. Frech, A. de Lapparent, Bailey Willis, Stuart Weller) 659
— 227. Carte des zones tectoniques et isopiques de l'Europe à l'époque Silurienne 664
— 228. Reconstitution des volcans siluriens du Menez-Hom, Finistère (d'après Ch. Barrois) 666
— 229. *Cryphæus laciniatus*. Dévonien moyen, Dalceiden, Eifel (d'après Ferd. Rœmer). 675
— 230. Mode d'enroulement de la coquille dans les trois phylums principaux des Ammonoïdés dévoniens. Sections transversales. 682
— 231. Cloisons d'Ammonoïdés du Dévonien. 682
— 232. *Gephyroceras* [*Manticoceras*] *intumescens*, Frasnien, Nîmes, Belgique. . . 683
— 233. 3 types de Clyménies du Dévonien supérieur (d'après Gümbel et Fr. Frech) 683

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

FIG. 234. Carte des zones tectoniques et isopiques de l'Europe à l'époque Dévonienne . . . 684
— 235. Coupe générale des Cheviot Hills, dans l'Ouest du Northumberland (d'après J. G. Goodchild) . . . 685
— 236. Coupe W.-E. dans la partie méridionale de l'île aux Ours (d'après Joh. Gunnar Andersson) . . . 686
— 237. Coupe des terrains dévoniens de la vallée de la Meuse, entre Haybes et Givet (d'après J. Gosselet) . . . 688-689
— 238. Coupe théorique N.-S. de l'extrémité occidentale du bassin houiller franco-belge, dans le Pas-de-Calais (d'après M. Leriche) . . . 690
— 239. Coupe du puits n° 6 de la concession de Liévin, Pas-de-Calais (d'après M. Leriche) . . . 691
— 240. Coupe du versant nord de l'Ense, près Wildungen, Waldeck (d'après E. Kayser et E. Holzapfel) . . . 693
— 241. Coupe du Slatikum, près Mnenian, Bohème (d'après E. Kayser et E. Holzapfel) . . . 697
— 242. Coupe du Wolayer Thörl, Alpes Carniques (d'après Georg Geyer) . . . 704
— 243. Coupe du Kara-Taou, Oural (d'après Th. Tschernyschew) . . . 707
— 244. Diagrammes montrant les relations des couches d'Onondaga et de Marcellus (d'après J. M. Clarke) . . . 716
— 245. Carte représentant l'extension de la mer dans l'Est des États-Unis à l'époque de Hamilton (d'après Schuchert) . . . 717
— 246. Carte représentant les conditions bathymétriques et la répartition des faciès dans le golfe de l'état de New-York à l'époque Frasnienne (d'après John M. Clarke) . . . 718
— 247. *Tropidoleptus rhenanus*, valve brachiale. Coblentzien inférieur, Oberstadtfeld près Daun, Prusse Rhénane (d'après Drevermann); *Tropidoleptus carinatus*, valve brachiale. Couches de Hamilton (Dévonien moyen). Eighteen Mile Creek, bords du lac Érié (d'après James Hall). 720
— 248. Coupe schématique à travers les dépôts paléozoïques du Rio Maccurú et de l'Ereré (d'après Fr. Katzer) . . . 720
— 249. Coupe du Warm Bokkeveld et de l'extrémité S. W. du Karroo (d'après A. W. Rogers) . . . 722
— 250. Essai de carte paléogéographique de la Terre à l'époque Dévonienne. . 725
— 251. Coupe de l'Åreskutan, Suède centrale. Charriage de l'Algonkien sur le Silurien (d'après Törnebohm) . . . 731
— 252. Coupe d'un lambeau de recouvrement dans le Jemtland au nord d'Offerdal (d'après Högbom) . . . 731
— 253. Coupe d'un volcan dévonien, Hoy, Orcades (d'après Arch. Geikie). . . 736
— 254. *Pentremites sulcatus*. Dinantien, Illinois (d'après Ferd. Rœmer) . . . 746
— 254 bis. *Productus costatus*. Dinantien, Écosse (d'après Th. Davidson). . . . 746
— 255. *Posidonomya Becheri*. Schistes viséens (Culm), Herborn, Nassau (d'après Ferd. Rœmer) . . . 747
— 256. Cloisons de *Glyphioceratidæ* . . . 756
— 257. Cloison de *Stacheoceras Krasnopolskyi* (d'après Karpinsky) . . . 756
— 258. Cloisons d'*Agoniatitidæ* anthracolithiques . . . 756
— 259. Cloisons de *Prolecanitidæ* (d'après Karpinsky) . . . 757
— 260. Coupe prise dans les terrains carbonifères du bassin du Donetz, à l'E. d'Almaznaïa (d'après Tschernyschew et Loutouguin) . . . 760
— 261. Carte des zones tectoniques et isopiques de l'Europe à l'époque Anthracolithique . . . 762
— 262. Coupe schématique du bassin houiller du Nord (d'après Charles Barrois). 767
— 263. Coupe de la cuvette carbonifère de Silberberg et Ebersdorf, Silésie (d'après E. Dathe) . . . 769
— 264. Coupe du flanc nord du synclinal de Laval (d'après D.-P. Œhlert). . . 771
— 265. Coupe transversale des Alpes Carniques (d'après Georg Geyer) . . . 777
— 266. Carte montrant l'extension des bassins houillers dans le Centre et l'Est des États-Unis (d'après Chamberlin et Salisbury) . . . 788
— 267. *Richthofenia Lawrenciana*. Calcaire à *Productus*, Salt Range (d'après W. Waagen) . . . 807
— 268. *Oldhamina decipiens*. Calcaire à *Productus* supérieur. Jabi, Salt Range

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

(d'après W. Waagen) 807
Fig. 269. *Cyclolobus Oldhami*. Calcaires à *Productus* supérieurs. Jabi, Salt Range (d'après W. Waagen) 807
— 270. *Medlicottia Orbignyana*, Artinskien, Mont Kachkabache, Oural (d'après de Verneuil) 811
— 271. Coupe allant de la côte du Pondoland à Lusikiki, Afrique australe, montrant la discordance de la série de Karroo sur les grès de la Table dévoniens (d'après A. W. Rogers). 815
— 272. Essai de carte paléogéographique de la Terre à l'époque Anthracolithique. 817
— 273. *Glossopteris Browniana* (d'après Feistmantel). Couches de Newcastle, Bowenfels, Nouvelle-Galles-du-Sud 823
— 274. Coupe hypothétique du bassin de Valenciennes (d'après Marcel Bertrand). 833
— 275. Coupe du volcan de Saline-Hills, Fife (d'après Arch. Geikie). 837
— 276. *Encrinus liliiformis*. Muschelkalk supérieur, Allemagne (d'après Quenstedt) 850
— 277. *Daonella Lommeli* (d'après E. von Mojsisovics). Ladinien, Wengen, Tyrol méridional 852
— 278. *Tropites subbullatus* (d'après E. von Mojsisovics). Carnien supérieur, Raschberg, près Aussee, Styrie. 859
— 279. *Trachyceras aonoides* (d'après E. von Mojsisovics). Marbre carnien à *Lobites ellipticus*, du Feuerkogel, près Aussee, Styrie 860
— 280. *Monophyllites Confucii* (d'après C. Diener), Virglorien, Chitichun, Himalaya 860
— 281. *Halorites superbus* (d'après E. von Mojsisovics). Marbres rouges noriens. Sommeraukogel, près Hallstatt. 862
— 282. Stratification torrentielle dans le Grès Vosgien. Col du Pigeonnier près Wissembourg, Alsace (d'après E. W. Benecke) 868
— 283. Coupe du fossé de Lembach, Alsace (d'après E. W. Benecke) 869
— 284. Coupe des Alpes de Salzbourg sur la rive gauche de la Salzach (d'après E. Haug) 877
— 285. Coupe du Trias aux environs de Lunz, Basse-Autriche (d'après A. Bittner) 879
— 286. Coupe de la chaine du Gailthal, de Stein, dans la vallée de la Drave, à Dellach, dans la vallée de la Gail (d'après Georg Geyer) 879
— 287. Coupe à travers le récif du Schlern, Tyrol méridional (d'après E. von Mojsisovics). 882
— 288. Coupe du Trias de Raibl en Carinthie (d'après Fr. Kossmat). 884
— 289. *Pseudomonotis ochotica* (d'après Teller). Valve droite. Norien. Verkhoïansk, Sibérie orientale 899
— 290. Coupe du Trias inférieur et moyen au S.E. de Muth, Spiti, Himalaya central (d'après H. H. Hayden). 902
— 291. Falaise de Shal-Shal, près Rimkin Paiar, Himalaya (d'après C. Diener). 903
— 292. *Otoceras Woodwardi*. Trias inférieur. Shal-Shal Cliff, près Rimkin Paiar, Himalaya (d'après C. Diener). 904
— 293. *Ophiceras Sakuntala* (d'après C. Diener). Trias inférieur. Shal-Shal Cliff, près Rimkin Paiar, Himalaya 904
— 294. Essai de carte paléogéographique de la Terre à l'époque Triasique. . 914
— 295. *Phylloceras Calypso* (d'après K. A. Zittel). Tithonique supérieur. Stramberg (Moravie). 937
— 296. *Lytoceras Liebigi* (d'après K. A. Zittel). Tithonique supérieur. Koniakau (Silésie autrichienne) 938
— 297. Coupe schématique du bord nord-ouest du Jura Souabe (d'après Th. Engel) 946
— 298. Carte des zones isopiques de l'Europe à l'époque du Lias 952
— 299. Coupe d'une carrière de May, Calvados (d'après A. Bigot). 958
— 300. Coupe des carrières de Tilly-sur-Seules, Calvados (d'après A. Bigot) . . 959
— 301. Coupe du massif du Mont d'Or lyonnais, de Limonest à la gare de Couzon (d'après Attale Riche) 963
— 302. Coupe schématique montrant les variations de faciès et d'épaisseur des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

divers termes du Lias de Fontenay (Vendée) à Puycelcy (Tarn) (d'après Ph. Glangeaud et A. Thevenin) 965
FIG. 303. Coupe de Digne (S. W.) au plateau de Beaumont (N. E.), par l'auteur. 971
— 304. Carte montrant la répartition des faciès dans le bassin du Rhône à l'époque du Lias moyen. 973
— 305. Coupe dans la partie méridionale de la zone du Piémont (d'après S. Franchi). 975
— 306. Coupe de la voûte de l'Osterhorn, Alpes de Salzbourg (d'après E. Suess et E. von Mojsisovics). 980
— 307. Poche de calcaire du Hierlatz dans les calcaires du Dachstein à l'Ochsenkogel, dans le massif du Dachstein (Alpes autrichiennes) 981
— 308. *Bouleiceras nitescens* (d'après A. Thevenin). Lias moyen. Bekoratsaky, province de Maevatanana, Madagascar. 995
— 309. Carte des zones isopiques de l'Europe à l'époque Oolithique inférieure . 996
— 310. Coupe schématique suivant le bord est du Jura de Franconie, représentant les variations de faciès du groupe Oolithique inférieur (d'après Lothar Reuter) 1000
— 311. *Cadoceras Tchefkini* (d'après A. d'Orbigny). Callovien, Elatma, gouvernement de Tambof (Russie) 1003
— 312. *Cardioceras cordatum* (d'après A. d'Orbigny). Oxfordien, environs de Moscou 1004
— 313. Faille des Hachettes, près Port-en-Bessin, Calvados (d'après A. Bigot) . 1008
— 314. Coupe des falaises de Normandie, de Honfleur à Beuzeval (d'après A. Bigot) 1009
— 315. Diagramme montrant la lacune entre l'Aalenien et le Bajocien au Mont-d'Or lyonnais (d'après Attale Riche) 1015
— 316. Carte schématique des faciès du Bathonien dans le bassin de l'Aquitaine (d'après Ph. Glangeaud). 1017
— 317. Carte représentant les variations de faciès dans le bassin du Rhône à l'époque Bajocienne. 1020
— 318. Coupe prise au S.W. de la Voulte-sur-Rhône, Ardèche (d'après A. Toucas) 1021
— 319. Coupe relevée à la Vama Strunga, Karpates roumaines (d'après V. Popovici-Hatzeg) 1030
— 320. Coupe prise dans le haut de la Valea Lupului, près Rucăr, Karpates roumaines (d'après Popovici-Hatzeg). 1030
— 321. Coupe du versant méridional du cap Flora, terre François-Joseph (d'après Fridtjof Nansen). 1039
— 322. Coupe de Mombassa, sur la côte orientale de l'Afrique, à Voï (d'après E. Fraas). 1043
— 323. Carte des zones isopiques de l'Europe au début de l'époque Oolithique moyenne 1047
— 324. Coupe de la montagne de Crussol en face de Valence (d'après A. Toucas). 1053
— 325. Carte représentant le déplacement des récifs du Jura pendant l'époque Oolithique moyenne (d'après l'abbé Bourgeat) 1062
— 326. Coupe du récif de Valfin (d'après l'abbé Bourgeat). 1063
— 327. *Pygope diphya* (d'après Pictet). Tithonique inférieur. Environs de Trente. 1075
— 328. *Pygope janitor* (d'après Pictet). Tithonique supérieur. Stramberg (Moravie). 1075
— 329. *Virgatites virgatus* (d'après A. d'Orbigny). Volgien inférieur. Khorokhovo, près Moscou. 1077
— 330. *Craspedites subditus* (d'après A. d'Orbigny). Volgien supérieur. Khorokhovo, près Moscou. 1078
— 331. Carte des zones isopiques de l'Europe au début de l'époque Oolithique supérieure (Portlandien). 1080
— 332. Coupe de la falaise au nord de Wimereux (d'après Munier-Chalmas et Pellat) 1083
— 333. Carte représentant les variations de faciès dans le bassin du Rhône à l'époque Portlandienne 1087
— 334. *Cidaris coronata*. Couches coralliennes du Portlandien inférieur, Nattheim, Wurtemberg (d'après Quenstedt). 1091
— 335. Coupe des terrains Oolithiques moyen et supérieur, prise à l'est de Pap-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

penheim, Franconie (d'après Joh. Walther). 1092
FIG. 336. Coupe montrant les variations de faciès dans le Portlandien du Bec de l'Échaillon, en aval de Grenoble (d'après W. Kilian et P. Lory) . . . 1095
— 337. Coupe de la « Klippe » de Stramberg, passant par la partie occidentale de l'affleurement de calcaire tithonique (d'après V. Uhlig) 1098
— 338. *Waagenia hybonota* (d'après E. W. Benecke). Tithonique inférieur. Volano, près Roveredo (Tyrol méridional) 1101
— 339. *Simoceras biruncinatum* (d'après K. A. Zittel). Tithonique inférieur. Volano (Tyrol méridional). 1103
— 340. Coupe à travers le massif de Piatra Craiului (2241 m), Karpates roumaines (d'après V. Popovici-Hatzeg) 1106
— 341. Essai de carte paléogéographique de la Terre à l'époque Jurassique . . 1113
— 342. *Cylindroteuthis absolutus* (d'après A. d'Orbigny). Volgien, environs de Kostroma, Russie 1116
— 343. *Belemnopsis subblainvillei* (d'après Eug. Deslongchamps). Aalenien moyen (mâlière). Les Moutiers-en-Cinglais (Calvados) 1117
— 344. Coupe transversale schématique des géosynclinaux et des géanticlinaux du système alpin à l'époque Jurassique 1126
— 345. *Marsupites ornatus* (d'après Bronn). Santonien inférieur, Angleterre . . 1155
— 346. *Uintacrinus westphalicus* (d'après C. Schlüter). Santonien inférieur, Westphalie 1159
— 347. *Polyptychites bidichotomus* (d'après Neumayr et Uhlig). Minerai de fer du Hils (Hauterivien). Fosse Ludwig, près Salzgitter (Hanovre) 1172
— 348. *Craspedites scmilævis* (d'après A. von Koenen). Valanginien. Osterwald (Hanovre). 1173
— 349. *Simbirskites elatus* (d'après A. von Koenen). Hauterivien. Hildesheim, Hanovre 1174
— 350. *Garnieria heteropleura* (d'après Neumayr et Uhlig). Valanginien. Grand Süntel, près Springe, Hanovre. 1176
— 351. Carte des zones isopiques de l'Europe à l'époque du Barrémien 1178
— 352. Coupe du synclinal de la Chaux, à l'ouest de Sainte-Croix. Jura Vaudois (d'après Th. Rittener) 1180
— 353. Coupe transversale de la terminaison sud-est de l'anticlinal du Pays de Bray, de la Neuville-sur-Auneuil à Beauvais (d'après A. de Lapparent) 1184
— 354. Coupe transversale de l'anticlinal du Pays de Bray, du Moulin de Pierre à Hanvoile (d'après A. de Lapparent). 1185
— 355. Coupe schématique transversale de l'anticlinal du Weald (d'après H. B. Woodward). 1186
— 356. Coupe schématique montrant les relations du Jurassique et du Crétacé dans le Wiltshire (d'après H. B. Woodward) 1187
— 357. Carte représentant la répartition des faciès dans le bassin du Rhône à l'époque Barrémienne (en partie d'après V. Paquier).. 1188
— 358. *Duvalia lata* (d'après Duval-Jouve). Marnes valanginiennes. Environs de Castellane (Basses-Alpes). 1189
— 359. *Duvalia Emerici* (d'après Duval-Jouve). Barrémien. Environs de Castellane (Basses-Alpes). 1189
— 360. *Pygope diphyoides* (d'après Pictet). Valanginien inférieur. Berrias (Ardèche) 1190
— 361. Coupe du versant méridional de la montagne de Lure (d'après W. Kilian). 1190
— 362. *Macroscaphites Ivani* (d'après A. d'Orbigny). Barrémien supérieur. Environs de Castellane (Basses-Alpes) 1191
— 363. Coupe de la série Éocrétacée au N.W. de Barrême (Basses-Alpes) (d'après W. Kilian) 1192
— 364. Variations de faciès et d'épaisseur des couches éocrétacées de la montagne de Lure (d'après W. Kilian) 1198
— 365. Coupe de la butte dite Colle di Muntijella, sur le plateau de Puez, près Corvara (Tyrol méridional), montrant les couches néocomiennes pincées dans les calcaires triasiques (relevée par l'auteur en 1886) . . . 1204
— 366. *Pulchellia galeatoides* (d'après Karsten). Barrémien. Velez, au N. E. de Bogota (Colombie). 1227
— 367. Coupe du Cerro Belgrano, en Patagonie (d'après Hauthal). 1229

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

FIG. 368. *Trigonia Hertzogi* (d'après G. Steinmann). Couches d'Uitenhage (Éocrétacé), colonie du Cap 1230
— 369. Carte des zones isopiques de l'Europe à l'époque du Cénomanien . . . 1233
— 370. Coupe de la falaise de la Hève (d'après A. Bigot) 1237
— 371. Coupe à travers le bord sud-ouest du bassin du Beausset (Var), montrant la composition de la série crétacée et le charriage du Trias sur le Crétacé (d'après Marcel Bertrand) 1246
— 372. Coupe schématique à travers la Basse-Provence, montrant l'extension relative des étages crétacés (d'après L. Collot) 1247
— 373. Coupe du champ de fractures de Banon, de Simiane à Piparoux, Basses-Alpes (d'après W. Kilian) 1249
— 374. Carte représentant les variations de faciès dans le bassin du Rhône à l'époque Cénomanienne (d'après L. Collot, V. Paquier, Ch. Jacob). . 1250
— 375. Carte représentant l'extension des mers et les variations de faciès dans le bassin du Rhône à l'époque Turonienne (d'après L. Collot et V. Paquier). 1251
— 376. Coupe de Vergons (Basses-Alpes) au sommet de la Montagne de Chamatte (d'après W. Kilian). 1253
— 377. Coupe du lapiez de Cheville, Alpes Vaudoises (d'après E. Renevier) . . 1255
— 378. Coupe passant par le gisement de la Fauge, près le Villard-de-Lans (Isère) (d'après W. Kilian) 1256
— 379. Coupe détaillée des assises crétacées de la Perte du Rhône (d'après E. Renevier) 1257
— 380. *Tetragonites Timotheanus* (d'après Fr. Kossmat). Cénomanien inférieur. Odium, près Trichinopoli, Inde 1268
— 381. Coupe des dépôts mésocrétacés prise sur les flancs du djebel Mrhila, au S. de Foum el Guelta (d'après L. Pervinquière). 1271
— 382. *Hemiaster batnensis* (d'après H. Coquand). Cénomanien. Batna, prov. de Constantine. 1271
— 383. *Lopha Syphax* (d'après H. Coquand). Cénomanien. Tenoukla, province de Constantine. 1272
— 384. *Archiacia Tissoti* (d'après H. Coquand). Cénomanien, Batna, prov. de Constantine. 1272
— 385. Coupes transversales à travers les zones plissées de la Tunisie centrale (d'après L. Pervinquière) 1273
— 386. *Vascoceras Durandi* (d'après A. Peron). Turonien. Aïn Settara, Tunisie centrale 1274
— 387. *Fagesia superstes* (d'après Fr. Kossmat). Turonien. Odium, près Trichinopoli, Inde 1285
— 388. Coupe schématique à travers la vallée de Sacramento (Californie), représentant l'état du géosynclinal circumpacifique à la fin de la période Crétacée (d'après Diller et Stanton) 1290
— 389. Carte des zones isopiques de l'Europe à l'époque du Maestrichtien . . 1299
— 390. *Inoceramus balticus* (= *Cripsii aut.*; d'après Joh. Bœhm). Campanien inférieur. Dülmen, Westphalie. 1300
— 391. Schéma montrant les relations des couches néocrétacées aux environs de Mons (d'après A. Rutot) 1303
— 392. Coupe schématique représentant les relations des couches néocrétacées entre Maret et Fodiaux (d'après A. Rutot et Van den Broeck) 1304
— 393. *Actinocamax quadratus* (d'après A. d'Orbigny). Campanien. Environs de Sens 1305
— 394. *Belemnitella mucronata* (d'après A. d'Orbigny). Maestrichtien. Meudon, près Paris. 1305
— 395. *Ananchytes ovatus* (d'après Desor). Campanien. Bassin de Paris. 1306
— 396. *Barroisiceras Haberfellneri* (d'après A. de Grossouvre). Coniacien. Les Eyzies (Dordogne). 1307
— 397. Carte représentant la répartition des faciès dans le bassin du Rhône à l'époque Maestrichtienne (d'après L. Collot, V. Paquier, etc.) 1314
— 398. *Tissotia Fourneli* (d'après A. Peron). Coniacien. Medjez-el-Foukani, province de Constantine 1330
— 399. *Roudaireia auressensis* (d'après Munier-Chalmas). Maestrichtien. Ras

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Knafès, région des Chotts, Tunisie méridionale. 1331
Fig. 400. Coupe de Barrah Hill, Sind, Inde anglaise (d'après Blanford) 1339
— 401. *Kossmaticeras Theobaldianum* (d'après Fr. Kossmat). Maestrichtien. Varagour, près Trichinopoli, Inde 1342
— 402. *Pseudophyllites Indra* (d'après Fr. Kossmat). Maestrichtien. Environs de Pondichéry, Inde 1343
— 403. Essai de carte paléogéographique de la Terre à l'époque Éocrétacée. . 1358
— 404. Essai de carte paléogéographique de la Terre aux époques Mésocrétacée et Néocrétacée 1359
— 405. *Hercoglossa danica*. Danien. Annetorp, près Malmö, Scanie (d'après Moberg). 1405
— 406. Coupe du coteau des Moulineaux, près Meudon, Seine (d'après un croquis inédit de Munier-Chalmas) 1407
— 407. Coupe schématique passant par le dôme de Meudon et l'anticlinal du Bray, à l'époque du Lutétien supérieur (d'après un croquis inédit de Munier-Chalmas) 1425
— 408. *Campanile cornucopiæ* mut. *Bigoti*. Auversien? Cotentin (d'après Deshayes) 1436
— 409. Carte représentant l'étendue de la mer auversienne dans le bassin de Paris (d'après Gustave-F. Dollfus) 1437
— 410. Coupe des coteaux de la Frette et de Montigny, Seine-et-Oise (d'après Vasseur et Carez) 1441
— 411. Carte représentant l'étendue de la mer rupélienne dans le bassin de Paris (d'après Gustave-F. Dollfus) 1450
— 412. Carte représentant l'extension de la mer en Bretagne à l'époque du Rupélien (d'après G. Vasseur). 1458
— 413. Vue schématique des falaises de Biarritz (d'après un croquis inédit de M. Jean Boussac). 1462-1463
— 414. Carte schématique représentant les différences d'extension des 3 étages du groupe Mésonummulitique dans les Alpes occidentales (d'après J. Boussac). 1469
— 415. *Cerithium Diaboli*. Priabonien inférieur. Diablerets, Alpes Vaudoises (d'après Hébert et Renevier). 1471
— 416. *Conoclypeus conoideus*. Lutétien. Narrosse, Landes (d'après G. Cotteau) . 1479
— 417. Coupe relevée à l'est de Mussolino, province de Vicence (d'après Munier-Chalmas). 1487
— 418. *Amblypygus dilatatus*. Lutétien. San Giovanni Ilarione, Vicentin (d'après P. de Loriol) 1488
— 419. *Heliastræa subcoronata* (d'après A. Reuss). Couches de Castel Gomberto, Vicentin 1490
— 420. Coupe schématique des couches à lignite de Trifail, Styrie (d'après A. Bittner) 1491
— 421. Coupe prise au nord-ouest de Tébessa, à travers le Djebel Dyr et le Djebel Kouif (d'après J. Blayac) 1505
— 422. *Velates Schmiedelianus*. Londinien supérieur. Cuise-Lamothe, Oise (d'après F. Nœtling). 1512
— 423. *Venericardia planicosta*. Lutétien, Chaumont en Vexin, Oise (d'après Fritel) 1521
— 424. Crâne d'*Uintatherium* (*Dinoceras*) *mirabile*, d'après Marsh. Couches de Bridger supérieures. Bord du Green River, Utah 1529
— 425. Coupe à travers les terrains tongriens et aquitaniens de l'Entre-deux-Mers, Gironde (d'après J. Blayac). 1539
— 426. Coupe de la vallée de l'Arc à Saint-Pons, près Roquefavour (d'après G. Vasseur). 1545
— 427. Mâchoire inférieure de *Pyrotherium* vue en dessus (d'après Albert Gaudry). Rio Deseado, Patagonie. 1555
— 428. Prémolaires et molaires supérieures droites de *Palæomastodon Beadnelli* (d'après Ch. W. Andrews). Tongrien fluvio-marin; Fayoum, Égypte. 1556
— 429. Tête d'*Arsinoitherium Zitteli* (d'après Ch. W. Andrews). Tongrien fluvio-marin; Fayoum, Égypte 1557
— 430. Zones isopiques et tectoniques de l'Europe à l'époque Nummulitique. . 1560

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

FIG. 431. Carte paléogéographique de la Terre à l'époque Nummulitique 1563
— 432. *Stephanophyllia imperialis* (d'après Reuss). Zoanthaire perforé à polypier simple. Tortonien. Lapugy, Transylvanie. 1604
— 433. *Clypeaster glandiflorus*. Néogène moyen (d'après Desor). 1609
— 434. Coupe théorique de la vallée de Saucats, Gironde (d'après Emm. Fallot). 1611
— 435. Extension des mers vindobonienne (faluns de Touraine) et sahélienne (Redonien) dans le Nord-Ouest de la France (d'après Gustave-F. Dollfus). 1614
— 436. Carte représentant l'extension des dépôts néogènes et quaternaires dans les régions littorales de la mer du Nord méridionale (d'après F. W. Harmer) 1618
— 437. Coupe transversale de la vallée du Rhône (d'après F. Fontannes et Ch. Depéret) 1623
— 438. *Pecten subbenedictus*, vu par la face gauche (d'après F. Fontannes). Burdigalien supérieur, Visan, Vaucluse 1625
— 439. Extension des mers du Néogène inférieur et moyen dans le bassin du Rhône (d'après Ch. Depéret). 1626
— 440. Coupe de la colline de Théziers, Gard (d'après Ch. Depéret). 1627
— 441. Extension de la mer plaisancienne dans la vallée du Rhône (d'après F. Fontannes). 1628
— 442. Carte schématique du bassin tertiaire de Vienne (d'après O. Abel) . . 1633
— 443. Coupe des collines de Rome (d'après Ponzi) 1645
— 444. Carte schématique représentant l'extension des mers dans la région pontique au Vindobonien (d'après N. Androussow) 1659
— 445. Carte représentant la répartition horizontale des faciès de la subdivision *b* de l'étage Sarmatien dans la presqu'île de Kertch, Crimée (d'après N. Androussow). 1660
— 446. Coupe d'un récif de Bryozoaires sarmatien. Akra, presqu'île de Kertch, Crimée (d'après N. Androussow). 1661
— 447. *Cardium* (*Adacna*) *edentulatum* (d'après Deshayes). Dacien, Kamych-Bouroun, Crimée 1664
— 448. Coupe schématique N.-S. à travers la mine de sel de Wieliczka (d'après Niedzwiedzki) 1665
— 449. *Congeria subglobosa* (d'après P. Partsch). Pontien, Brunn, près Mödling, Basse-Autriche 1673
— 450. *Valenciennesia Schafarziki* (d'après Gorjanović-Kramberger). Pontien. Beočin, Croatie 1674
— 451. Série des mutations d'une espèce des couches à Paludines de Slavonie (d'après Neumayr). 1675
— 452. Carte schématique des bassins Pontique et Caspique à l'époque du Méotien (d'après N. Androussow). 1683
— 453. Coupe prise sur la côte méridionale de l'Eisfjord (Spitzberg), entre Adventbay et Kolbay (d'après A. G. Nathorst). 1703
— 454. Dernières arrière-molaires inférieures de Mastodontes (d'après Albert Gaudry). 1708
— 455. Coupe géologique des environs d'Aurillac (d'après Marcellin Boule). . . 1710
— 456. Carte des zones isopiques de l'Europe à l'époque du Néogène inférieur et moyen. 1730
— 457. Molaires inférieures d'Éléphants (d'après Ed. Lartet) 1771
— 458. Carte représentant l'extension du glacier scandinave et des glaciers alpins lors du maximum de l'avant-dernière glaciation (d'après A. Penck) 1777
— 459. Esquisse représentant les directions de l'écoulement de la glace en Scanie lors des trois dernières glaciations (d'après A. G. Nathorst). . 1779
— 460. Charriage de la Craie sur les dépôts glaciaires sous l'action de la poussée horizontale exercée par le glacier scandinave. Ile de Rügen (d'après E. Philippi). 1782
— 461. Carte représentant l'extension du glacier scandinave lors de la première phase de retrait de la dernière glaciation (d'après N. V. Ussing). 1783
— 462. Les moraines terminales et les vallées glaciaires dans l'Allemagne du Nord (d'après K. Keilhack). 1785
— 463. Les deux moraines de retrait (*salpausselkä*) et les åsar dans la Finlande

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

méridionale (d'après J. J. Sederholm) 1787
Fig. 464. Lacs glaciaires du Norrland (Suède) pendant les phases de retrait de la dernière glaciation (d'après A. G. Högbom). 1789
— 465. *Yoldia* (*Portlandia*) *arctica* (d'après W. C. Bregger). Argiles à *Yoldia*. Ranviken, Norvège 1790
— 466. *Mya truncata* (d'après W. C. Bregger). Argiles à *Yoldia*. Nidelven, Norvège. 1791
— 467. Directions suivies par les glaciers dans les îles Britanniques lors du maximum de la glaciation (d'après James Geikie). 1800
— 468. Coupe des terrasses de la vallée de la Seine en amont de Paris, passant par Villejuif et Ivry (d'après A. Laville, interprétation de l'auteur). . 1811
— 469. Mandibule droite de la mâchoire de Mauer, près Heidelberg (d'après Schœtensack) 1816
— 470. Coupe schématique représentant la disposition des dépôts quaternaires dans la vallée du Rhin, sur la rive gauche du fleuve, à la latitude de Strasbourg (d'après E. Schumacher). 1817
— 471. Coupe de la montagne de Perrier, près Issoire (d'après Michel-Lévy et Munier-Chalmas) 1820
— 472. Cheville de corne de *Saiga tartarica* (d'après A. Gaudry). Quaternaire moyen. Rochebertier, Charente 1828
— 473. Tête de Cheval sculptée en ronde bosse dans une ramure de Renne (d'après E. Piette). Grotte du Mas-d'Azil, rive droite de l'Arize. . . . 1831
— 474. Espois de Renne couvert de gravures sur les deux faces. Face représentant quatre têtes de Chamois et une tête d'animal indéterminable (d'après E. Piette). Caverne de Gourdan (Hautes-Pyrénées). 1831
— 475. Coupe schématique des terrasses d'alluvions et des formations fluvio-glaciaires de la vallée de l'Iller (d'après A. Penck) 1833
— 476. Carte de la moyenne vallée de l'Inn représentant l'extension des glaciers au stade de Bühl et aux stades suivants (d'après A. Penck). . . 1836
— 477. Carte de l'ancien glacier du Rhin dans la plaine Suisse et Souabe (d'après A. Penck). 1838
— 478. Extension des dernières glaciations dans la partie septentrionale des Alpes occidentales (d'après A. Penck) 1840
— 479. Coupe schématique de l'appareil fluvio-glaciaire correspondant à la récurrence du stade de Bühl (E. Haug, 1901). 1850
— 480. Coupe à travers les dépôts cromeriens de Leffe, Lombardie (d'après A. Penck). 1851
— 481. Amphithéâtre morainique du lac de Garde (d'après A. Penck). 1852
— 482. Coupe longitudinale de la grotte du Prince, près Grimaldi, à l'est de Menton (d'après Marcellin Boule). 1858
— 483. Répartition des glaciers dans l'hémisphère Nord, lors du maximum de glaciation (en partie d'après Berghaus). 1871
— 484. Début de la formation des lacs glaciaires sur le front de la nappe labradorienne (d'après Taylor et Leverett) 1874
— 485. Les Grands Lacs au stade algonquin-iroquois (d'après Taylor). 1875

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

TABLE DES PLANCHES

(REPRODUCTIONS PHOTOGRAPHIQUES HORS TEXTE)

PLANCHE	I. La crête des Fiz et le col du Dérochoir, vue de l'usine de Chedde (Haute-Savoie)	10-11
—	II. 1. Discordance des dépôts oolithiques inférieurs horizontaux sur les grès de May ordoviciens redressés. May (Calvados)	20-21
	2. Discordance du Grès Armoricain (Ordovicien) sur les phyllades de Saint-Lô (Algonkien). Mortain (Manche) .	
—	III. 1. Naissain de Goniatites (*Gastrioceras*) dans des lits de vase charbonneuse. « Coal Balls » du Yorkshire	144-145
	2. Section de Goniatites (*Gastrioceras*) et de tige dans une vase charbonneuse. « Coal Balls » du Yorkshire . . .	
—	IV. 1. Alternance régulière de grès et de marnes. Lias inférieur. Carrières de Romery (Ardennes).	144-145
	2. Terminaison en biseau des calcaires à Hippurites turoniens dans les poudingues à stratification torrentielle du même âge. Bec de l'Aigle, près La Ciotat (Bouches-du-Rhône)	
—	V. Bandes d'argile comprimées aux 2/3 de leur longueur. Reproduction expérimentale des plissements de l'écorce terrestre (expériences d'Alphonse Favre)	192-193
—	VI. 1. Anticlinal droit dans les schistes et grès houillers, sous la citadelle de Namur.	192-193
	2. Synclinal du Mont Debout, près Thônes (Haute-Savoie) .	
—	VII. 1. Pli fortement déversé. Mallavallasse, près Saint-Julien (Var).	196-197
	2. Pli-faille de Sassenage (Isère).	
—	VIII. 1. Cuvette du Bois de la Faye. Extrémité orientale, vue du Monêtier-Allemont (Hautes-Alpes)	204-205
	2. Lambeau de recouvrement de la Grande-Séolane, près Barcelonnette.	
—	IX. 1. La Pusterle, près Chorges (Hautes-Alpes)	204-205
	2. La Méa ou Pain de Sucre. Vue des Agneliers, près Barcelonnette	
—	X. 1. Fenêtre de la mine de sel de Hallstatt (Autriche). . . .	204-205
	2. La Petite Séolane. Vue du col des Agneliers, près Barcelonnette	

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

PLANCHE XI.	1. Plissement dysharmonique de couches alternativement calcaires et argileuses (Pyrénées)	218-219
	2. Plissotements de schistes houillers métamorphiques. Les Houches (Haute-Savoie)	
— XII.	Reproduction expérimentale des diaclases. Glaces tordues.	228-229
— XIII.	1. Diaclases dans les calcaires siliceux du Bajocien (série Oolithique inférieure). Privas (Ardèche)	228-229
	2. Faille de la Bourboule derrière l'ancien établissement thermal	
— XIV.	1. Stratification et schistosité dans les schistes éodévoniens d'Oignies (Meuse)	230-231
	2. Faille des Hachettes, falaise de Sainte-Honorine-des-Pertes, près Bayeux	
— XV.	1. Brèche de dislocation. Route de Faverges à Serraval (Haute-Savoie)	230-231
	2. Gorge épigénique. Rampe des Commères. Vallée de la Romanche (Isère)	
— XVI.	1. Le rocher de Gibraltar vu des Lignes	240-241
	2. Le horst du Liebfrauenberg, près Wœrth (Alsace) . . .	
— XVII.	1. Éruption du Vésuve, le 6 avril 1906, vue de Naples. . .	252-253
	2. Chute de cendres à Ottajano. Éruption du Vésuve, avril 1906.	
— XVIII.	1. Le Vésuve en éruption (phase vulcanienne). 13 avril 1906.	252-253
	2. Nuée de la montagne Pelée. La nuée du 16 décembre 1902 arrivant à la mer.	
— XIX.	1. Bombes strombolienne.	256-257
	2. Bombes vulcaniennes.	
	3. Explosion strombolienne au cône terminal du Vésuve. .	
	4. Barrancos creusés sur le flanc nord du cône terminal du Vésuve par les avalanches sèches (1906).	
— XX.	1. Cône central du Vésuve avec coulée de 1892.	256-257
	2. Bourrelet de lave sur le bord oriental du lac du Sud. Halemaumau. Kilauea (îles Sandwich).	
— XXI.	1. Déversement d'une coulée de lave vitreuse dans un lac de lave du Kilauea (îles Sandwich)	256-257
	2. New Lake, lac de lave formé en 1898, Kilauea (îles Sandwich)	
— XXII.	1. Extrémité d'une coulée de lave dans une rue de Boscotrecase. Éruption du Vésuve, avril 1906	256-257
	2. Maison de Boscotrecase enfouie dans une coulée de lave. Éruption du Vésuve, avril 1906	
— XXIII.	1. Coulée de lave ayant suivi une tranchée de la « Ferrovia circumvesuviana » en passant sous un pont. Éruption du Vésuve, avril 1906	256-257
	2. Pin entouré par une coulée de lave et calciné à la base du tronc seulement. Éruption du Vésuve, avril 1906 .	
— XXIV.	1. Cheire du lac d'Aydat (Puy-de-Dôme).	256-257
	2. Cônes volcaniques de Bromo, Batok, Widobaren, Smeroe, vus du Sanatorium de Tosari (Java).	
— XXV.	1. L'aiguille terminale de la Montagne-Pelée, côté nord, mars 1903	256-257
	2. La même, côté sud, mars 1903	
— XXVI.	1. Cratère du Misti, près Arequipa (Pérou).	268-269
	2. Cratère de l'ancien volcan de Santorin.	
— XXVII.	1. La chaîne des Puys, vue de la vallée de la Sioule. . .	268-269
	2. La Roche Tuilière et Sanadoire, près le Mont-Dore (Puy-de-Dôme)	

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

PL.	XXVIII. 1. Basalte des vallées. Coulée basaltique du volcan de Jaujac (Ardèche)	268-269
	2. Basalte des plateaux. Lobes du plateau basaltique des Coirons. Saint-Jean-le-Centenier (Ardèche)	
—	XXIX. 1. Fauteuil du Diable : Coulée basaltique de la Volane, près Antraigues (Ardèche).	268-269
	2. Orgues de la Croix de Paille (Cantal)	
—	XXX. 1. Col de l'Escrinet (Ardèche)	272-273
	2. Dykes de trachyte dans des tufs. Ravin d'Enfer près Mont-Dore (Puy-de-Dôme).	
—	XXXI. Destruction du pont sur la Nagara et formation de crevasses parallèles au cours du fleuve. Grand tremblement de terre du Japon de 1891.	336-337
—	XXXII. Crevasses de Guevejar (Andalousie) produites par le tremblement de terre du 25 décembre 1884.	336-337
—	XXXIII. 1. Crevasses et craterlets, formés sur la côte d'Achaïe, lors du tremblement de terre de Kalanaki du 26 décembre 1861 (d'après J. Schmidt)	336-337
	2. Faille de Midori dans la vallée de Néo, produite par le grand tremblement de terre du Japon, le 28 octobre 1891	
—	XXXIV. 1. Source vauclusienne de la Loue, près Mouthier (Doubs).	360-361
	2. Entonnoirs de dissolution dans les gypses triasiques. Col du Mont-Cenis	
—	XXXV. Orifices de gouffres :	360-361
	1. Gouffre de Padirac (Lot).	
	2. Chourun Picard, Dévoluy (Hautes-Alpes).	
	3. Chourun d'Aurouze, *ibid.*	
—	XXXVI. Stalactites et stalagmites. Cuevas del Drach, dans les calcaires néogènes, près Manacor (Majorque)	368-369
—	XXXVII. 1. Stalactites. Lago Miramar, près Manacor (Majorque). .	368-369
	2. Stalagmites de la Forêt Vierge (détail). Aven Armand (Lozère)	
—	XXXVIII. 1. Stratification oblique et structure alvéolaire. Ruine du Falkenstein, près Niederbronn (Alsace)	374-375
	2. 3. Structure alvéolaire. *Ibid.*	
—	XXXIX. 1. Paroi orientale de l'entrée du cirque de Madas (Aveyron).	384-385
	2. Prismes basaltiques commençant à se désagréger en boules. Perrier, près Issoire (Puy-de-Dôme)	
—	XL. 1. Diaclases dans le granite et début de la désagrégation en boules. Carrière de Diélette (Manche).	384-385
	2. Désagrégation en boules du granite porphyroïde de la Margeride. Allenc (Lozère)	
—	XLI. 1. Éboulement du Rossberg dans la vallée de Goldau, 2 septembre 1806.	384-385
	2. Sass-Songer, près Corvara (Tyrol méridional)	
—	XLII. 1. Vallon de la Moutière près Fours (Basses-Alpes), encombré par des éboulis	384-385
	2. Torrent de Poche, près Jausiers (Basses-Alpes)	
—	XLIII. Coulée de boue dans le haut du torrent de Poche, près Jausiers (Basses-Alpes)	384-385
—	XLIV. 1. Effets du ruissellement sur les dépôts glaciaires du vallon de Valauria, près Théus (Hautes-Alpes)	384-385
	2. Pyramides coiffées (demoiselles) d'Orbanne, près Pontis (Basses-Alpes).	
—	XLV. 1. Rocher et route des Bains, près Digne.	392-393
	2. Dépôt de sources calcaires chaudes de Hammam-Meskoutine (département de Constantine)	

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

PLANCHE XLVI. Le mur de Tanaron (Basses-Alpes). 392-393
— XLVII. Grandes dunes du Grand Erg, région de l'Ouar. 392-393
— XLVIII. 1. Palmeraie de Guerzin, vallée de la Saoura (Sahara Oranais), envahie par les dunes 392-393
2. Barkhanes de la Joya (alt. 1 380 m), entre Mollendo et Arequipa (Pérou méridional). 392-393
— XLIX. La mer de sable à Beni-Abbès (Sahara Oranais) 392-393
— L. Cailloux façonnés par l'usure éolienne 394-395
— LI. Corrosion par ruissellement à la surface de gypses saccharoïdes. 394-395
— LII. Oucane de Chabrières, près Chorges (Basses-Alpes) 394-395
— LIII. Marmite de l'Ubaye, pont de Méolans (Basses-Alpes) . . . 406-407
— LIV. Perte de la Valserine, près Bellegarde (Ain). 406-407
— LV. 1. Torrents embryonnaires de Saint-Sauveur, en face d'Embrun (Hautes-Alpes) 406-407
2. Torrent et village d'Ubaye (Basses-Alpes) 406-407
— LVI. Torrent du Riou Bourdoux. Vallée de l'Ubaye, en aval de Barcelonnette (Basses-Alpes). 410-411
— LVII. 1. Torrent de Réallon (Hautes-Alpes) vu de Savines. . . . 410-411
2. Cône de déjection du torrent de Savines (Hautes-Alpes). 410-411
— LVIII. 1. Partie des Basses-Vosges, vue de la ruine de Falkenstein, près Niederbronn (Alsace). 418-419
2. Vallées à fond plat des Basses-Vosges. Philippsbourg (Lorraine) 418-419
— LIX. 1. Gorges du Tarn. Le Détroit. 424-425
2. Gorges de l'Ardèche, près Ruoms, dans les calcaires de la série Oolithique supérieure 424-425
— LX. 1. Gorges de Gobantès (Andalousie) 424-425
2, 3. Cañon du Verdon (Basses-Alpes) 424-425
— LXI. Sommet du Mont Blanc et bassins d'alimentation des glaciers des Bossons et de Taconnaz, séparés par l'arête des Grands Mulets 440-441
— LXII. 1. Glaciers des Bossons et de Taconnaz. Massif du Mont Blanc 440-441
2. Glacier de Buar, près Odde (Norvège) 440-441
— LXIII. 1. La Mer de Glace 440-441
2. Extrémité inférieure de la Mer de Glace 440-441
— LXIV. Wellenkuppe et Gabelhorn (Valais) 440-441
— LXV. 1. Glacier du Mont de Lans vu du Plateau d'Emparis, près la Grave (Hautes-Alpes). 440-441
2. Chute de la Mer de Glace au Chapeau. 440-441
— LXVI. 1. Les Sept-Sœurs (Nordland). Vue partielle 458-459
2. Polis glaciaires du Nœredalsören, province de Bergen (Norvège). 458-459
— LXVII. 1. Aiguille du Dru 464-465
2. Buttes façonnées par l'érosion glaciaire 464-465
a) Gadmental (Alpes Bernoises). 464-465
b) Haute-vallée de la Dordogne en aval du Mont-Dore 464-465
— LXVIII. 1. La Meige et le vallon des Étançons (Oisans). 464-465
2. Vallée glaciaire de Norvège. Suledalsporten, Suledal. . 464-465

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

PLANCHE LXIX. 1. Valleuses dans la craie. Falaise entre Mers et le Bourg d'Ault (Somme). 2. Récif de Madréporaires. Entrée de Port Vila, île Vaté (Nouvelles-Hébrides) 480-481

— LXX. 1. Flèche dite le « Sillon de Talbert », près Tréguier (Côtes-du-Nord). Vue prise du Sillon vers la terre. 2. La Baie de Launay, près Paimpol (Côtes-du-Nord) . . . 480-481

— LXXI. 1. Le Fort Socoa, près Saint-Jean-de-Luz (Basses-Pyrénées). 2. Le Temple de Sérapis, à Pouzzoles. 480-481

— LXXII. 1. Conglomérats et schistes bottniens de Tammerfors. Vähä-Lima Teisko (Finlande). 2. Conglomérat bottnien de Tammerfors (Finlande). . . . 568-569

— LXXIII. 1. Gneiss préladogien. Pitkäranta (Finlande) . . . . . 2. *Eozoon canadense*. Archéen. Côte Saint-Pierre (Canada) . 568-569

— LXXIV. *a*) *Archæocyathus Marianus* (Espagne) . . . . . *b*) *Protopharetra radiata*. Iglesias (Sardaigne). . . . . *c*) *Coscinocyathus verticillus*. San Pietro, près Masua (Sardaigne). 588-589

— LXXV. 1. Grès à *Eophyton*. Cambrien inférieur. Lugnås (Suède). . 2. *Paradoxides spinosus*. Acadien. Skrey (Bohême) 588-589

— LXXVI. 1. Calcaires géorgiens renversés sur les schistes acadiens. Pont de Poussarou, près Saint-Chinian (Hérault) . . . 2. Calcaires lités du niveau de Néhou (Coblentzien) superposés à des calcaires coralligènes massifs, passant latéralement à des calcaires lités. Carrière de Baubigny (Manche). 604-605

— LXXVII. Galets striés dans une argile à blocaux glaciaire, à la base du Cambrien. Nan'tou sur le Yang-tse (Chine) . 616-617

— LXXVIII. Pistes en contre-moulages sur la face inférieure de dalles de grès ordoviciens (*Cruziana*). 624-625

— LXXIX. 1. Tigillites. Grès Armoricain. Mortain (Manche). . . . . 2. *Conularia pyramidata*. Grès de May (Ordovicien). May-sur-Orne (Calvados). 624-625

— LXXX. 1. Ardoisières dans les schistes d'Angers (Ordovicien) montrant la stratification et la schistosité. Trélazé (Maine-et-Loire) . . . . . 2. Conglomérat de base du Gedinnien reposant en discordance angulaire sur les quartzites cambriens. Roche aux Corpias, près Monthermé (Ardennes) 636-637

— LXXXI. 1. *Tentaculites gyracanthus*. Plaquette calcaire du Lower Helderberg (Dévonien inférieur). État de New-York . . 2. Grauwacke coblentzienne avec *Pleurodictyum problematicum* et *Tropidoleptus rhenanus*. Oberstadtfeld (Prusse Rhénane). 676-677

— LXXXII. 1. *Chonetes tenuistriata*. Dévonien inférieur, Saint-Jean (Mayenne) . . . . . 2. *Spirifer Verneuili*. Grès de Chemung (Dévonien supérieur). État de New-York. 676-677

— LXXXIII. 1. Plaque mince de calcaire à Fusulines permiens de Pong-Oua (Laos). . . . . 2. Surface polie des mêmes calcaires . . . . . 3. Calcaire à Fusulines ouraliens. Tsarev Kourgan (Russie). 748-749

— LXXXIV. 1. *Fenestella*. Schistes tournaisiens. Tournai (Hainaut) . . 2. *Orthotheles crenistria*, *Chonetes*. Schistes tournaisiens. Tournai (Hainaut) 748-749

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

PL. LXXXV. 1. Calcaires dinantiens. Bords de la Meuse, Dinant (Belgique) 768-769
2. Couches de houille stéphaniennes exploitées à ciel ouvert. Commentry (Allier) 768-769

— LXXXVI. 1. *Cordaites lingulatus*. Banc des Roseaux. Stéphanien supérieur, Commentry (Allier). 774-775

— LXXXVII. 1. *Productus cora* 790-791
2. *Spirifer Condor*. 790-791
Ouralien, Capinota, près Cochabamba, Bolivie (coll. A. Dereims). 790-791

— LXXXVIII. 1. Ruines du Fleckenstein près Lembach (Alsace). 798-799
2. Grès du Permien moyen à stratification torrentielle. Champenay (Alsace) 798-799

— LXXXIX. 1. *Walchia piniformis*. Autunien, Lodève (Hérault) 798-799
2. *Protriton petrolei* (larves de *Branchiosaurus*). Schistes de Muse autuniens. Millery, près Autun (Saône-et-Loire). 798-799

— XC. *Halobia halorica*., Calcaire de Hallstatt norien. Someraukogel, près Hallstatt (Haute-Autriche) 852-853

— XCI. *Chirotherium*. Traces de pas de Labyrinthodontes, contre-empreintes sur la face inférieure d'une dalle de grès. Trias inférieur. Fozières près Lodève (Hérault) 854-855

— XCII. 1. Bord méridional de la couverture triasique conservée sur le pourtour du massif du Champ du Feu. Vue prise du Mont-Saint-Jean, près Fouday (Alsace). 868-869
2. Conglomérats du Grès Vosgien : La Chatelaie, près Mélisey (Haute-Saône). — La Bouloye, près Belonchamps (Haute-Saône) 868-869

— XCIII. 1. Quartzites du Trias en couches verticales. Aiguille Noire, près Valloire (Savoie) 874-875
2. Sommets de calcaire triasique. Vallon de la Moutière, près Fours (Basses-Alpes) 874-875

— XCIV. 1. Calcaires du Wetterstein. Zugspitze et Hochwanner, vus de la Knorrhütte. 880-881
2. Dolomies ladiniennes. Tours de Vajolett, Rosengarten (Tyrol méridional) 880-881

— XCV. Massifs de Sella et du Langkofel vus du refuge de Raschötz, près St-Ulrich (Tyrol méridional) 880-881

— XCVI. Les Rosszähne, vus de la Seisser Alp (Tyrol méridional) . 880-881

— XCVII. Le Massif de Sella et le Grödener Joch, vu des Tschierspitzen 880-881

— XCVIII. 1. Sommet du Dachstein (Haute-Autriche). Calcaires du Dachstein noriens 884-885
2. Seuil entre Goisern (Haute-Autriche) et Alt-Aussee (Styrie). 884-885

— XCIX. 1. *Monotis salinaria*. Calcaires de Hallstatt noriens. Sirius Kogel, près Ischl (Haute-Autriche) 908-909
2. *Pseudomonotis Richmondiana*. Norien. Nouméa (Nouvelle-Calédonie) 908-909

— C. *Avicula contorta*. Plaquette calcaire du Rhétien. Toulon (Var). 944-945

— CI. 1. *Psiloceras planorbis*. Calcaires hettangiens. Nellinger Mühle, près Stuttgart (Würtemberg). 960-961
2. *Pecten valoniensis*. Grès hettangien. Valognes (Manche). 960-961

— CII. 1. Grès triasiques et calcaires liasiques, s'appuyant sur les micaschistes, sur le bord du Plateau central. Vue prise en dessous de la Jobernie, près Privas (Ardèche) . . . 976-977
2. Marnes du Lias moyen et supérieur, surmontées d'une corniche de calcaires bajociens. Cornus (Aveyron) . . 976-977

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

PLANCHE CIII.	1. Le Pas du Roc, près Saint-Jean-de-Maurienne. . . . . 2. Le Bourg-d'Oisans (Isère).	976-977
— CIV.	1. Quartier de Feston, près Digne . . . . . 2. Falaises argileuses de l'Oxfordien d'Auberville, près Dives (Calvados)	976-977
— CV.	Oolithe ferrugineuse à *Reineckeia anceps*, *Perisphinctes subbakeriæ*. Callovien supérieur. Saint-Laon (Vienne) . . .	1016-1017
— CVI.	Gorges du Tarn et Causse Méjean, vus du Point Sublime .	1020-1021
— CVII.	1. Falaise des bains d'Hennequeville (Calvados). . . . . 2. Falaise de la pointe du Ché, près La Rochelle.	1056-1057
— CVIII.	1. Falaise de la pointe du Ché, près La Rochelle . . . . 2. Plate-forme côtière au pied de la falaise de la pointe du Ché, près La Rochelle	1056-1057
— CIX.	1. Loser, vu de la Fludergraben Alp, près Altaussee (Styrie). 2. Trisselwand et lac d'Altaussee (Styrie)	1088-1089
— CX.	Sisteron (Basse-Alpes) et le goulot de la Durance.	1088-1089
— CXI.	1. Les quais de l'Isère à Grenoble, avec la terminaison méridionale du massif de la Chartreuse . . . . . 2. Montagne de Crussol, vue de Valence	1088-1089
— CXII.	1. L'Aï-Petri, bord du plateau de la Yaïla occidentale, près Aloupka (Crimée). . . . . 2. Aïou-Dag, près Yalta (Crimée), vu de la mer	1132-1133
— CXIII.	1. Vallée de l'Oule, en aval de la Charce (Drôme) . . . . 2. Col des Champs, près Colmars (Basses-Alpes)	1192-1193
— CXIV.	1. Crête des Aravis, vue des Confins, près la Clusaz (Haute-Savoie) . . . . . 2. Cap Croisette et île Maire, près Marseille . . . . . 3. Bec de l'Aigle et île Verte	1196-1197
— CXV.	1. Le Mont-Aiguille, près Clelles (Isère) . . . . . 2. Le Caoumé, versant du Revest, près Toulon	1196-1197
— CXVI.	1. Carrière de Sebi, près Kufstein (Tyrol) . . . . . 2. Colle della Soné, Alpe Puez, près Corvara (Tyrol méridional).	1204-1205
— CXVII.	*Actinostromaria stellata* Mun-Chalm. Stromatoporidé du Cénomanien. Ile Madame (Charente-Inférieure) . . .	1242-1243
— CXVIII.	1. *Sphærulites* (*Lapeirousia*) *Jouanneti*. Maestrichtien, Maine-Roi (Charente) . . . . . 2. Nodules calcaires à *Scaphites nodosus* et *Baculites* avec test nacré. Groupe de Fort Pierre (Maestrichtien). Chayenne-River, Black Hills (S. Dakota).	1308-1309
— CXIX.	1. Montagnes au Nord-Est de Château-Garnier, près Thoramc-Basse (Basses-Alpes). . . . . 2. Vallée de Gosau (Haute-Autriche)	1316-1317
— CXX.	1. Surface d'abrasion du Maestrichtien portant des lambeaux de Nummulitique moyen. Terre Nègre, près Royan (Charente-Inférieure). . . . . 2. Superposition directe du Lutétien au Crétacé supérieur. Kistenpass, Alpes de Glaris.	1408-1409
— CXXI.	1. *Cerithium funatum* (diverses variétés). Sparnacien. Épernay, Marne. . . . . 2. *Cerithium pleurotomoides*, *Cerithium tricarinatum* mut. *crispiacensis*, *Melongena subcarinata*. Sables auversiens de l'horizon de Mortefontaine. Crépy-en-Valois (Oise).	1440-1441

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

PL. CXXII. 1. *Nummulites elegans-planulatus, Alveolina oblonga.* Sables de Cuise (Londinien), Cuise-Lamotte (Oise) 1440-1441
2. *Nummulites lævigatus-Lamarcki.* Lutétien inférieur, Soissonnais 1440-1441

— CXXIII. 1. Superposition directe du Calcaire Grossier (Lutétien) à l'Argile Plastique (Sparnacien). Carrière de Vaugirard, commune de Vanves (Seine). 1440-1441
2. Gypse et série des marnes supragypseuses (Ludien et Sannoisien). Carrière de Cormeilles-en-Parisis (Seine-et-Oise). 1440-1441

— CXXIV. 1. Col de Talon (Basses-Alpes). 1472-1473
2. Lac d'Allos (Basses-Alpes). 1472-1473
3. Annot (Basses-Alpes) 1472-1473

— CXXV. Grès auversiens à *Sabalites andegaviensis* 1532-1533

— CXXVI. *Potamides Lamarcki.* Calcaires rupéliens, Aurillac (Cantal). 1536-1537

— CXXVII. *Prolebias cephalotes.* Nummulitique supérieur. Aix-en-Provence 1544-1545

— CXXVIII. 1. Marnes et grès du Sahélien. Korn ech Chems, près de l'embouchure de la Mlouya (Maroc oriental) 1652-1653
2. Argiles fossilifères du Plaisancien. Tétouan (Maroc) . . 1652-1653
3. Grès mollassique à *Rotuloidea fimbriata* (Néogène supérieur) discordant sur le Berriasien. Entre Mogador et le cap R'ir.. 1652-1653

— CXXIX. 1, 2. Exploitation de pétrole dans le Néogène moyen et supérieur. Bustenari, près Campina (Roumanie). 1680-1681
3. Rive nord-ouest des Dardanelles 1680-1681

— CXXX. Vertébrés du Néogène supérieur des bords de l'Omo (Afrique centrale). 1728-1729

— CXXXI. 1. As de Gamla Upsala (Suède) 1788-1789
2. Excavations creusées par le glacier scandinave. Archipel de Stockholm 1788-1789

— CXXXII. 1. Butte de gneiss striée et moutonnée. Le Peyroux, près Champs (Cantal) 1824-1825
2. Dépression du Puy-en-Velay, avec le volcan quaternaire de Denise. Vue prise du rocher Corneille vers le nord. 1824-1825

— CXXXIII. 1. Terrasses fluvio-glaciaires de la Durance. Rive droite en aval de Sisteron 1848-1849
2. Amphithéâtre morainique du Poët (Hautes-Alpes) traversé par la Durance. Vue prise à l'ouest de Thèze. . 1848-1849

— CXXXIV. Grès sableux du Sicilien de Ficarazzi, près Palerme, avec *Cyprina islandica, Dosinia lincata, Pecten subclavatus, Pecten opercularis*, etc. 1860-1861

— CXXXV. 1. Bord oriental du cratère de Santorin au nord de Phira. 1904-1905
2. Bord oriental du cratère de Santorin vu de la baie. . . 1904-1905

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION, 1. — *Bibliographie*, 5.

PREMIÈRE PARTIE

LES PHÉNOMÈNES GÉOLOGIQUES

CHAPITRE PREMIER. — **Le cycle des phénomènes géologiques** 9

Exemples de phénomènes géologiques, 9. — Lithogénèse, 12. — Orogénèse, 14. — Glyptogénèse, 16. — Succession des cycles, 18. — Tableau sommaire des périodes géologiques, 22. — *Bibliographie*, 22.

CHAPITRE II. — **Morphologie générale de la Terre** 23

Distribution actuelle des terres et des mers, 23. — Distribution des grandes profondeurs et des grandes altitudes, 26. — *Bibliographie*, 31.

CHAPITRE III. — **La vie sur les continents** 32

Les milieux et la vie, 32. — La vie dans les eaux douces, 33. — La vie sur le littoral, 36. — Faune des cavernes, 36. — La vie sur la terre ferme, 37. — Facteurs réglant la distribution géographique des êtres continentaux : 1° Facteurs édaphiques, 37. — 2° Facteurs climatiques, 39. — 3° Facteurs disjonctifs, 41. — *Bibliographie*, 45.

CHAPITRE IV. — **Provinces botaniques et zoologiques** 46

Régions climatiques : Zone boréale, 48. — Zones tempérées, 49. — Zone tropicale, 51. — Provinces zoologiques : Région holarctique ou circumpolaire, 54. — Région éthiopienne, 54. — Région orientale ou indo-malaise, 54. — Région sonorienne, 55. — Région sud-américaine ou Néogée, 56. — Région malgache, 57. — Région australienne, 59. — *Bibliographie*, 61.

CHAPITRE V. — **Caractères physiques du milieu marin** 63

Salure, 63. — Gaz en dissolution, 65. — Température, 66. — Mouvements superficiels, 67. — *Bibliographie*, 70.

CHAPITRE VI. — **Les conditions d'existence des êtres marins** 71

Présence ou absence de substratum solide, 71. — Actions mécaniques, 75. — Salure, 76. — Pression, 77. — Température, 77. — Lumière, 80. — Nourriture, 82. — Nature du fond, 83. — *Bibliographie*, 84.

CHAPITRE VII. — **Distribution géographique des êtres marins** 85

Divisions bionomiques du milieu marin, 85. — Facteurs secondaires réglant la distribution des êtres marins, 90. — Provinces zoologiques marines, 92. — *Bibliographie*, 94.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

CHAPITRE VIII. — **La formation des sédiments** 95

Généralités, 95. — Roches protogènes d'origine chimique, 97. — Roches protogènes d'origine organique, 101. — Roches deutogènes, 107. — *Bibliographie*, 110.

CHAPITRE IX. — **La diagenèse** 112

Dissolution, 112. — Recristallisation des éléments dissous, 113. — Formation des concrétions, 114. — Dolomitisation, 115. — Décomposition des silicates, 116. — Décomposition de la matière animale, 118. — Formation du phosphate de chaux, 118. — Minerai de fer des marais, 124. — Formation des carbures d'hydrogène, 124. — *Bibliographie*, 126.

CHAPITRE X. — **Les combustibles minéraux** 128

Généralités, 128. — Tourbe, 129. — Lignites, 130. — Bogheads et Cannel Coals, 131. — Houilles, 133. — Formation de la houille, 134. — Houilles autochtones, 137. — Alluvions végétales, 139. — Houilles marines, 140. — *Bibliographie*, 142.

CHAPITRE XI. — **Les faciès**. 144

Définition, 144. — Milieu continental, 148. — Milieu lagunaire et embouchures, 149. — Milieu marin, 149. — Formations néritiques, 149. — Formations bathyales, 152. — Formations abyssales, 153. — Conclusion, 156. — *Bibliographie*, 156.

CHAPITRE XII. — **Les géosynclinaux et les aires continentales** 157

Séries néritiques et séries bathyales, 157. — Notion du géosynclinal, 158. — Coïncidence de l'emplacement des chaînes de montagnes avec les géosynclinaux, 160. — Relations entre l'axe d'un géosynclinal et la direction des plissements ultérieurs, 163. — Situation des géosynclinaux par rapport aux masses continentales, 166. — Les aires continentales anciennes, 167. — *Bibliographie*, 170.

CHAPITRE XIII. — **Le métamorphisme**. 172

Caractères généraux des roches métamorphiques et principaux types, 172. — Conditions générales du métamorphisme, 175. — Géothermie, 178. — Relations du granite avec les roches encaissantes, 181. — *Bibliographie*, 191.

CHAPITRE XIV. — **Les plissements**. 193

Le diastrophisme, 193. — Étude des plis sur les coupes transversales, 194. — Plis simples, 195. — Groupements de plis, 198. — Étude des plis dans le sens longitudinal, 201. — Groupement des plis, 207. — Aire de surélévation et aires d'ennoyage, 210. — Plissements dans les masses hétérogènes, 213. — Hétérogénéité dans le sens horizontal, 213. — Hétérogénéité dans le sens vertical, 216. — Plissements successifs dans une même région, 217. — Détermination de l'âge d'un plissement, 219. — Superposition de plissements d'âge différent, 219. — Juxtaposition de plissements d'âge différent, 221. — *Bibliographie*, 222.

CHAPITRE XV. — **Déformations intimes des roches dans les mouvements orogéniques**. 224

Torsion, 224. — Pression, 227. — Laminage, 229. — Trituration, 233. — Dynamo-métamorphisme, 234. — *Bibliographie*, 235.

CHAPITRE XVI. — **Mouvements verticaux de l'écorce terrestre** 237

Failles et flexures, 237. — Étude des failles sur des coupes transversales, 238. — Étude des failles en plan, 241. — Failles simples, 241. — Groupements de failles, 242. — Relations des fractures avec les zones de plissement, 245. — Phénomènes accompagnant la production des failles, 248. — Sens absolu des mouvements verticaux de l'écorce terrestre, 249. — *Bibliographie*, 250.

CHAPITRE XVII. — **Les éruptions volcaniques** 251

Définition, 251. — Caractères physiques des produits volcaniques, 252. — Projections gazeuses, 252. — Projections solides, 253. — Coulées, 255. — Extrusion de laves acides, 256. — Divers types d'éruption, 257. — *Bibliographie*, 260.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

CHAPITRE XVIII. — **La structure des appareils éruptifs** 261

Dénudation des appareils volcaniques, 261. — Rôle des explosions dans la destruction des appareils volcaniques, 264. — Divers types de structure des cônes volcaniques, 266. — Coulées, 269. — Dykes, 271. — Cônes adventifs, 272. — Culots, 273. — Necks, 274. — Laccolithes, 276. — Age des éruptions, 278. — *Bibliographie*, 279.

CHAPITRE XIX. — **Fumerolles et sources thermales**. 280

Fumerolles, 280. — Émanations d'hydrocarbures, 283. — Sources hypogènes, 284. — Suffioni ou soufflards, 284. — Geysers, 285. — Sources thermales, 285. — Métamorphisme produit par les fumerolles et les sources thermales, 286. — Gites métallifères hydrothermaux, 288. — *Bibliographie*, 293.

CHAPITRE XX. — **Structure et composition des roches d'origine interne** . 294

Généralités, 294. — Éléments des roches d'origine interne, 295. — Structure des roches d'origine interne, 300. — Classification des roches éruptives, 302 (tableau, 296-297). — Composition chimique des roches, 304. — Provinces pétrographiques, 307. — Différenciation des magmas, 308. — *Bibliographie*, 312.

CHAPITRE XXI. — **Distribution géographique des volcans. Théories du volcanisme** 313

Distribution géographique des volcans, 313. — Morcellement des continents, 319. — Origine des laves, 322. — Origine des émanations gazeuses, 324. — Ascension des produits volcaniques, 326. — La pyrosphère et la barysphère, 327. — *Bibliographie*, 330.

CHAPITRE XXII. — **Les tremblements de terre** 331

Généralités, 331. — Effets visibles des tremblements de terre, 332. — Étude méthodique des sismes, 336. — Sismographes et sismogrammes, 338. — Causes des tremblements de terre, 341. — Répartition géographique des sismes et relation avec les dislocations de l'écorce terrestre, 345. — Mouvements verticaux, 345. — Mouvements tangentiels, 347. — Origine des tremblements de terre sous-marins, 350. — *Bibliographie*, 351.

CHAPITRE XXIII. — **Les eaux souterraines** 352

Les eaux souterraines, 352. — Nappes aquifères, 355. — Sources, 357. — Phénomènes de dissolution, 360. — Phénomènes d'hydratation, 364. — Phénomènes d'oxydation, 365. — Décomposition des silicates, 366. — Dépôts souterrains, 366. — Cémentation, 368. — *Bibliographie*, 369.

CHAPITRE XXIV. — **Action des agents atmosphériques**. 371

1° ALTÉRATION ET DÉSAGRÉGATION, 372. — Altération et désagrégation physiques, 372. — Altération et désagrégation chimiques, 373. — Altération et désagrégation dues aux organismes, 376. — Formes du terrain dues à la désagrégation, 378.

2° ABLATION ET TRANSPORT, 379. — Rôle de la pesanteur. Éboulis, 380. — Éboulements, 383. — Coulées de boue, 384. — Ablation par le ruissellement, 385. — Ablation et transport par le vent, 387. — Déflation, 387. — Transport, 388.

3° CORRASION ET CORROSION, 392. — Corrasion, 392. — Corrosion, 395.

4° SÉDIMENTATION, 399. — Formations éluviales, 399. — Dépôts de sources, 400. — Dépôts de ruissellement, 401. — Formations éoliennes, 401. — *Bibliographie*, 403.

CHAPITRE XXV. — **Action des eaux courantes**. 406

Érosion et déblaiement, 406. — Les torrents, 407. — Tronçons successifs d'un cours d'eau, 412. — Dénudation par les eaux courantes, 417. — Migration des lignes de partage et capture, 419. — Action des eaux courantes sur des roches de composition variée, 424. — Action des eaux courantes dans les régions plissées, 426. — Cycles d'érosion successifs et formation des terrasses, 429. — Sédimentation, 433. — *Bibliographie*, 434.

CHAPITRE XXVI. — **Les glaciers** 437

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Répartition géographique et principaux types, 437. — Calottes glaciaires, 438. — Glaciers encaissés ou glaciers proprement dits, 440. — Origine et caractères physiques de la glace du glacier, 441. — Marche du glacier et ses causes, 443. — Ablation de la glace, 447. — Variations de régime, 450. — Phénomènes de transport et de sédimentation, 453. — Phénomènes de corrosion, 457. — Ancienne extension des glaciers, 461. — Preuves de la multiplicité des invasions glaciaires, 464. — Hypothèses relatives aux causes des périodes glaciaires, 466. — *Bibliographie*, 469.

CHAPITRE XXVII. — **Les actions littorales** 472

Données générales, 472. — Ablation, 472. — Transport et sédimentation, 476. — Estuaires et deltas, 478. — Formation du seuil continental, 482. — Récifs coralliens, 484. — Nature des organismes constructeurs, 484. — Conditions favorables à l'établissement des récifs, 485. — Diverses catégories de récifs coralliens, 486. — Théories relatives aux récifs coralliens, 488. — *Bibliographie*, 489.

CHAPITRE XXVIII. — **Les déplacements des lignes de rivage** 491

Preuves de déplacements récents des lignes de rivage, 491. — Transgressions et régressions marines, 493. — Causes des déplacements des lignes de rivage, 497. — Oscillations absolues du niveau des mers, 498. — Oscillations du sol, 500. — Loi des transgressions et des régressions, 504. — Mouvements orogéniques et épirogéniques, 507. — *Bibliographie*, 509.

CHAPITRE XXIX. — **Les théories orogéniques** 511

Sens des mouvements orogéniques, 511. — Mode d'action des poussées tangentielles, 513. — Localisation des phénomènes de plissement, 518. — Réseau pentagonal, 518. — Réseau orthogonal, 520. — Système tétraédrique, 521. — Localisation des zones de plissement sur l'emplacement des géosynclinaux, 524. Résultats acquis, 526. — Les deux hypothèses, 533. — *Bibliographie*, 535.

DEUXIÈME PARTIE

LES PÉRIODES GÉOLOGIQUES

CHAPITRE XXX. — **Principes généraux de la Stratigraphie** 539

1° NOTIONS STRATIGRAPHIQUES ANTÉRIEUREMENT ACQUISES, 539.

2° DIVISIONS CHRONOLOGIQUES, 542. — Grandes périodes des anciens auteurs, 542. — Caractères paléontologiques des grandes périodes : Ère Primaire, 544; — Ère Secondaire, 545; — Ère Tertiaire, 546; — Ère Quaternaire, 547. — Révolutions du Globe, 547. — Évolution des êtres et continuité géologique, 548. — Rôle des migrations, 550. — Choix des coupures, 552. — Corrélation des faunes, 554.

3° PRINCIPES DE LA NOMENCLATURE STRATIGRAPHIQUE, 558. — Classifications locales et classification générale, 558. — Hiérarchie des termes, 559.

4° PLAN ADOPTÉ DANS L'ÉTUDE DES PÉRIODES, 562.

Bibliographie, 563.

CHAPITRE XXXI. — **Périodes antécambriennes** 565

1° PÉRIODE ARCHÉENNE, 566. — Délimitation et subdivisions, 566. — Éléments lithologiques, 567. — Traces organiques, 569. — Extension géographique de l'Archéen : Amérique du Nord, 570; — Europe septentrionale, 572; — Chine, 574. — Extension géographique des terrains cristallophylliens d'âge indéterminé : Europe centrale et méridionale, 574; — Afrique et Amérique du Sud, 575; — Madagascar, Inde péninsulaire, Australie, 575; — zone des plissements alpins, 575. — Conclusions générales, 575.

2° PÉRIODE ALGONKIENNE, 576. — Délimitation et subdivisions, 576. — Éléments lithologiques, 576. — Restes organiques, 577. — Extension géographique de l'Algonkien : Amérique du Nord, 578; — Europe septentrionale,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

580; — Chine, 582; — Europe centrale, 583. — Conclusions générales, 583. — Conditions climatiques, 584; — Mouvements orogéniques, 585.
Bibliographie, 586.

CHAPITRE XXXII. — **Période Cambrienne** 588

1° CARACTÈRES GÉNÉRAUX, 588. — Caractères paléontologiques, 588. — Principaux faciès, 593. — Délimitation et subdivisions, 594.

2° RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET PRINCIPAUX TYPES, 596. — *Province Nord-Atlantique* : Régions atlantiques de l'Amérique du Nord, 597; — Écosse et Nord-Ouest de la Scandinavie, 597; — Cambrien baltique, 599; — Pays de Galles, 602; — Massif Ardennais et Thuringe, 602. — *Europe centrale et méridionale* : Massif Armoricain, 603; — Bohème, 604; — Montagne Noire, 604; — Espagne et Portugal, 605; — Sardaigne, 605. — *Asie et Australie* : Sibérie, 606; — Chine, 606; — Inde, 607; — Australie, 607. — *Amérique du Nord* : Versant Pacifique, 609; — Sud des États-Unis, 610; — Appalaches, 611; — Amérique Arctique, 611, — *Amérique du Sud et Afrique*, 612.

3° RÉSULTATS GÉNÉRAUX, 612. — Résultats paléogéographiques, 612. — Provinces zoologiques, 614. — Phénomènes glaciaires, 616. — Mouvements orogéniques et épirogéniques, 617. — Phénomènes volcaniques, 618.
Bibliographie, 619.

CHAPITRE XXXIII. — **Période Silurienne**. 622

1° CARACTÈRES GÉNÉRAUX, 623. — Caractères paléontologiques, 623. — Principaux faciès, 626. — Délimitation et subdivisions, 628.

2° RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET PRINCIPAUX TYPES DE L'ORDOVICIEN, 631. — *Europe septentrionale* : Écosse, 631; — Norvège, 631; — Scanie, 632; — Scandinavie centrale, 632; — Pays de Galles, 633; — Ardenne, 634; — Thuringe, 634; — Pologne, 634. — *Europe centrale et méridionale* : Bohème, 635; — Massif Armoricain, 635; — Montagne Noire, 636. — Alpes orientales, 637; — Pyrénées et Péninsule ibérique, 637; — Sardaigne, 637. — *Asie et Australie* : Sibérie, 638; — Chine, 638; — Himalaya et Birmanie, 639; — Australie et Nouvelle-Zélande, 639. — *Amérique* : Ouest des États-Unis, 640. — Versant atlantique, 640; — Région mississipienne, 642; — Canada central et Amérique arctique, 643. — *Amérique du Sud et Afrique*, 644.

3° RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET PRINCIPAUX TYPES DU GOTHLANDIEN, 644. — *Europe septentrionale* : Écosse, 645; — Norvège, 646; — Scanie et île de Bornholm, 646; — Scandinavie centrale, 646; — Timan et Podolie, 648; — Angleterre, 649; — Pas-de-Calais et Ardenne, 650; — Allemagne du Nord et Pologne, 650. — *Europe centrale et méridionale* : Bohème, 651; — massif Armoricain, 651; — Montagne Noire, 652; — Pyrénées et Péninsule Ibérique, 652; — Sardaigne et île d'Elbe, 652; — Alpes orientales, 652; — Balkans, 653. — *Asie et Australie* : Sibérie, 653; — Chine, 653; — Turkestan, Himalaya, Birmanie, 653; — Australie, Tasmanie, Nouvelle-Zélande, 654. — *Amérique du Nord* : Versant atlantique, 654; — États de New-York et du Centre, 654; — Canada central et Amérique arctique, 656. — *Amérique du Sud et Afrique* : Brésil, 657; — Afrique du Nord, 657.

4° RÉSULTATS GÉNÉRAUX, 658. — Résultats paléogéographiques, 658. — Provinces zoologiques, 660. — Climats, 662. — Mouvements orogéniques et épirogéniques, 663. — Phénomènes volcaniques, 666.
Bibliographie, 667.

CHAPITRE XXXIV. — **Période Dévonienne**. 672

1° CARACTÈRES GÉNÉRAUX, 672. — Caractères paléontologiques, 672. — Principaux faciès, 676. — Délimination et subdivisions, 677. — Division en zones, 679.

2° RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET PRINCIPAUX TYPES, 683. — *Régions Nord-Atlantiques* : Nord de l'Écosse, 684; — Écosse méridionale et Cheviot Hills, 685; — Pays de Galles et Shropshire, 685; — Scandinavie, 685; — Ile aux Ours, Spitzberg, 686. — Groenland et Amérique arctique, 686; — Acadie, 687. — *Bande dévono-rhénane* : Ardenne, 687; — Pas-de-Calais, 690; — Devonshire, 691; — Massif schisteux Rhénan, 692; — Harz, 695; — Saxe, Silésie, Moravie,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

695; — Pologne, 696. — *Bande de Bohême et d'Armorique* : Bohême, 696; — Massif Armoricain, 698; — Bande synclinale du Cotentin, 698; — Bande synclinale de Brest-Laval, 698; — Bande synclinale d'Angers, 699; — Bande synclinale d'Ancenis, 700; — Nord du Plateau central, 700; — Vosges, 701. — *Sud-Ouest de l'Europe* : Montagne Noire, 701; — Pyrénées, 702; — Espagne, 702; — Baléares, 703; — Sardaigne, 703; — Ile d'Elbe, 703. — Alpes orientales : Région de Graz, 703; — Alpes Carniques, 704. — *Europe orientale* : Roumanie, 705; — Podolie, 705; — Russie occidentale et centrale, 706; — Timan, 706; — Oural, 707. — *Asie et Australie* : Sibérie, 708; — Asie centrale, 709; — Chine, 709; — Asie méridionale, 710; — Australie, 711; — Bord Pacifique, 711. — *Amérique du Nord* : Bord Pacifique, 712; — Canada central et Amérique arctique, 713; — Centre des États-Unis, 713; — Est des États-Unis, 713. — *Amérique du Sud et Afrique* : Cordillère des Andes, 719; — Malouines, 719; — République Argentine, 719; — Brésil, 720; — Afrique australe, 721; — Afrique du Nord, 722.

3° Résultats généraux, 724. — Résultats paléogéographiques, 724. — Provinces zoologiques, 726. — Climat, 729. — Mouvements orogéniques et épirogéniques, 729. — Phénomènes volcaniques, 735.

Bibliographie, 737.

Chapitre xxxv. — **Période Anthracolithique**. 743

1° Caractères généraux, 744. — Caractères paléontologiques, 744. — Principaux faciès, 749. — Délimitation et subdivisions, 750. — Divisions basées sur la flore, 757.

2° Répartition géographique et principaux types du Carbonifère, 759. — *Russie et Europe boréale* : Russie centrale, 759; — Bassin de Donetz, 760; — Oural, 760; — Pinega et Timan, 761; — Ile aux Ours, 761; — Spitzberg, 761. — *Europe Calédonienne* : Grande-Bretagne, 762; — Belgique et Nord de la France, 764; — Rive droite du Rhin, 768. — *Europe Hercynienne* : Massif Armoricain, 770; — Bassin de Saarbrück, 771; — Vosges et Forêt Noire, 772; — Plateau central, 773; — Montagne Noire, Pyrénées, Basse-Provence, 774; — Corse, Italie, Basse-Provence, 775; — Alpes occidentales, 776; — Alpes orientales, 776; — Karpates, Alpes Dinariques, péninsule Balkanique, 777; — Asie Mineure, Perse et Crimée, 778. — *Afrique septentrionale* : Sinaï et Égypte, 779. — Sahara, 779. — *Asie centrale et orientale* : Sibérie occidentale, 781; — Turkestan, 781; — Chine, 782; — Yunnan et Tonkin, 783; — Himalaya, 783; — Indes orientales et Japon; 783. — *Amérique du Nord* : Amérique arctique, 784; — Alaska et Colombie Britannique, 784; — Ouest des États-Unis, 784; — États du Centre, 786; — Appalaches, 789; — Bord atlantique, 790. — *Amérique centrale et méridionale*, 790. — *Australie*, 792.

3° Répartition géographique et principaux types du Permien, 792. — *Europe boréale et orientale* : Spitzberg, 792; — Bassin de la Dvina et de la Volga, 792; — Oural, 793; — Bassin du Donetz, 794. — *Europe septentrionale et centrale* : Allemagne du Nord, 795; — Angleterre, 796. — *Europe centrale* : Massif Armoricain, 797; — Bassin de Saarbrück, 797; — Vosges et Forêt Noire, 797; — Bohême, 798; — Nord du Plateau Central, 799; — Bord méridional du Plateau Central. — *Régions alpines et méditerranéennes* : Monte Pisano, 799; — Basse-Provence et Alpes-Maritimes, 800; — Alpes occidentales, 800; — Alpes orientales, 800; — Sicile, 802; — Pyrénées, 802; — Péninsule Ibérique et Atlas, 803. — *Asie* : Arménie et Perse, 803; — Turkestan, 804; — Sibérie occidentale, 804; — Chine et Tonkin, 804; — Himalaya, 805; — Salt Range, 806; — Indes orientales et Japon, 808; — Sibérie orientale, 809. — *Amérique du Nord* : Ouest, 809; — Centre, 809; — Appalaches, 810; — Bord atlantique, 810. — *Hémisphère sud et Inde péninsulaire* : Australie et Nouvelle-Zélande, 811; — Inde, 812; — Madagascar, 814; — Afrique australe, 814; — Brésil et République Argentine, 815.

3° Résultats généraux, 816. — Résultats paléogéographiques, 816. — Provinces zoologiques, 818. — Provinces botaniques, 822. — Climat, 824; — Conditions de la végétation houillère, 825; — Phénomènes glaciaires, 825; — Grès rouges et dépôts de précipitation chimique, 828. — Mouvements orogéniques et épirogéniques, 829. — Phénomènes volcaniques et métamorphisme, 837.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Bibliographie, 839.

CHAPITRE XXXVI. — **Période Triasique** 848

1° CARACTÈRES GÉNÉRAUX, 849. — Caractères paléontologiques, 849. — Principaux faciès, 854. — Délimitation et subdivisions, 855.

2° RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET PRINCIPAUX TYPES, 863. — *Europe centrale et occidentale* (Trias germanique) : Allemagne centrale et méridionale, 863; — Haute-Silésie et Pologne, 865; — Allemagne du Nord-Ouest et Scanie, 866; — Grande-Bretagne, 866; — Massif Armoricain, 866; — Pourtour de l'Ardenne et région Vosgienne, 866; — Jura, 869; — Nord-Ouest du Plateau Central, 870; — Bord sud-est et sud-ouest du Plateau Central, 870; — Basse-Provence, 871; — Pyrénées, Espagne, Baléares, 872; — Andalousie et Afrique du Nord, 873; — Sardaigne et Corse, 873; — Alpes occidentales, 874. — *Alpes orientales* (Trias alpin) : Haute-Bavière et Tyrol septentrional, 877; — Alpes autrichiennes, 878; — Alpes du Gailthal, 879; — Lombardie, 880; — Tyrol méridional, 880; — Recoaro, 883; — Alpes Juliennes, 884; — Hauts massifs des Alpes d'Autriche et de Salzbourg, 884; — Type de Hallstatt, 885. — Apennin méridional et Sicile, 888. — *Europe orientale* : Karpates, 889; — Dobrogea, 890; — Forêt de Bakony, 890; — Alpes Dinariques, 891; — Péninsule des Balkans; — Russie méridionale, 894. — Conclusions relatives aux nappes et aux zones isopiques du Trias alpin, 895. — *Régions boréales* : Ile aux Ours, 898; — Spitzberg, 899; — Sibérie septentrionale, 899. — *Asie occidentale*, 900. — Himalaya, 901. — Salt Range, 905. — Indo-Chine et Chine méridionale, 905. — Archipel Malais, 906. — *Régions circumpacifiques* : Japon, 907; — Baie d'Oussouri, 907; — Colombie Britannique, 907; — Californie, 908; — Nevada, 908; — Idaho, 909; — Mexique, 909; — Amérique du Sud, 909; — Nouvelle-Zélande, 909; — Nouvelle-Calédonie, 909. — *Trias continental du pourtour de l'océan Indien* : Australie, 910; — Inde péninsulaire, 910; — Afrique australe, 911. — Amérique du Nord, 911.

3° RÉSULTATS GÉNÉRAUX, 912. — Résultats paléogéographiques, 912. — Provinces zoologiques et botaniques, 913. — Mouvements orogéniques et épirogéniques, 917. — Phénomènes volcaniques et métamorphisme, 920.

Bibliographie, 921.

CHAPITRE XXXVII. — **Période Jurassique** 929

1° CARACTÈRES GÉNÉRAUX, 930. — Caractères paléontologiques, 930. — Principaux faciès, 935. — Limite inférieure (étage Rhétien), 939 : Caractères paléontologiques, 940; — Caractères stratigraphiques, 940; — Répartition géographique et principaux types, 941. — Subdivisions, 945.

2° RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET PRINCIPAUX TYPES DU SOUS-SYSTÈME LIASIQUE, 951. — *Europe occidentale*, 951. — Cuvette Germanique, 953; — Bord oriental de la cuvette Germanique, 956; — Bord septentrional de la cuvette, 956; — Angleterre centrale et méridionale, 957; — Bordure occidentale du bassin de Paris, 958; — Bord septentrional et oriental du bassin de Paris, 960; — Franche-Comté, Bourgogne et Lyonnais, 962; — Seuil du Poitou et régions voisines, 963; — Bassin de l'Aquitaine, 964; — Pyrénées, 966; — Bord septentrional de la Meseta Ibérique, 966; — Portugal, 967. — *Bassin du Rhône et Alpes occidentales* : Languedoc, 968; — Basse-Provence, 970; — Environs de Digne, 971; — 1re zone des Chaînes Alpines; — Zones internes des Chaînes Alpines, 974; — Alpes Suisses, 975. — *Segment oriental du système alpin* : Alpes de Lombardie, 977; — Bord septentrional des Alpes orientales, 979; — Nappe de Bavière, 979; — Nappes moyenne et supérieure, 980; — Région des Dolomies et Alpes Vénitiennes, 981; — Karpates, 982; — Alpes Dinariques et Grèce occidentale, 983. — *Rameau méridional du système alpin* : Apennin et Sicile, 984; — Afrique du Nord, 986; — Espagne méridionale et Baléares, 987. — *Europe orientale et Asie* : Plate-forme Russe, 988; — Balkans, Crimée, Caucase, 989; — Asie Mineure, Perse, Turkestan, 989; — Himalaya, 990; — Archipel Malais, 990; — Chine et Indo-Chine, 991; — Sibérie septentrionale, 991. — *Régions circumpacifiques* : Nouvelle-Zélande et Nouvelle-Calédonie, 991; — Japon, 992; — Amérique du Nord, 992; — Amérique du Sud, 992. — *Continent Nordatlantique*, 993. — *Continent de Gondwana*, 994. — *Afrique orientale et Madagascar*, 994.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

3° Répartition géographique et principaux types du groupe Oolithique inférieur, 995. — *Europe septentrionale et centrale* : Cuvette Germanique, 996; — Pourtour du massif de Bohême, 999; — Pologne et Lithuanie, 1001; — Plate-forme Russe, 1002; — Ile d'Andö, 1004; — Nord de la Grande-Bretagne, 1004. — *Europe occidentale* : Angleterre méridionale, 1005; — Normandie, 1007; — Boulonnais, 1010; — Ardenne, 1010; — Lorraine, 1011; — — Vallée du Rhin, 1012; — Franche-Comté et Jura Suisse, 1013; — Bordure nord-est du Plateau central, 1014; — Détroit du Poitou, 1015; — Bassin de l'Aquitaine, 1017; — Pyrénées, 1018; — Bord septentrional de la Meseta Ibérique, 1018; — Portugal, 1018. — *Bassin du Rhône et Alpes occidentales* : Bas-Languedoc, 1019; — Causses, 1019; — Ardèche, 1020; — Basse-Provence, 1021; — Basses-Alpes et Hautes-Alpes, 1023; — Dauphiné septentrional, Savoie, Alpes Vaudoises, 1024; — Alpes Suisses, 1025. — *Segment oriental du système alpin* : Bord septentrional des Alpes orientales, 1027; — Alpes de Lombardie, 1027; — Nappe de Bavière, 1028; — Nappe du Dachstein, 1028; — Tyrol méridional et Vénétie, 1028; — Karpates, 1029; — Alpes Dinariques, 1031; — Balkans, 1031. — *Rameau méridional du système alpin* : Apennin et Sicile, 1031; — Atlas, 1031; — Andalousie et Baléares, 1032; — Sardaigne, 1032. — *Plateau désertique* : Sud Tunisien, 1033; — Abyssinie, 1034; — Syrie, 1034. — *Russie méridionale et Asie* : Donetz, 1034; — Pays transcaspiens, 1035; — Crimée, 1035; — Caucase, 1035; — Perse, Béloutchistan, 1036; — Inde, 1036; — Archipel Malais et Nouvelle-Zélande, 1037; — Moluques, 1037; — Japon, 1038; — Sibérie orientale, 1038. — *Continent Nordatlantique* : Terre François-Joseph, 1038; — Terre du Roi Charles, 1039; — Groenland, 1040. — Montagnes Rocheuses, 1040. — *Bord pacifique de l'Amérique* : Alaska, 1041; — Chili et République Argentine, 1042. — *Afrique orientale et Australie* : Afrique orientale, 1043; — Madagascar, 1044; — Australie occidentale, 1044.

4° Répartition géographique et principaux types du groupe Oolithique moyen, 1045. — *Europe septentrionale* : Plate-forme Russe, 1045; — Petchora et Novaïa Zemlia, 1046; — Terre du Roi Charles et Spitzberg, 1046. — *Sillon de l'Europe centrale*, 1047 : Allemagne méridionale et Jura Argovien, 1048; — Pourtour du massif de Bohême et de Pologne, 1050; — Jura méridional, 1051; — Languedoc et Chaînes Subalpines, 1052; — Alpes calcaires suisses, 1053; — Klippen de la Basse-Autriche et des Karpates, 1054. — *Zone des récifs lusitaniens et kimeridgiens* : Allemagne du Nord, 1055; — Angleterre, 1056; — Normandie, 1056; — Boulonnais, 1057; — Ardenne, 1058; — Est du bassin de Paris, 1058; — Bourgogne et Berry, 1060; — Chaîne du Jura, 1061; — Détroit du Poitou et Bassin de l'Aquitaine, 1063; — Golfe des Causses, 1064; — Péninsule Ibérique, 1065. — *Sillon des Dinarides* : Nappes des Alpes calcaires septentrionales et nappes internes des Karpates, 1066; — Alpes méridionales, 1067; — Apennin et Sicile, 1067; — Afrique du Nord, 1068; — Andalousie et Baléares, 1069. — *Plateau désertique* : Abyssinie et pays des Somalis, 1070; — Arabie, 1070; — Syrie, 1070. — *Europe orientale* : Péninsule Balkanique, 1070; — Dobrogea, 1070; — Galicie, 1071; — Donetz, 1071; — Manguychlak, 1071; — Crimée, 1071; — Caucase, 1072. — *Asie méridionale* : Asie Mineure, 1072; — Perse, 1072; — Inde, 1072. — *Pourtour de l'Océan Pacifique* : Japon, 1073; — Californie, 1073; — Mexique, 1073; — Amérique du Sud, 1074. — *Afrique orientale et Madagascar* : Afrique orientale anglaise et allemande, 1074; — Madagascar, 1074.

5° Répartition géographique et principaux types du groupe Oolithique supérieur, 1075. — *Type boréal dans l'Europe septentrionale* : Plate-forme Russe, 1076; — Andö, 1078; — Yorkshire et Lincolnshire, 1078. — *Europe occidentale* : Allemagne du Nord, 1079; — Angleterre méridionale, 1081; — Boulonnais, 1082; — Pays de Bray, 1084; — Haute-Marne et Yonne, 1084; — Chaîne du Jura, 1085; — Bassin de l'Aquitaine, 1086; — Meseta Ibérique, 1086. — *Sillon de l'Europe centrale* : Fosse vocontienne, 1087; — Bord externe de la chaîne des Alpes, 1089. — *Récifs périphériques du sillon de l'Europe centrale* : Franconie et Souabe, 1090. — Randen, Argovie, 1093; — Jura méridional et Salève, 1093; — Isère, 1094; — Bas-Languedoc, 1095; — Catalogne, 1096; — Basse-Provence, 1096; — Zone du Briançonnais et lambeaux de recouvrement de l'Ubaye, 1096; — Nappes supérieures des Alpes Suisses, 1097; — Zone

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

beskide et subbeskide des Karpates, 1098. — *Sillon des Dinarides* : Nappe de la brèche du Chablais, 1099; — Nappe du Piémont, 1099; — Zone du Piémont, 1099; — Lombardie et Tyrol méridional, 1099; — Nappe de Bavière, 1100; — Chaîne Pennine et Tatra, 1100; — Alpes Vénitiennes, 1101; — Nappes supérieures des Alpes calcaires septentrionales, 1102; — Hongrie, 1102; — Apennin, Sicile et Sardaigne, 1102; — Afrique du Nord, 1104; — Andalousie et Baléares, 1104. — *Europe orientale* : Péninsule Balkanique, 1105; — Karpates méridionales, 1105; — Crimée, 1106; — Caucase, 1106. — *Régions arctiques* : Oural septentrional, 1107; — Terre du Roi Charles et Spitzberg, 1107; — Groenland oriental, 1107; — Sibérie septentrionale, 1107. — *Asie méridionale* : Inde, 1108; — Archipel Malais, 1108. — *Régions circumpacifiques* : Nouvelle-Zélande et Nouvelle-Calédonie, 1109; — Alaska et Colombie Britannique, 1109; — Californie, 1109; — Texas, 1109; — Mexique, 1110; — Amérique du Sud, 1110. — *Afrique orientale*, 1111. — *Centre des États-Unis*, 1112.

6° Résultats généraux, 1112. — Résultats paléogéographiques, 1112. — Provinces zoologiques, 1116. — Climats, 1122. — Mouvements orogéniques et épirogéniques, 1124. — Transgressions et régressions marines, 1129. — Phénomènes volcaniques et métamorphisme, 1133.

Bibliographie, 1135.

Chapitre xxxviii. — **Période Crétacée** 1153

1° Caractères généraux, 1154. — Caractères paléontologiques, 1154. — Principaux faciès, 1159. — Limite inférieure, 1161. — Subdivisions, 1163.

2° Répartition géographique et principaux types du groupe Éocrétacé, 1171. — *Europe septentrionale* : Russie orientale, 1171; — Yorkshire et Lincolnshire, 1173; — Allemagne du Nord, 1174; — *Bassin Anglo-Parisien et Jura* : Jura, 1178; — Bourgogne, 1181; — Bord sud-est du bassin de Paris, 1181; — Nord de la France et Belgique, 1184; — Sud de l'Angleterre, 1186. — *Bassin du Rhône et Alpes occidentales* : Fosse vocontienne, 1188; — Géosynclinal dauphinois, 1192; — Savoie, 1193; — Chartreuse et Vercors, 1194; — Valentinois et Languedoc septentrional, 1195; — Languedoc méridional, 1196; — Basse-Provence, 1196; — Récapitulation, 1199. — *Alpes Suisses* : Série autochtone, 1200; — Nappes helvétiques, 1200; — Nappes inférieures des Préalpes, 1202. — *Alpes orientales* : Zone du Flysch, 1203; — Nappe de Bavière, 1203; — Alpes méridionales, 1203. — *Pourtour de la Méditerranée occidentale* : Apennin et Sicile, 1205; — Tunisie et Algérie, 1206; — Maroc, 1208; — Espagne méridionale et Baléares, 1210; — Portugal, 1211; — Aragon, 1212; — Catalogne, 1212; — Zone Nord-Pyrénéenne, 1213. — *Europe orientale* : Alpes Dinariques et Grèce, 1214; — Nappes supérieures des Karpates, 1215; — Nappe inférieure des Karpates, 1215; — Karpates méridionales, 1216; — Banat et Serbie, 1217; — Balkans, 1217; — Bulgarie septentrionale et Dobrogea, 1218; — Crimée, 1218; — Caucase, 1219; — Steppe d'Astrakhan et district Transcaspien, 1220. — *Asie et Australie* : Perse, 1220; — Asie Mineure, 1220; — Béloutchistan et Afghanistan, 1220; — Inde, 1221; — Archipel Malais, 1221; — Australie, 1222; — Japon, 1222. — *Asie septentrionale*, 1222. — *Continent Nord-Atlantique* : Terre du Roi Charles, 1223; — Spitzberg, 1223; — Groenland, 1223; — Région atlantique des États-Unis, 1224; — Bassin du Mississipi, 1224; — Montagnes Rocheuses, 1224. — *Versant pacifique de l'Amérique* : Alaska, 1224; — Colombie Britannique et Californie, 1225; — Texas, 1225; — Mexique, 1226; — Vénézuéla et Colombie, 1227; — Pérou et Chili septentrional, 1228; — Andes Chilo-Argentines, 1228; — Patagonie, 1229; — Terre de Graham, 1229. — *Afrique orientale et Madagascar* : Afrique australe, 1230; — Baie Delagoa, 1231; — Afrique orientale allemande, 1231; — Madagascar, 1231; — Pays des Somalis et Abyssinie, 1232.

3° Répartition géographique et principaux types de la série Mésocrétacée, 1232. — *Nord-Ouest de l'Europe* : Allemagne du Nord-Ouest, 1232; — Régions Baltiques, 1234; — Iles Britanniques, 1234; — Massif ardennais, 1235; — Centre du bassin de Paris, 1236; — Sud-Est du bassin de Paris, 1238; — Sud-Ouest du bassin de Paris, 1240; — Cotentin, 1241; — Bassin de l'Aquitaine, 1241. — *Zone des plissements pyrénéens et alpins*, 1243 : Pyrénées, 1244; — Basse-Provence, 1245; — Alpes-Maritimes et Sud des Basses-Alpes, 1248;

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

— Bassin du Rhône, 1250; — Géosynclinal alpin, 1252; — Chaînes calcaires du Dauphiné et de la Savoie, 1253; — Jura et détroit Morvano-Vosgien, 1257; — Alpes Suisses, 1259; — Alpes orientales, 1260. — *Europe orientale* : Russie centrale, 1261; — Pologne, Podolie, Russie méridionale, 1262; — Massif de Bohême, 1262; — Zones externes des Karpates, 1263; — Zones internes des Karpates, 1263; — Chaîne des Balkans, 1264; — Plateau bulgare et Dobrogea, 1264; — Crimée, 1265; — Caucase, 1265; — Serbie, 1265; — Alpes Dinariques, 1266; — Grèce, 1266. — *Pourtour de la Méditerranée occidentale* : Apennin et Sicile, 1266; — Tunisie et Algérie, 1268; — Maroc, 1275; — Espagne méridionale, 1275; — Aragon et Catalogne, 1276; — Vieille Castille, 1276; — Provinces Basques et Asturies, 1277; — Portugal, 1277. — *Plateau désertique* : Sahara Algérien et Tunisien, 1278; — Tripolitaine, 1279; — Égypte, 1279; — Sinaï, 1280; — Palestine et Syrie, 1280; — Arabie, 1281; — Sokotora, 1281. — *Chaînes de l'Asie méridionale* : Asie Mineure, 1281; — Manghychlak et Turkestan, 1282; — Chaîne Turkmène, 1282; — Perse septentrionale, 1282; — Perse méridionale, 1282; — Branche orientale de l'arc Iranien, 1283; — Himalaya et Tibet, 1283; — Arc Malais, 1284. — *Continent Australo-Indo-Malgache* : Région septentrionale de l'Inde péninsulaire, 1284; — Inde méridionale, 1284; — Assam, 1286; — Madagascar, 1286; — Australie, 1287. — *Géosynclinal circumpacifique* : Nouvelle-Zélande, 1288; — Nouvelle-Calédonie, 1288; — Japon, 1288; — Sakhaline, 1288; — Alaska, 1289; — Colombie Britannique, 1289; — Oregon et Californie, 1289; — Terre de Graham, 1291. — *Terres arctiques*, 1292. — *Type atlantique dans les deux Amériques*, 1291 : Centre des États-Unis, 1292; — Canada, 1292; — Texas, 1293; — Mexique, 1294; — Vénézuéla, Colombie et Pérou, 1294. — République Argentine, 1295; — Brésil, 1295. — *Afrique équatoriale et australe* : Sénégal et Soudan, 1296; — Cameroun, 1296; — Congo et Angola, 1297; — Zululand, 1297; — Mozambique, 1297; — Afrique orientale allemande, 1298.

4° RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET PRINCIPAUX TYPES DU GROUPE NÉOCRÉTACÉ, 1298. — *Nord-Ouest de l'Europe* : Allemagne du Nord, 1298; — Régions baltiques, 1301; — Iles Britanniques, 1301; — Bord septentrional du massif Ardennais, 1302; — Bassin de Paris, 1304; — Touraine, 1306; — Cotentin, 1308; — Bassin de l'Aquitaine, 1308. — *Zone des plissements pyrénéens et alpins* : Pyrénées, 1309; — Basse-Provence, 1312; — Alpes-Maritimes et Sud des Basses-Alpes, 1313; — Bassin du Rhône, 1313; — Géosynclinal alpin, 1315; — Hautes Chaînes calcaires du Dauphiné et de la Savoie, 1315; — Jura et détroit Morvano-Vosgien, 1317; — Alpes Suisses, 1317; — Alpes calcaires septentrionales, 1318; — Alpes centrales, 1321; — Alpes calcaires méridionales, 1322. — *Europe orientale* : Pologne, Russie centrale et méridionale, 1323; — Zone externe des Karpates, 1324; — Zones internes des Karpates, 1324; — Chaîne des Balkans, 1325; — Plateau bulgare et Dobrogea, 1326; — Crimée, 1326; — Caucase, 1327; — Serbie, 1327; — Alpes Dinariques, 1327; — Grèce, 1328. — *Pourtour de la Méditerranée occidentale* : Apennin et Sicile, 1328; — Tunisie et Algérie, 1329; — Maroc, 1332; — Espagne méridionale, 1332; — Aragon et Catalogne, 1332; — Vieille Castille, 1333; — Provinces Basques et Asturies, 1334; — Portugal, 1334. — *Plateau désertique* : Sahara algérien et tunisien, 1335; — Tripolitaine, 1335; — Égypte, 1335; — Suez et Sinaï, 1336; — Palestine et Syrie, 1336. — *Chaînes de l'Asie méridionale et centrale*, 1336 : Asie Mineure, 1337; — Manghychlak et Bokharie, 1337; — Turkestan, 1337; — Chaîne Turkmène, 1337; — Perse septentrionale, 1337; — Perse méridionale, 1337; — Branche orientale de l'arc Iranien, 1338; — Himalaya et Tibet, 1340; — Arc Malais, 1340. — *Continent Australo-Indo-Malgache* : Nord-Ouest de l'Inde péninsulaire, 1341; — Inde méridionale, 1341; — Madagascar, 1343; — Australie, 1345. — *Géosynclinal circumpacifique* : Nouvelle-Zélande, 1345; — Nouvelle-Calédonie, 1345; — Nouvelle-Guinée, 1346; — Japon, 1346; — Sakhaline, 1346; — Alaska, 1346; — Vancouver et Colombie Britannique, 1346; — Californie, 1346; — Chili, 1347; — Patagonie méridionale, 1348; — Terre de Graham, 1348. — *Terres arctiques*, 1349. — *Type atlantique dans les deux Amériques* : Est des États-Unis, 1350; — Centre des États-Unis, 1351; — Canada, 1351; — Texas, 1352; — Mexique, 1352; — Antilles, 1352; — Venézuela, Colombie et Pérou, 1353; — République Argentine, 1353; — Brésil, 1354. —

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Afrique équatoriale et australe : Sénégal et Soudan, 1354; — Cameroun, 1354; — Angola, 1355; — Afrique australe, 1355.

5° Résultats généraux, 1356. — Résultats paléogéographiques, 1356. — Provinces zoologiques et climats, 1361. — Mouvements orogéniques et épirogéniques, 1371. — Phénomènes volcaniques et métamorphisme, 1375.

Bibliographie, 1377.

Chapitre xxxix : **Période Nummulitique** 1397

1° Caractères généraux, 1398. — Caractères paléontologiques. 1398. — Principaux faciès, 1401. — *Limite inférieure*, 1403 : Danemark et Scanie, 1404; — Russie orientale, 1405; — Belgique, 1405; — Bassin de Paris, 1406; — Pyrénées, 1408; — Languedoc, 1409; — Basse-Provence, 1409; — Istrie et Dalmatie, 1410; — Afrique du Nord, 1411; — Asie méridionale, 1412; — Bord pacifique des deux Amériques, 1412; — Région centrale de l'Amérique du Nord, 1413; — Patagonie, 1414; — Récapitulation, 1416; — *Subdivisions*, 1417.

2° Répartition géographique et principaux types, 1422. — *Série Éo- et Mésonummulitique du bassin Anglo-Parisien*, 1422. — *Série Néonummulitique de l'Europe septentrionale*, 1443 : Allemagne du Nord, 1444; — Bassin de Mayence, 1445; — Belgique, 1447; — Angleterre, 1447; — Bassin de Paris, 1448; — Plaine d'Alsace, 1451. — *France occidentale* : Cotentin, 1455; — Basse-Loire, 1456; — Bassin de Bordeaux, 1458. — *Pyrénées et Languedoc* : Biarritz, 1461; — Chalosse, 1463; — Région de Pau et Hautes-Pyrénées, 1464. — Petites Pyrénées, 1464. — Ariège, 1465; — Corbières, 1465; — Bord méridional de la Montagne Noire, 1466; — Versant méridional des Pyrénées, 1467. — *Versant occidental et septentrional de la chaîne des Alpes*, 1468 : Zones externes des Alpes Delphino-Provençales, 1469; — Zone axiale dans les Alpes Delphino-Provençales, 1473; — Zone externe des Alpes de Savoie et Alpes Vaudoises, 1474; — Zone interne des Alpes de Savoie et nappes préalpines, 1476; — Zone autochtone des Alpes Suisses, 1476. — Nappes helvétiques, 1477; — Nappes des Préalpes, 1478; — Zone du Flysch, 1480; — Nappe de Bavière, 1481. — *Dinarides* : Sicile, 1482; — Italie méridionale, 1483; — Apennin central et septentrional, 1484; — Ligurie et Piémont, 1484; — Lombardie et Tyrol méridional, 1486; — Véronais et Vicentin, 1486; — Zone de la Drave, 1490; — Frioul, 1491; — Istrie et Dalmatie, 1491; — Herzégovine et Albanie, 1492. — *Europe orientale* : Russie méridionale et orientale, 1493. — Oust-Ourt, 1494; — Oural oriental, 1494; — Zones externes des Karpates septentrionales, 1495; — Zones externes des Karpates méridionales, 1495; — Zones internes des Karpates septentrionales, 1496; — Balkans, 1497; — Dobrogea, 1497; — Crimée, 1497; — Caucase, 1498. — Hongrie centrale, 1498; — Transylvanie, 1499; — Bosnie orientale et Serbie occidentale, 1501; — Macédoine et Roumélie, 1501; — Thessalie, 1501. — *Bord méridional et occidental de la Méditerranée* : Égypte, 1502; — Tunisie, 1503; — Algérie, 1504; — Maroc, 1506; — Espagne méridionale, 1507; — Baléares, 1508; — Sardaigne, 1508; — Corse, 1508. — *Chaînes de l'Asie méridionale* : Asie Mineure, 1509; — Transcaucasie, 1509; — Perse, 1509; — Béloutchistan et Inde occidentale, 1510; — Turkestan, 1511; — Tibet et Himalaya, 1511; — Birmanie, 1512. — *Pourtour de l'Océan Indien* : Syrie et Palestine, 1513; — Arabie, 1513; — Côte des Somalis, 1513; — Sokotora, 1513; — Afrique orientale, 1514; — Madagascar, 1514; — Inde péninsulaire, 1514; — Australie, 1515. — *Régions circumpacifiques* : Bornéo, 1516; — Sumatra, 1517; — Java, 1517; — Moluques, 1517; — Célèbes, 1518; Philippines, 1518; — Nouvelle-Guinée, 1518; — Nouvelle-Calédonie, 1518; — Nouvelle-Zélande, 1519; — Japon, 1519; — Alaska, 1519; — Washington et Oregon, 1520; — Californie, 1520; — Amérique centrale, 1521; — Pacifique méridional, 1521. — *Rivages atlantiques* : Groenland, 1522; — Est des États-Unis, 1522; — Rives du golfe du Mexique, 1523; — Mexique, 1524. — Antilles, 1524; — Amérique du Sud, 1525; — Sénégal, 1526; — Soudan, 1526; — Cameroun, 1526; — Angola, 1526. — *Continent Nordatlantique* : Centre des États-Unis, 1526; — Bassin Anglo-Parisien, 1530; — Plateau Central, 1534; — Vallée du Rhin, 1536; — Bohême, 1537; — Allemagne du Nord, 1537; — Bassin de l'Aquitaine, 1538; — Phosphorites du Quercy, 1541; — Languedoc, 1542; — Bas-Languedoc, 1543; — Basse-Provence et vallée du Rhône, 1544; —

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Bord externe des Alpes occidentales, 1546; — Jura Suisse, 1547; — Lyonnais, 1548; — Souabe et Franconie, 1548; — Alpes orientales, 1548; — Hongrie, 1549; — Ligurie, 1550; — Espagne, 1550; — Baléares, 1551; — Récapitulation, 1551. — *Continents de l'hémisphère austral* : Patagonie, 1553; — Égypte, 1556; — Birmanie, 1558; — Australie, 1558.

3° Résultats généraux, 1558. — Résultats paléogéographiques, 1558. — Provinces zoologiques et climats, 1562. — Mouvements orogéniques et épirogéniques, 1569. — Phénomènes volcaniques et métamorphisme, 1576.

Bibliographie, 1578.

Chapitre xl. — **Période Néogène** 1590

1° Caractères généraux, 1590. — Caractères paléontologiques, 1590. — Principaux faciès, 1602. — Délimitation, 1604. — Subdivisions, 1607.

2° Répartition géographique et principaux types, 1610. — *Versant atlantique de l'Europe* : Bassin de l'Aquitaine, 1610; — Nord-Ouest de la France, 1613; — Belgique, 1616; — Allemagne du Nord-Ouest, 1618; — Angleterre, 1619. — *Bassin du Rhône et régions alpines* : Languedoc et Roussillon, 1621; — Vallée du Rhône, 1623; — Alpes-Maritimes, 1629; — Chaînes subalpines, 1630; — Suisse, 1631; — Allemagne du Sud, 1632; — Bassin extra-alpin de Vienne, 1633; — Bassin intraalpin de Vienne, 1636; — Styrie et Carinthie, 1638; — Vénétie, 1639. — *Pourtour de la Méditerranée occidentale* : Piémont et Ligurie, 1640; — Versant adriatique de l'Apennin, 1643; — Versant tyrrhénien de l'Apennin, 1643; — Calabre et Sicile, 1646; — Malte, 1646; — Tunisie et Algérie orientale, 1647; — Algérie occidentale, 1648; — Maroc septentrional, 1652; — Espagne méridionale, 1653; — Baléares, 1655; — Catalogne, 1655; — Corse et Sardaigne, 1656. — *Europe orientale* : Russie méridionale, 1657; — Bord oriental du Massif de Bohême, 1664; — Karpates septentrionales, 1665; — Karpates roumaines, 1666; — Dobrogea et Bulgarie orientale, 1669; — Transylvanie, 1669; — Massif Banatique, 1670; — Balkans, 1671; — Bassin Pannonique, 1671; — Égéide, 1676; — Ceinture dinarique de l'Égéide, 1679. — *Asie centrale et méridionale* : Région aralo-caspienne, 1682; — Transcaucasie et Perse septentrionale, 1685; — Asie Mineure et Chypre, 1685; — Arménie et Perse, 1686; — Béloutchistan et Inde occidentale, 1686. — Birmanie, 1686; — *Pourtour de l'Océan Indien* : Égypte et Syrie, 1687; — Afrique orientale allemande, 1689; — Madagascar, 1689; — Australie, 1689. — *Régions circumpacifiques* : Bornéo, 1689; — Sumatra, 1690; — Java, 1690; — Zones externes de l'Archipel Malais, 1691; — Moluques, 1691; — Nouvelle-Guinée, 1691; — Nouvelles-Hébrides, 1691; — Nouvelle-Zélande, 1691; — Philippines, 1692; — Japon, 1692; — Alaska et Oregon, 1692; — Californie, 1692; — Basse-Californie, 1693; — Pérou, 1694; — Chili, 1694; — Détroit de Magellan, 1695; — Terres antarctiques, 1695; — *Rivages atlantiques*, 1695 : République Argentine, 1696; — Est des États-Unis, 1697; — Rives du golfe du Mexique, 1697; — Antilles, 1698; — Amérique centrale, 1699; — Portugal, 1700; — Açores et Madère, 1702; — Canaries, 1702; — Angola, 1702. — *Formations continentales de l'hémisphère Nord*, 1702 : Spitzberg, 1703; — Amérique arctique, 1704; — États-Unis, 1704; — Versant atlantique de la France, 1706; — Bassin du Rhône et Languedoc, 1710; — Allemagne du Sud et Bohême, 1715; — Allemagne du Nord, 1716; — Autriche-Hongrie, 1716; — Roumanie et Russie méridionale, 1717; — Espagne et Portugal, 1718; — Italie, 1719; — Péninsule Balkanique et Archipel Grec, 1719; — Récapitulation, 1720; — Perse, 1722; — Inde occidentale, 1722; — Collines subhimalayennes, 1723; — Birmanie, 1724; — Asie centrale, 1724; — Chine, 1725; — Algérie et Tunisie, 1725; — Égypte, 1726; — Afrique centrale, 1727. — *Formations continentales de l'Amérique du Sud*, 1728.

3° Résultats généraux, 1729. — Résultats paléogéographiques, 1729. — Provinces zoologiques et climats, 1733. — Mouvements orogéniques et épirogéniques : Mouvements orogéniques, 1735; — Mouvements épirogéniques, 1737; — Effondrements, 1739. — Phénomènes volcaniques, 1741.

Bibliographie, 1745.

Chapitre xli. — **Période Quaternaire** 1760

1° Caractères généraux, 1761. — Principaux faciès, 1763. — Délimitation

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

et subdivisions, 1766 : Limite inférieure, 1766; — Limite supérieure, 1767; — Subdivisions basées sur les dépôts marins, 1767; — Subdivisions basées sur les formations glaciaires, 1768; — Subdivisions basées sur la succession des Mammifères terrestres, 1770; — Subdivisions basées sur la Paléontologie humaine, 1772; — Résumé, 1775.

2° Répartition géographique et principaux types, 1776. — *Europe septentrionale* : *a) Quaternaire ancien* : Formations marines et fluvio-marines du Sud-Est de la Grande-Bretagne, 1776; — Régions baltiques, 1778; — *b) Quaternaire moyen*, 1779 : Refroidissement et avancée du glacier, 1780; — Maximum de la glaciation, 1780; — Seconde période interglaciaire du Nord, 1781; — Troisième extension glaciaire et moraines baltiques, 1783; — Stades de retrait du glacier et moraines scandinaves, 1786; — Invasion marine, 1790; — *c) Quaternaire récent* : côte occidentale et septentrionale de la Norvège, 1794; — Environs de Christiania, 1794; — Bassin de la Baltique, 1795; — Scandinavie continentale, 1796; — Finlande et Russie septentrionale, 1797; — Danemark, 1798; — Allemagne du Nord, 1798. — *Europe occidentale et centrale en dehors des limites des glaciations scandinave et alpine* : Iles Britanniques, 1799; — Bords de la Manche, 1801; — Hollande et Belgique, 1803; — Allemagne centrale, 1804; — Bassin de Paris, 1807; — Vosges, Forêt-Noire et vallée du Rhin, 1813; — Souabe, 1818; — Bohème et Moravie, 1819; — Plateau Central, 1820; — Bassin de l'Aquitaine, 1824. — *Chaîne des Alpes*, 1832 : Alpes septentrionales, 1833; — Alpes Suisses et avant-pays, 1838; — Bassin du Rhône, 1843; — Bassin de la Durance, 1847; — Alpes méridionales, 1850; — Versant oriental des Alpes, 1853. — *Pourtour de la Méditerranée occidentale* : Languedoc, 1854; — Bouches-du-Rhône, 1855; — Alpes-Maritimes, 1856; — Italie méridionale et Sicile, 1861; — Tunisie et Algérie, 1863; — Péninsule Ibérique, 1864; — Baléares, 1865; — Cap de Creus, 1865; — Corse et Sardaigne, 1865. — *Europe orientale* : Russie centrale, 1866; — Roumanie et Russie méridionale, 1867; — Bassin Aralo-Caspien, 1867; — Mer Noire et mer de Marmara, 1868; — Égéide et ceinture Dinarique, 1869; — Chypre, 1870. — *Formations glaciaires en dehors de l'Europe*, 1870 : Amérique du Nord, 1871; — Islande, 1876; — Spitzberg, 1877; — Sibérie, 1877; — Asie méridionale et centrale, 1878; — Afrique, 1878; — Australie et Nouvelle-Zélande, 1879; — Amérique du Sud, 1879. — *Formations continentales (non glaciaires) en dehors de l'Europe* : Algérie, 1880; — Sahara algérien, 1881; — Tunisie, 1881; — Égypte et Syrie, 1881; — Inde, 1883; — Java, 1883; — Chine, 1885; — Japon, 1886; — Sud des États-Unis, 1886; — Mexique, 1887; — Équateur, 1888; — Brésil, 1888; — Bolivie, 1888; — République Argentine, 1888; — Afrique australe, 1890; — Madagascar, 1890; — Australie, 1891. — *Formations marines en dehors de l'Europe* : Océan Indien, 1891; — Rivages pacifiques, 1893; — Rivages atlantiques, 1894.

3° Résultats généraux, 1894. — Résultats paléogéographiques, 1894; — Climats et période glaciaire, 1897; — Mouvements orogéniques et épirogéniques, 1900; — Phénomènes volcaniques, 1903.

Bibliographie, 1906.

Index alphabétique des termes techniques et des noms usuels des formations géologiques 1925

Index alphabétique des noms géographiques. 1930

Index alphabétique des auteurs cités dans les listes bibliographiques. 1975

Table des figures et cartes 1984

Table des planches hors texte. 2001

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

ERRATA[1]

Page	22, ligne 14 (du bas),	*au lieu de :* 5e édit.	*lire :* 3e édit.
—	22, — 13 (du bas),	— 1828	— 1825.
—	22, — 2 (du bas),	— séries	— groupes.
—	29, — 3,	— immenses volcans	— sommetsgéants.
—	37, — 2 (du bas),	— [10]	— [9].
—	67, — 9,	— desé changes	— des échanges.
—	69, — 3 (du bas),	— 250 m	— 2,50 m.
—	72, — 12 (du bas),	— seconde	— première.
—	76, — 19 (du bas),	— Perches	— Arches.
—	83, — 7,	— radule	— radula.
—	105, — 5,	— la salure des eaux est considérable	— la salure des eaux est peu considérable.
—	105, — 20,	— entre	— entrent.
—	106, — 4 (du bas),	— la teneur diminue avec la profondeur	— la teneur diminue à mesure que la profondeur augmente.
—	135, — 7 (du bas),	— $C^6H^{10}O$	— C^9H^6O.
—	146, — 13,	— *Pachycardium*	— *Pterocardium*.
—	166, — 18,	— affaiblissement	— affaissement.
—	167, — 5 (du bas),	— fig. 36	— fig. 37.
—	172, — 1,	— Chapitre XII	— Chapitre XIII.
—	190, — 13,	— chloritisées	— chloritisés.
—	207, — 10,	— un d'e	— d'une.
—	221, — 2,	— W.-E.	— N.W.-S.E.
—	297, — 2 (du bas),	— *limbur*	— *limburgites*.
—	325, — 14,	— 26 640 kgr.	— 26 640 gr.
—	325, — 16,	— 1 000 000	— 1 000 000 000.
—	377, — 1,	— méconaitre	— méconnaitre.
—	419, — 11 (du bas),	— est	— ouest.
—	513, — 19,	— serait	— seront.
—	515, — 6,	— des 3/4	— de 1/4.
—	515, — 8,	— des 4/5	— de 1/5.
—	604, — 19,	— schites	— schistes.
—	633, — 9,	— *Obulus*	— *Obolus*.
—	723, — 4,	— 79	— 80.
—	779, — 25 (du bas),	— en tête de l'alinéa :	*Sahara*
—	782, — 22 (du bas),	— Nan-shan	— Nan-chan.

— 808, — 22, *ajouter :* il *à la fin de la ligne.*

— 852, transporter le mot *Microlestes* de la ligne 18 dans la ligne 29.

1. Une grande partie de ces corrections ont été effectuées dans le 2e tirage du tome I.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Page	929,	ligne	2, et titre-courant du chapitre,	*au lieu de :*	système Jurassique	*lire :*	période Jurassique.
—	997,	—	7 (du bas),	—	*Rineckeia*	—	*Reineckeia.*
—	1018,	—	20 (du bas),	—	Ontario	—	Ontoria.
—	1019,	—	22,	—	Bathonien	—	Bajocien.
—	1042,	—	6,	—	fosrme	—	formes.
—	1088,	—	10,	—	*Aspidocoras*	—	*Aspidoceras.*
—	1147,	—	14, (du bas),	—	*Meddelser*	—	*Meddelelser.*
—	1150,	—	18,	—	LIII	—	LII.
—	1206,	—	5 (du bas).	—	Teniel-el-Had	—	Teniet-el-Had.
—	1207,	—	22,	—	*striatosulcatus*	—	*striatisulcatus.*
—	1240,	—	13 (du bas).	—	*Lohayesi*	—	*Lahayesi.*
—	1321,	—	9,	—	*Caroti*	—	*Caroli.*
—	1330,	—	6,	—	*Auberti*	—	*Douvillei.*
—	1330,	—	7,	—	*Heberti*	—	*Auberti.*
—	1377,	—	8,	—	éocrétacées	—	néocrétacées.
—	1384,	—	22,	—	Sarazin	—	Sarasin.
—	1396,	—	14 (du bas),	—	Bedeutug	—	Bedeutung.
—	1396,	—	6 (du bas).	—	Iherzlolite	—	Iherzolite.
—	1438,	—	12 (du bas),	—	CXXI,1	—	CXXI,2.
—	1645,		légende de la figure,	—	Coupes	—	Coupe.
—	1661,		légende de la figure,	—	Bryozoaire	—	Bryozoaires.
—	1786,	—	11 (du bas),	—	Stade	—	Stades.

Planche	XXIX,	2,	ligne 2,	*au lieu de :*	Cantal	*lire :*	près le Puy-en-Velay.
—	LXVII,	3,	— 2,	—	en amont du Mont-Dore	—	en aval du Mont-Dore.
—	CXVI,	2,	— 4,	—	Zwischenkoff	—	Zwischenkoff.

Coulommiers. — Imp. Paul BRODARD.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC