

## NOTE SUR L'HISTOIRE GÉOLOGIQUE DES VOSGES

par M. A. de LAPPARENT.

L'histoire géologique de la région vosgienne a donné lieu dans ce siècle à bien des discussions, tant sur la manière dont s'est effectuée la mise en saillie de la contrée que sur l'époque où cette dislocation a pu se produire.

On sait que, pour Élie de Beaumont, le massif des Vosges et de la Forêt-Noire formait un grand dôme de soulèvement, dont la clef de voûte avait subi un effondrement linéaire, donnant naissance à la dépression rhénane. La dislocation s'était produite, suivant l'illustre géologue, immédiatement après le dépôt du grès vosgien ; de telle sorte que le grès bigarré serait venu recouvrir en discordance les pentes du grès des Vosges, aussi bien du côté de la Lorraine et de la Souabe que dans la fosse rhénane. Ultérieurement, des mouvements secondaires, affectant les dépôts formés dans cette fosse, avaient déterminé les inclinaisons diverses qu'on observe dans les paquets de terrains triasiques, jurassiques et tertiaires, appliqués au pied de la falaise vosgienne comme de celle de la Forêt-Noire.

Après bien des controverses, il avait fallu reconnaître que cette conception ne pouvait pas être maintenue. En 1877, M. Benecke (1), résumant le débat, était autorisé à conclure que les mers triasiques avaient dû recouvrir intégralement le massif. De cette façon, si le Muschelkalk et le Keuper faisaient défaut sur les parties culminantes, c'était simplement parce que l'érosion avait peu à peu dispersé la couverture du dôme. Mais il restait à savoir jusqu'où s'était poursuivie la submersion de la contrée.

Quelques-uns croyaient que, dès le début de la période liasique, une terre s'était dessinée sur cet emplacement, laissant seulement subsister, en son milieu, une dépression longitudinale, où les dépôts jurassiques avaient pu venir se loger. C'est notamment l'opinion que j'avais adoptée en 1887, au cours d'une conférence sur le sens des mouvements de l'écorce terrestre (2).

(1) *Abhandlungen zur geolog. Specialkarte von Elsass-Lothringen*, I.

(2) *Bulletin de la Société géologique de France*, 3<sup>e</sup> série, XV, p. 215.

Seulement, à l'expression de cette pensée, j'avais eu le tort de joindre une phrase malheureuse, dont les géologues allemands, en particulier M. Steinmann (1), et plus tard M. Branco (2), n'ont pas manqué de tirer contre moi un parti légitime. Je disais ne pas comprendre comment cette affirmation, que toutes les mers jurassiques avaient dû recouvrir les Vosges, pouvait se rencontrer sous la plume d'un géologue. Evidemment, c'était faire preuve d'une idée très insuffisante de l'ampleur que peuvent revêtir les phénomènes d'ablation. J'aurais dû songer que les mers sénoniennes, ou pour mieux dire les mers de toute la craie, ont passé du bassin de Paris dans celui du Rhône, par dessus ce détroit de la Côte-d'Or, qui n'en a cependant gardé aucun vestige, et que les exemples abondent aujourd'hui de destructions non moins considérables. Mieux instruit depuis lors par l'étude des cycles d'érosion, je me garderais bien, si j'étais à recommencer, d'écarter ainsi, par la question préalable, une affirmation en elle-même admissible, et à laquelle on ne doit demander qu'une chose : à savoir de se justifier par des preuves suffisantes.

Donc, en 1887, M. Steinmann énonçait très nettement cette proposition, que la submersion du pays avait duré jusqu'à la fin des temps jurassiques. Il contestait d'une façon absolue le caractère littoral que j'avais attribué aux dépôts liasiques de l'Alsace, et la ressemblance de ces dépôts avec ceux de la Souabe suffisait, à ses yeux, pour permettre d'affirmer que la même mer s'était étendue de la Lorraine à la Bohême.

J'avais fait observer que les beaux massifs coralliens de la Lorraine, si bien alignés du nord au sud, impliquaient l'existence d'une terre, ou tout au moins d'une chaîne d'îles, qui aurait servi de point d'appui aux constructions des polypiers. Mais M. Steinmann estimait que ces constructions avaient pu se projeter, en avant de l'éperon formé par le massif ancien du Palatinat, sans avoir besoin d'une protection latérale. En même temps, il tirait un puissant argument d'une très intéressante trouvaille, récemment faite dans le Grand Duché de Bade. Là, à plus de 1000 mètres d'altitude, à l'Alpirsbach, sur le flanc du Feldberg, point culminant de la Forêt-Noire, le hasard d'une galerie de recherche avait fait découvrir, dans une fente des schistes cristallins, une brèche faite de blocs calcaires, dont les fossiles représentaient tous les étages, depuis le muschelkalk jusqu'au bathonien.

(1) *Zur Entstehung des Schwarzwaldes*, Freiburg i. B., 1887.

(2) *Schwabens Vulkan-Embryonen*, Stuttgart, 1894.

Il n'était donc plus possible de contester la présence des mers jurassiques en ce point. On pouvait, il est vrai, limiter cette extension au bathonien; car, au dessous de la plaine alsacienne, les sondages n'ont jamais rencontré, à la base des alluvions ou des terrains tertiaires, aucun représentant du jurassique supérieur. Mais, pour M. Steinmann, cette absence se justifiait tout simplement par le fait, que la plaine rhénane correspondait à la partie centrale et culminante d'un ancien dôme, partie qui ne s'était effondrée qu'à l'époque tertiaire. Or, avant cette chute, c'est-à-dire pendant les temps crétacés, l'érosion, surtout efficace au sommet du dôme, aurait eu le temps d'en enlever toute trace du jura blanc primitivement déposé.

Depuis que cette controverse s'est produite, j'ai été amené à me rendre un compte exact de la répartition des sédiments secondaires dans la région, et il m'a semblé que cette répartition impliquait une histoire sensiblement plus variée que celle qui a été admise par le professeur de Fribourg. L'occasion d'en parler se présente d'autant plus naturellement qu'il y a peu de temps M. Branco, dans son étude sur les volcans embryonnaires de la Souabe, a repris la thèse de M. Steinmann, en cherchant à l'appuyer par d'assez spécieux calculs sur la marche progressive de l'ablation dans ce pays.

Je ne m'appesantirai pas ici sur les faits qui ont précédé la période triasique, rappelant seulement que la mer dinantienne baignait le pied des Vosges méridionales, du côté de Thann et de Bourbach, et que la contrée, plissée et redressée en hautes montagnes à la fin des temps westphaliens, puis disloquée par des fractures lors des éruptions permienues, n'a permis l'accès de la mer du Zechstein que tout à fait dans le nord, sur la Hardt, où cette mer venait expirer. J'arrive de suite à ce qui s'est passé pendant le Trias.

En premier lieu, il ressort de tous les travaux des géologues alsaciens et badois que la composition du Trias inférieur, dans les Vosges et la Forêt-Noire, diffère beaucoup de ce qui avait été admis jusqu'ici.

En effet, tout le monde regardait autrefois le grès vosgien comme le terme le plus ancien du Trias. Même son apparente concordance avec le grès rouge avait porté plus d'un auteur à le rattacher au Permien. Pour écarter définitivement cette assimilation, il avait fallu les observations faites dans le Spessart, où l'équivalent du grès vosgien est séparé du grès rouge par la formation marine du

Zechstein. On aurait pu, il est vrai, contester la valeur d'une identification faite à une aussi grande distance. Mais toute objection dut tomber le jour où M. Leppla fit voir que, dans la Hardt, un représentant atrophié du Zechstein subsiste entre le *rothliegendes* et un grès dont l'équivalence avec le grès des Vosges ne fait aucun doute.

Or, voici qu'aujourd'hui tous s'accordent (1) pour reconnaître que le trias inférieur ou werfénien n'est complet qu'en Souabe, dans l'Odenwald et dans la Hardt, où il se divise en trois assises, dont la plus ancienne est caractérisée par des grès de couleur claire, auxquels des taches disséminées d'oxydes de fer et de manganèse ont fait donner le nom de *grès tigrés*. Non-seulement cette première assise manque dans les Vosges, au sud du parallèle de Wasselonne; mais l'assise moyenne, représentée par le grès vosgien et ses conglomérats bien connus, y est privée de son terme inférieur, le conglomérat de base du versant wurtembergeois de la Forêt-Noire, où abondent les cailloux de schistes cristallins. C'est mieux encore dans le Brisgau. Là, le grès vosgien fait entièrement défaut, ainsi que ses conglomérats; et l'assise supérieure, celle du grès bigarré à *Voltzia*, n'est séparée de l'Archéen que par des grès blancs et rouges, dits *couches intermédiaires* (*Zwischenschichten*), parce qu'on a pu hésiter sur leur attribution au *röth* ou à l'assise moyenne. Enfin, à l'extrémité opposée du massif, à l'entrée de la Moselle dans le Luxembourg, près de Sierck, c'est le grès bigarré supérieur seul qui apparaît, comblant les inégalités d'un ancien sol où les couches dévoniennes se montrent fortement redressées. Encore, selon M. van Werveke, ce comblement n'a-t-il été que partiel, si bien que la pointe des îlots dévoniens demeurait encore émergée au début de la période du Muschelkalk moyen.

Ainsi, comme l'établissait en 1892 M. Andreae (2), la mer werfénienne, débordant les anciens rivages du Permien, a dû s'avancer progressivement dans la direction de l'ouest et du sud-ouest. Au début, elle respectait une île, située sur l'emplacement de la partie méridionale des Vosges et de la Forêt-Noire, et il est fort admissible que cette île ait porté une couverture de quartzites dévoniens,

(1) VOIF SCHALCH, *Beiträge zur Kenntniss der Trias am südöstlichen Schwarzwalde*, Diss. Schaffouse, 1873. — BENECKE, *Abhandlungen zur geol. Spezialkarte von Elsass Lothringen*, 1 (1877). — BENECKE und COHEN, *Geognostische Beschreibung der Umgegend von Heidelberg*, 1881. — F. K., *Geognostische Karte der Umgegend von Lahr*, 1884. — LEPSIUS, *Geologie von Deutschland*, 1889.

(2) *Mitteilungen der grossh. badischen geologischen Landesanstalt*, II.

comparables à ceux du Hunsrück. Il nous semble raisonnable d'admettre que la destruction sur place des éléments de l'île en question ait engendré les puissants conglomérats du grès vosgien, absolument comme la démolition d'une terre alpine aujourd'hui disparue a donné naissance aux conglomérats de la mollasse du Rigi. La grosseur des éléments des poudingues vosgiens n'admet pas un transport à de grandes distances, et l'absence de ces poudingues sur le versant méridional de la Forêt-Noire interdit, ce nous semble, d'en chercher le point de départ au sud. Tout plaide en faveur de torrents issus d'une terre alsacienne, et jetant de préférence leurs cailloux sur la Lorraine.

Cette terre avait-elle entièrement disparu à l'époque du werfénien supérieur? On peut se le demander en considérant l'abondance des végétaux, et spécialement des conifères, dans le grès bigarré supérieur de Soultz-les-Bains. Si les plantes terrestres peuvent être transportées à de grandes distances au large des embouchures, cette explication ne paraît pas convenir au cas du grès à *Voltzia*, qui n'est pas une formation d'estuaire. Or, à cette époque, le rivage occidental de la mer dépassait certainement Lunéville et Mirecourt, du côté de l'ouest, et il est à croire que la région jurassienne était submergée. Aussi peut-on, sans témérité, supposer que l'île qui fournissait les conifères du grès de Soultz se trouvait au cœur même des Vosges méridionales. Quoiqu'il en soit, l'île werfénienne, avant de disparaître, a dû subir quelques soubresauts, qui ressuscitaient en partie son relief. Ainsi s'expliqueraient les retours de fragments de schistes cristallins, que M. Vélain a signalés à diverses hauteurs dans le grès bigarré moyen.

Ce n'est donc pas tout à fait sans raison qu'Élie de Beaumont admettait un mouvement du sol à l'époque du grès des Vosges. Si ce mouvement n'est pas celui qui a imprimé à la région sa configuration définitive, du moins peut-on penser qu'il accusait, en ce point, une tendance à l'émersion, destinée à se manifester plus d'une fois par la suite.

Il est vrai qu'avec l'arrivée de la mer du muschelkalk, on voit l'île vosgienne disparaître. Encore faut-il remarquer que le *wellenkalk*, normalement développé en Souabe à l'état calcaire, a revêtu dans les Vosges, et là seulement, le faciès arénacé du grès coquillier ou *muschelsandstein*, indice certain de la proximité d'un rivage. Là encore, au lieu d'aller chercher ce rivage assez loin vers l'ouest, on pourrait penser que quelques îlots de grès bigarré, subsistant au centre du massif vosgien, fournissaient des éléments sableux

au grès coquillier, à la fois pour les environs de Domptail et de Plombières et pour le gisement remarquable d'Aubure (Altweier) au-dessus de Ribeauvillé.

Quant aux dépôts de charbon subordonnés aux grès keupériens, ce sont d'incontestables sédiments d'estuaire, qui nous obligent à admettre l'existence d'une côte tout près des gisements constatés. Réfléchissons maintenant que le gîte de Gouhenans (Haute-Saône) est, pour ainsi dire, au pied du Ballon d'Alsace, tandis que, dans la direction opposée, la présence des marnes irisées est certaine sous le Jura entier, ainsi que sous le plateau de Langres, à cent kilomètres de Gouhenans. Dans ces conditions, n'est-il pas difficile, sinon impossible, d'aller chercher ailleurs qu'au nord la place de la côte contre laquelle s'accomplissait le dépôt des matières végétales?

De cette façon, le phénomène des gîtes charbonneux, si fréquent à cette époque sur de vastes étendues, trahirait l'instabilité générale du fond de la mer, propre à expliquer le passage du régime franchement marin du virglorien au régime lagunaire du tyrolien.

Arrivons maintenant à l'époque rhétienne et à son représentant lorrain si uniforme, le grès infraliasique avec l'inévitable *bone-bed*. Ce grès commence à se montrer dans le Luxembourg belge et se déroule, comme un cordon continu, autour des Vosges françaises, jusque dans le Jura. Que ce soit une formation littorale, personne n'en peut douter. Que, dans le golfe (ou le détroit) du Luxembourg, le rivage de la mer rhétienne se soit trouvé au nord, et tout contre les affleurements actuels, c'est encore ce que personne ne contestera. Peut-on admettre que ce rivage septentrional suffise à expliquer la constance du caractère des dépôts jusque dans le Jura franc-comtois? Cela paraît bien difficile. D'autre part, voudrait-on, à partir de Villers-sur-Semois, où le grès va disparaître, chercher un autre rivage à l'ouest, en profondeur? Mais alors cela mènerait singulièrement loin, puisqu'on retrouve du rhétien en Cotentin et sur le bord septentrional du Plateau Central. On se figure mal un dépôt littoral, avec cordons d'ossements roulés, s'étendant, sans presque changer de caractères, depuis le méridien de Caen ou même celui de Châteauroux jusqu'au bord de la Bohême!

N'est-il pas beaucoup plus simple de voir, dans les Vosges mêmes, la place de l'ancienne terre, sous la protection de laquelle, ou plutôt aux dépens de laquelle, s'accumulait le grès infraliasique de la Lorraine? Non-seulement cela paraît simple, mais je dirai

que cette solution me semble s'imposer, si l'on considère les circonstances géologiques propres à la Haute-Alsace.

En effet, dans aucun des lambeaux tombés au pied de la falaise vosgienne, entre Thann et les environs de Strasbourg, *il n'existe le moindre représentant du Rhétien inférieur*. A cet égard, je n'ai pas voulu me contenter de l'absence de toute indication dans les auteurs ou sur les cartes existantes. J'ai eu soin de me renseigner auprès des géologues les plus compétents, notamment M. Steinmann et M. van Werveke. L'un et l'autre ont confirmé cette absence complète du Rhétien, aussi bien dans la Haute-Alsace que dans le Haut-Pays de Bade.

M. van Werveke a bien voulu m'écrire que, dans la localité classique de Winzfelden, à l'ouest de Rouffach, les marnes pierreuses du Keuper sont immédiatement surmontées par l'Hettangien, et qu'il paraît en être absolument de même à Sentheim, près de Thann. De la sorte, il faut aller jusqu'à Belfort pour trouver une représentation de l'étage. Kœchlin-Schlumberger l'avait indiqué près de cette ville, à Chalonvillar, et depuis lors M. Meyer (1) l'a revu à l'occasion de la construction d'un chemin de fer stratégique. Il a pu constater que le Rhétien était mal développé. Le grès qui le compose n'est pas accompagné de *bone-bed*; les fossiles y sont indistincts et les argiles qui le séparent du Sinémurien à gryphées ne contiennent pas de restes organiques. On sent une formation rudimentaire, qui n'atteindra son développement normal qu'au sud, en Franche-Comté.

Dans la direction opposée, c'est-à-dire au nord de Rouffach, c'est seulement à Rohrschwil, au delà de Ribeauvillé, qu'on commence à rencontrer, entre l'Hettangien et le Keuper, des argiles rouges, sans couches de grès, vraisemblablement identiques avec celles qui, en Lorraine, couronnent les *couches de jonction* de Levallois. M. van Werveke m'a écrit que ces argiles, qui ne se montrent pas au jour, ont été rencontrées dans un sondage, entrepris pour la recherche du pétrole. On les retrouve, également sans interposition de grès, recouvrant le Keuper à Mittelbergheim, au nord de Barr, ainsi que plus loin dans cette direction, à Rosheim.

Le grès continue à faire défaut aux environs de Sultz-les-Bains, et là encore, près de Balbronn (2), on voit seulement trois ou quatre mètres d'argile rouge s'interposer entre le Keuper et l'Hettangien à

(1) *Société belfortaise d'émulation*, 1893.

(2) A. STRUBER. *Mitteil der geol. Landesanstalt von Elsass Lothringen*, IV, p. 261.

*Psiloceras Johnstoni*. Mais plus loin, à Wasselonne, le grès rhétien atteint déjà une certaine puissance (1) et on le trouve très généralement dans toute la Basse-Alsace, sauf peut-être à Wilwisheim (2).

La signification de tous ces faits nous paraît extrêmement claire, si l'on admet que la mer rhétienne ait commencé par faire le tour des Vosges méridionales, passant d'un côté devant Belfort pour rejoindre la région alpine, de l'autre par la Basse-Alsace et la dépression du Kraichgau pour arriver en Souabe, et respectant une île au milieu. Mais, la transgression marine se faisant sentir, l'île, ou au moins son sillon central rhénan, aurait livré passage d'abord à la mer du Rhétien supérieur, où se seraient déposées des argiles rouges jusqu'à Ribeauvillé, ensuite à celle de l'Hettangien, laquelle aurait débordé sur toute l'Alsace.

Du côté de la Forêt-Noire, sur la région située au sud de Fribourg, le Keuper tout entier est bien développé dans les lambeaux secondaires, encadrés de failles, qu'on trouve collés contre le pied de la montagne, et il se termine par les marnes pierreuses qui forment d'ordinaire le couronnement de l'étage. Mais, par-dessus, le Rhétien fait complètement défaut. Ainsi, au sud de Staufen, où M. Lent (3) a pu observer des contacts bien nets, ainsi que près de Badenweiler et de Kandern, les calcaires à gryphées reposent immédiatement sur le Keuper, et même la zone à *Amplanorbis* n'a pas encore été rencontrée. Autrement dit, les circonstances seraient absolument les mêmes que dans la Haute-Alsace.

On aurait, il est vrai, la ressource d'admettre que cette suppression de certaines assises n'est qu'une apparence, due au laminage que les paquets sédimentaires ont subi dans leur chute, entre les cassures dont les parois les enserraient. Ce serait soutenable, à la rigueur, si la suppression portait capricieusement, tantôt sur une couche, tantôt sur une autre, ou si la couche supprimée était assez plastique pour se laisser laminer au point d'être réduite à rien. Mais le respect des probabilités interdit d'admettre que le Rhétien ait été la constante victime de ce phénomène, alors surtout qu'il s'agit dans l'espèce d'une couche de grès, bien moins susceptible que toute autre de se prêter à l'étirement.

Un peu plus au sud, dans le canton de Bâle, les choses sont différentes, et l'on approche évidemment d'un rivage. Ainsi, à Niederschönthal, près de Liestal, dans la basse vallée de l'Ergolz,

(1) *Ibid.*, III, p. 30.

(2) Observation de M. Schumacher, communiquée par M. van Werveke.

(3) *Mitteil. d. badischen geol. Landesanstalt*, II (1893).

Merian a observé (1), sous le calcaire à gryphées, des schistes marneux d'un gris foncé, qu'une mince couche d'argile rouge sépare d'un *bone-bed* à dents de poissons, ossements et coprolithes, avec une coquille bivalve indéterminable. Le tout repose sur les marnes bariolées du Keuper. Là, le grès rhétien manque et il y a transgression du *bone-bed*. Il est vrai qu'un peu plus à l'ouest, à Muttentz, du grès apparaît, et il en est encore de même autour de Langenbrück, dans le Jura bâlois. C'est seulement dans ce dernier district que le grès contient, de façon régulière, des empreintes de bivalves, à la vérité peu déterminables, mais analogues à celles que Quenstedt a figurées comme caractéristiques de la zone à *Avicula contorta*.

D'ailleurs, le grès ne s'avance pas loin vers l'est; car, à l'exception d'un point, dans la chaîne du Hauenstein, continue avec celle de Langenbrück, et où, d'après ce que m'écrivit M. Steinmann, M. Mühlberg a, tout récemment, réussi à le découvrir, il n'est pas une seule localité de l'Argovie où ni le grès rhétien ni le *bone-bed* soient visibles, même dans les coupes les plus nettes. De cette façon, une ligne nord-ouest, suivant à peu près la voie ferrée d'Olten à Bâle, marquerait l'endroit où venait expirer la mer rhétienne, qui baignait à ce moment, comme on sait, la contrée du Jura ainsi que celle des Préalpes vaudoises, fribourgeoises et bernoises. Et la répartition géographique relative du grès et du *bone-bed* tendrait à faire admettre que la partie supérieure de l'étage est transgressive sur la base, puisque la couche à ossements s'observe seule dans la vallée de l'Ergolz.

Quant au Dinkelberg, ce curieux paquet de Muschelkalk, plus ou moins haché de failles, mais demeuré horizontal, qui s'applique, à l'est de Bâle, contre le pied de la Forêt-Noire, il offre cette première particularité, que le Keuper, représenté seulement par des marnes bariolées, y est très peu puissant (au point même d'avoir été longtemps méconnu), comme si la mer tyrolienne n'était arrivée là qu'avec difficulté. Le Rhétien n'y a été constaté qu'en un seul point, près d'Adelhausen, où Sandberger (2) a indiqué la présence d'un grès jaune friable, avec intercalations argileuses. Ce gisement a fourni *Equisetum Münsteri*, *Tæniopteris Münsteri*; en même temps il s'y trouve un lit à ossements. Le caractère éminem-

(1) *Verhandlungen der naturforsch. Ges. zu Basel*, I (1837), p. 583. Nous devons la connaissance de ce fait, ainsi que beaucoup de renseignements relatifs à la région, à une très obligeante communication de M. le professeur Eck, de Stuttgart.

(2) *Neues Jahrbuch*, 1865, p. 207; 1867, p. 836.

ment littoral du dépôt n'est pas contestable. On peut le considérer comme un écart, correspondant au Rhétien supérieur, de la mer sud-occidentale dont la limite vient d'être définie.

Partout ailleurs, sur le Dinkelberg, le Rhétien échappe complètement à l'observation, si bien qu'en 1888 M. Boehm (1), ne voyant plus affleurer nulle part le grès qu'avait observé Sandberger, a pu croire que les marnes bariolées triasiques, toujours rudimentaires dans la région, supportaient directement les calcaires gris compacts d'Adelhausen et d'Hüsingen, riches en fossiles des zones à *Schlothemia angulata*, *Arietites Bucklandi* et *Belemnites acutus*. Quant à la zone à *Psiloceras planorbis*, sa présence n'a encore été constatée dans aucun des gisements hettangiens du Dinkelberg.

Les choses se passent donc exactement comme si, immédiatement après le virglorien, la région au nord de ce massif calcaire avait manifesté des tendances à l'émersion, laissant parfois *baver*, en quelque sorte, sur son bord, soit la mer du Keuper, soit celle de l'Hettangien supérieur, mais rejetant la plupart du temps, assez loin au sud-ouest, le rivage rhétien.

Il est vrai qu'on peut aussi admettre que le Keuper, primitivement déposé sur le Muschelkalk, en ait été presque totalement enlevé par la suite. Mais comme cette ablation a précédé le dépôt des couches hettangiennes, on ne peut guère assigner d'autre date que celle du Rhétien à l'émersion qui l'aurait provoquée. On a donc le choix entre une île exclusivement rhétienne ou une autre qui se serait dressée, avec des intermittences, dès le tyrolien, pour se constituer définitivement avec le Rhétien. Quelque parti que l'on prenne, l'émersion rhétienne n'en reste pas moins un fait acquis.

D'autre part, les géologues badois ont constaté l'absence totale du Rhétien sur les bords de la Wutach et dans le district du Randen. Or cela ne tient pas à une insuffisance dans la netteté des contacts visibles. En effet, à Beggingen, au nord ouest de Schafhouse, M. Schalch a pu constater récemment (2) que les marnes keupériennes ne sont séparées de la zone à *Psiloceras Johnstoni* que par 60 centimètres d'argile, couronnant un lit de 10 centimètres de calcaire gris-bleu. Et le *bone-bed*, que Merklein avait cru reconnaître précédemment dans le même district, à Unterhallau, n'existe pas, comme M. Schalch s'en est assuré par des fouilles.

Un peu plus au nord, à Fuetzen, il n'y a pas longtemps que la

(1) *Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg. i. B.* III.

(2) *Mitteil. der badischen geol. Landesanstalt*, III (1893). Communiqué par M. Eck.

construction du chemin de fer de Weizen à Immendingen a permis de reconnaître qu'il avait superposition directe de l'Hettangien au Keuper, en concordance absolue et sans la moindre anomalie de contact (1).

L'étage continue à manquer dans le Wurtemberg méridional, et pour le trouver enfin développé sous son facies normal, il faut aller jusqu'à Rottweil et surtout jusqu'à Tübingue. C'est alors que, dans le Schönbuch, entre Tübingue et Stuttgart, le rhétien prend la forme si nette du grès friable dit *Silbersandstein*, accompagné des couches à ossements.

Encore, même dans cette région classique, est-il assez capricieusement développé. Ainsi, près de Stuttgart, il fait défaut à quelques kilomètres seulement du Degerloch, où Plieninger a trouvé dans le *bone-bed* la célèbre molaire du *Microlestes antiquus*. Nombre de points des environs <sup>lais</sup> voir la zone à *Psiloc. planorbis* en contact immédiat avec le Keuper. D'ailleurs la région rhétienne ne va pas loin au nord-est, et on chercherait vainement la représentation de l'étage, entre le Lias et le Keuper, dans le pays qui relie la Souabe à la Franconie, par exemple aux environs d'Aalen.

Au delà de ce pays, vers le nord-ouest, les collines de la forêt de Löwenstein laissent voir une série d'*ouliers* extrêmes de l'Hettangien ou Lias  $\alpha$  des Allemands. Cet Hettangien, particulièrement sableux, et dont la base est formée par une argile à *Psiloceras*, repose directement sur les marnes pierreuses du Keuper (2). A peine si, par endroits, on trouve en dessous des plaquettes gréseuses à écailles de poissons et ossements, qui pourraient passer pour un rudiment du Rhétien supérieur. Comme cet étage a laissé dans le Stromberg, au sud d'Eppingen, un vestige qui se relie à l'affleurement connu de Langenbrücken (3), à l'entrée du Kraichgau, on peut penser qu'après une émergence du massif de la Forêt-Noire au début du Rhétien, la mer avait débordé sur le nord de Wurtemberg, pour rejoindre plus largement celle qui continuait à occuper la dépression rhénane.

Mais à peine se rapproche-t-on du massif ancien de la Bohême, certainement émergé à cette époque, qu'on voit le grès rhétien et le *bone-bed* reparaitre, d'abord près de Nordlingen, puis à Nuremberg, à Bamberg, à Baireuth, enfin à Cobourg. Très probablement, c'est

(1) SCHALCH. *Mitteil. der badischen geol. Landesanstalt*, II.

(2) Voir les cahiers explicatifs de la carte géologique du Wurtemberg au 50.000<sup>e</sup>, notamment celui de la feuille de Löwenstein, par Quenstedt.

(3) DEFFNER et FRAAS, *Neues Jahrbuch*, 1839.

la trace d'un bras qui, longeant la Bohême, faisait communiquer la mer de la Franconie et de la Souabe avec celle de l'Allemagne du Nord.

Voudrait-on imaginer, pour justifier tant de cas d'absence du Rhétien, une ablation qui l'aurait fait disparaître avant la formation des dépôts hettangiens ? Mais une telle ablation n'aurait pu se produire que de deux manières : ou par des courants dans la mer hettangienne, venant raboter son fond primitivement garni de sédiments rhétiens ; ou par une émergence momentanée, de date hettangienne, qui aurait permis aux eaux courantes d'éparpiller les sédiments antérieurs sans en laisser de traces.

La première hypothèse paraîtra difficilement soutenable, si l'on réfléchit qu'une ablation par des courants marins se localise d'ordinaire en certains points déterminés ; tandis qu'ici il aurait fallu qu'elle se fit sentir sur toute la distance comprise entre Belfort et Stuttgart. De plus cette ablation aurait dû produire, çà et là, des ravinelements et des discordances, qui jamais n'ont été signalés au contact de l'Hettangien avec le Rhétien.

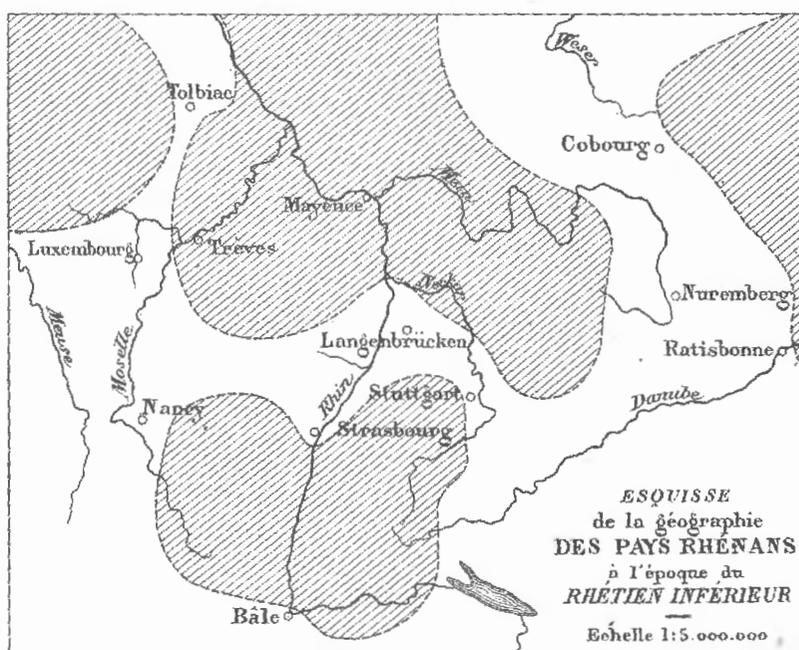
Quant à la seconde hypothèse, elle se concilie très mal avec le régime habituel des dépôts hettangiens, et la continuité si grande qui, d'ordinaire, s'observe entre eux et les sédiments sous-jacents ; continuité telle que, d'après Quenstedt, partout où le Rhétien du Wurtemberg est arénacé, l'Hettangien l'est aussi ; tandis que, si le grès rhétien fait défaut, c'est à peine si l'on observe des rudiments d'assises sableuses dans le lias  $\alpha$ .

On remarquera de plus que cette manière de voir ne ferait que déplacer la difficulté, et que, pour échapper à une émergence rhétienne, on serait contraint d'en admettre une dès la période immédiatement subséquente. Or cela est directement contradictoire avec le fait, qu'en plus d'un point de la Haute-Alsace ou de la Souabe, on voit la zone à *Psiloceras planorbis* reposer directement sur le Keuper. Car la date marquée par cette zone est absolument la seule où aurait pu se produire la dégradation supposée d'un Rhétien préexistant.

En revanche, les faits observés se concilient parfaitement avec la transgressivité bien connue des étages inférieurs du lias, qui se débordent si volontiers les uns les autres en ordre ascendant. Nous venons de voir, sur le Dinkelberg, un bien remarquable exemple de cette transgression. Bien loin que les dépôts rhétiens, une fois formés, aient pu y être enlevés durant une période d'émergence, qui alors aurait donné un Hettangien sableux ou

gréseux, nous voyons une invasion marine tranquille, qui déborde, non seulement le Rhétien, mais même le Keuper, et dépose presque sur le Muschelkalk des *calcaires compacts*, où la zone à *angulatus* se soude intimement aux couches à gryphées arquées.

Ce phénomène est exactement du même ordre que les lacunes souvent constatées, en Lorraine comme en Franconie, et qui font disparaître, tantôt le Rhétien, tantôt une des deux zones hettangiennes. On en voit encore un cas non loin de Montbéliard, où comme a bien voulu me le dire M. Haug, la zone à *planorbis* fait défaut entre le



Nota: Les parties couvertes de hachures représentent la terre ferme.

Rhétien et les couches à *angulatus*. Inversement, à Langenbrücken, c'est la zone à *angulatus* qu'il devient impossible, selon MM. Deffner et Fraas, d'individualiser entre le Sinémurien à *Arietites* et les couches à *Psiloceras*. Ce sont là des circonstances tout à fait habituelles à la lisière des dômes en voie de surrection, autour desquels la mer bave, en quelque sorte, tantôt sur un point, tantôt sur un autre, et ces irrégularités n'en accusent que mieux la tendance à l'émergence du noyau près duquel on les observe.

En résumé, je pense qu'à l'époque rhétienne, une île importante existait, à la place des Vosges méridionales et de la Forêt-Noire,

entre la Lorraine et la Souabe, et que le milieu de cette île avait une tendance à fléchir. J'ai essayé, dans la figure ci-jointe, d'en donner une esquisse, en y comprenant les régions émergées du nord. J'y ai figuré un bras de mer entre Luxembourg et Tolbiac (Zülpich), où M. Blankenhorn a constaté la présence d'un Rhétien analogue à celui de la Moselle, mais surmonté par un Hettangien si peu conforme au type lorrain, et en revanche si concordant avec celui de l'Allemagne du Nord, que M. Blankenhorn incline à placer juste après le Rhétien la fermeture de ce détroit (1). De nouvelles découvertes pourront modifier ces contours, dont le tracé est forcément hypothétique; mais il me paraît difficile que le principe de l'émergence soit contesté.

On remarquera que cette conception fournit une explication, plus simple que toute autre, de la célèbre *couche à insectes* qu'on observe aux Schambelen, en Argovie, à la base de l'Hettangien, au niveau de la zone à *planorbis*. La terre où vivaient ces insectes ne peut être raisonnablement cherchée au sud, où s'étendait une mer s'ouvrant sur la région alpine. Au contraire, il est naturel de la chercher au nord, où elle est si bien indiquée par l'absence du Rhétien entre l'Aare inférieur et la Forêt-Noire. Et cela concorde parfaitement avec la pointe vers le sud que devait faire en cet endroit l'île rhétienne, si l'on en juge par la direction que j'ai dû attribuer au rivage entre Bâle et l'Aare. La proximité du rivage, et probablement aussi son instabilité, sont d'ailleurs accusées en Argovie par l'énorme réduction qu'y subit la puissance des sédiments liasiques, lesquels ne commencent vraiment à se développer qu'avec le Toarcien tout à fait supérieur.

Une fois admise l'existence de l'île en question, il n'est plus exact de représenter l'époque rhétienne comme une phase de grande invasion marine; en ce sens que, lors du Rhétien, l'eau salée a peut-être recouvert, dans nos contrées, des espaces moins considérables qu'elle ne faisait pendant la formation du Keuper supérieur. Ce qu'il paraît préférable de dire, c'est que le régime lagunaire du Keuper, comportant une extrême indécision dans les contours maritimes, a pris fin, lors du Rhétien, par des mouvements de l'écorce qui, en faisant émerger certaines terres, ont provoqué l'établissement de rivages mieux définis. Alors sans doute la salure de la mer s'est régularisée, et les ammonites ont pu faire leur apparition dans la contrée avec l'Hettangien. Auparavant, la submersion d'espaces indécis, où s'aventuraient les reptiles et les

(1) *Erläuterungen zur geol. Spezialkarte von Preussen*, etc., 1885.

poissons, se serait traduite sur les nouveaux rivages par la formation des lits à ossements.

Mais je laisse de côté ces hypothèses, quelque intéressantes qu'elles soient, pour examiner ce qu'a pu devenir l'île alsacienne pendant les périodes suivantes. Pour cela, il convient de considérer le caractère des dépôts du Lias et de l'Oolithe dans ces parages.

A cette occasion, je dirai un mot du désaccord qui s'est manifesté, entre M. Steinmann et moi, au sujet de la signification plus ou moins littorale des sédiments alsaciens. Je persiste à croire qu'un dépôt littoral n'a aucun besoin d'être représenté par des graviers ou des sables. *Cordon littoral* et *dépôt littoral* sont choses absolument distinctes. Celui-là serait mal inspiré qui refuserait de voir un sédiment de rivage dans les vases qu'on voit s'accumuler si abondamment de nos jours entre la Charente et la Vendée. Récemment, M. Muiet-Chalmas nous montrait que les argiles plaisanciennes, lors de l'invasion pliocène de la vallée du Rhône, étaient venues baigner, sans aucun intermédiaire de gravier, le pied d'escarpements de schistes cristallins. Des dépôts de caractère littoral peuvent d'ailleurs s'étaler largement, sur un golfe peu profond, au débouché de grands cours d'eau qui ont arrosé et dégradé une terre suffisamment pourvue de relief. A ce point de vue, les sédiments alsaciens, comme ceux de la Souabe jusqu'au Jura brun, avec la prédominance des argiles noires et chargées de pyrite, me semblent appartenir à la catégorie des dépôts formés non loin des rivages. A coup sûr, ce ne sont pas des sédiments de pleine mer.

Ce n'est pas tout; malgré leur analogie générale de facies avec ceux de la Souabe, les dépôts liasiques et médiojurassiques d'Alsace s'en distinguent cependant, à première vue, non seulement par le caractère capricieux des sédiments ainsi que des zones fossilifères, mais par l'importante réduction que subit leur épaisseur. D'après les observations de MM. Benecke et Van Werveke, l'Hettangien et le Sinémurien à gryphées n'ont ensemble que dix mètres de puissance à Sentheim, alors qu'ils en ont plus de quarante dans la Basse-Alsace. En outre, dans cette localité, il ne paraît pas que la zone à *angulatus* ait de représentant défini. D'autre part, il est intéressant de constater que, dans l'ancien Haut-Rhin, on n'a jamais, jusqu'ici, trouvé de traces du Toarcien supérieur à *Trigonia navis*, si développé autour de Niederbronn. Ces circonstances ont paru si claires à M. Benecke, qu'il y a vingt ans il n'hésitait pas à admettre qu'en Alsace, pendant les temps jurassiques, la forme du fond de la mer devait avoir été très variable, et que « çà et là, des

îles de peu de relief surgissaient, lesquelles, à l'époque crétacée, en seraient venues à former un tout continu (1) ».

M. Haug m'a donné une indication qui vient tout à fait à l'appui de cette manière de voir. Aux environs de Barr, le Toarcien supérieur prend cette forme d'oolithe ferrugineuse, si caractéristique d'un rivage, et dans la même localité on observe, par exception, un Bathonien coralligène. Ces faits ne concordent-ils pas à merveille avec l'idée d'un sillon en voie de formation dans l'axe de la protubérance vosgienne, avec de fréquentes ondulations qui, en gênant par intervalles la pénétration de la mer, expliqueraient la variabilité des assises et l'absence locale de quelques-unes d'entre elles ?

Par contre, il convient de remarquer que la grande oolithe, puissante de quarante mètres seulement dans la Basse-Alsace, en a plus de cent au Schönberg, près de Fribourg-en-Brigau; ce qui semble indiquer que, lors du Bathonien, c'était le régime jurassien qui pénétrait en Alsace par le sud, tandis que la région du nord, moins franchement marine, demeurait soumise aux influences de la Souabe et du nord de l'Allemagne.

En résumé si, dans l'ensemble, les dépôts jurassiques de l'Alsace revêtent le facies souabe, il n'en est pas moins vrai qu'ils sont bien plus capricieux dans leur allure que ceux du Wurtemberg. Les mers qui déposaient les deux séries devaient communiquer ensemble; mais probablement elles ne le faisaient pas en toute liberté.

Ce qui devait être moins libre encore, c'est leur communication avec la mer de la Lorraine, si l'on en juge par la différence tranchée du facies souabe ou alsacien avec celui qui caractérise le côté lorrain du massif vosgien. En Alsace comme en Souabe, on voit prédominer, dans le Bajocien et dans le Bathonien, les argiles de couleur foncée, avec concrétions ferrugineuses et fossiles pyritisés. Il n'y a point de masses coralliennes, mais seulement des calcaires bleus, prenant à l'air cette teinte brune qui a légitimé le nom de *jura brun*. Partout on sent l'influence d'un puissant apport de matières détritiques, provenant évidemment de la dégradation du massif rhénan comme de ceux de la Thuringe et de la Bohême, et venant se stratifier au fond d'un golfe que les influences pélagiques ne visitaient pas.

Le changement est complet du côté de la France. Là, en Franche-Comté comme en Lorraine, le Bajocien débute par la nappe régulière du calcaire à entroques, formée aux dépens de grandes

(1) *Abhandlungen zur geol. Spezialkarte von Elsass-Lothringen*, 1.

prairies d'encrines, et continue par les calcaires à polypiers, indice évident de récifs. Dans le Bathonien, on voit apparaître les beaux massifs de calcaires coralligènes (1), tellement blancs d'ordinaire que jamais, si l'on avait débuté par le jurassique français, on n'eût osé parler à ce niveau de *jura brun*. Les mêmes calcaires reviennent, non moins bien caractérisés, avec ou après l'Oxfordien.

C'est un régime absolument différent de celui de l'est, et je ne crois pas qu'il soit possible de l'expliquer autrement que par une mer bien ouverte du côté de l'occident, dont les vagues venaient battre de plein fouet une côte vosgienne peu saillante, dans des conditions éminemment propres au développement des polypiers constructeurs. Au contraire, arrêtée par cette terre, l'influence de la haute mer ne se faisait plus sentir ni en Alsace ni en Souabe ; en Alsace surtout, où l'on peut admettre qu'une série orientale de terres, échelonnées depuis le coude actuel du Rhin jusque vers le Kraichgau, isolait du golfe souabe, en la soumettant à des conditions précaires et variables, la bande qui devait former un jour la dépression du Rhin.

Tout autre était, à ce moment, la condition du rivage septentrional dans la mer du Bassin de Paris. Alors que les îles, peu étendues et de peu de relief, de la région vosgienne, n'envoyaient pas à l'océan de sédiments capables de troubler la croissance des coraux, ces sédiments, versés par les fleuves de l'Ardenne orientale, de l'Eifel et du Hunsrück, déterminaient, dans l'angle nord-est du bassin, d'abord le régime sableux, puis le régime marneux qui sont si caractéristiques du Luxembourg et des Woëvres. De cette manière, loin que les constructions coralliennes de la Lorraine aient pu se projeter en avant à la faveur d'un éperon formé par la terre septentrionale, elles disparaissent justement au voisinage de cet éperon. Mais, plus à l'ouest, au pied de l'Ardenne occidentale, que les mers triasiques et liasiques n'avaient pas recouverte, et qu'une émergence prolongée avait dû raboter en grande partie, les coraux, moins gênés par les apports de la terre-ferme, se sont de nouveau approchés du bord, et cela dès le Bathonien.

Il semble d'ailleurs que la même explication doive convenir au Jura blanc de la Souabe. A l'heure où il a commencé à se former, le relief des terres septentrionales devait se trouver singulièrement

(1) Par ce mot de *coralligènes*, je n'entends pas désigner exclusivement des calcaires construits, c'est-à-dire des récifs en place, mais bien des calcaires engendrés, soit directement, soit indirectement, par l'activité corallienne et dans le voisinage immédiat de récifs.

atténué par la dégradation à laquelle elles avaient été longtemps exposées, et dont les produits étaient devenus les sédiments du Jura noir et du Jura brun. On conçoit donc qu'un moment soit arrivé où le régime calcaire a pu y prédominer sans partage. A ce moment, la mer pénétrait-elle encore en Alsace ?

Dans toute la dépression rhénane, au nord de Fribourg-en-Brisgau, il n'existe aucun dépôt jurassique plus ancien que le Bathonien. Cela est aussi vrai de la Haute-Alsace que des environs de Niederbronn, de ceux de Langenbrücken et de la brèche observée sur le flanc du Feldberg. De plus, aucun des sondages, exécutés sous la plaine rhénane, n'a rencontré de Jura blanc à la base des terrains tertiaires. Tels sont les faits.

Nous avons vu plus haut quelle explication en donnait M. Steinmann. M. Branco, dans son nouveau livre, s'y est rallié, et a exposé des raisons théoriques en faveur de l'hypothèse qui consiste à restituer, au-dessus de la Forêt-Noire et des Vosges, toute l'épaisseur du Jura blanc. Son raisonnement est le suivant :

Le bord septentrional de l'Alpe de Souabe abonde en cheminées éruptives qui, à l'époque miocène, ont opéré dans le Jura blanc des trouées, remplies par des tufs et des matériaux de projection. Un vestige d'une cheminée semblable existe tout près de Stuttgart, à Scharnhausen, en pleine bande infraliasique, et cependant on trouve des morceaux de Jura blanc dans le tuf correspondant. Cela prouve que la série supra-jurassique existait encore à cette place à l'époque miocène, ce qui signifie que, depuis lors, l'érosion lui a infligé un recul de plus de vingt kilomètres. Appliquant la même donnée à l'intervalle probable de temps qui a pu s'écouler entre le miocène et le début du crétacique, moment où M. Branco fixe l'émergence du massif vosgien, l'auteur trouve que la bande ainsi détruite devait certainement être assez large pour dépasser l'emplacement du Rhin.

Aux calculs de M. Branco, je ferai une première objection : c'est que l'auteur a l'air de considérer le temps comme le facteur principal dans l'œuvre de l'érosion. Du moins, s'il fait une part sérieuse à l'importance relative des pluies, il ne semble pas s'être préoccupé des variations possibles du *niveau de base*. Or ces variations ont dû jouer un rôle capital.

La coupe, donnée par M. Branco lui-même, du plateau calcaire de l'Alpe de Souabe, montre que ce plateau peut être divisé, suivant sa largeur, en trois bandes parallèles : l'une, septentrionale, large de douze kilomètres, dont la surface s'abaisse vers le nord

avec une pente de un demi pour cent ; une bande médiane, de quatorze kilomètres, qui s'incline *vers le sud* à raison de tout près de un pour cent ; enfin une zone méridionale, de neuf kilomètres, descendant au Danube avec une pente de deux et demi pour cent.

C'est la démonstration évidente que l'Alpe de Souabe forme un anticlinal à large envergure, dont le flanc nord a été beaucoup plus entamé que le flanc sud. D'autre part, ce dernier est limité, près du Danube, par une faille, de date post-éocène, mais anté-miocène, qui détermine un rejet de plus de 700 mètres au sud. A coup sûr voilà des accidents, de date tertiaire, probablement oligocène, qui ont dû exercer une influence considérable sur le relief et, par conséquent, sur la dégradation du massif calcaire. Poursuivre la manifestation d'une telle influence par delà les crêtes de la Forêt-Noire, nous semble aller bien loin.

Des mouvements très complexes ont affecté la région des Vosges et de l'Alsace. Certainement, le niveau de la mer oligocène, relativement aux Vosges, n'était pas celui du Rhin actuel, puisqu'à Rouffach le Tongrien se trouve affecté d'une très forte inclinaison. On sait d'ailleurs que des lambeaux oligocènes garnissent, des deux côtés du Rhin, plusieurs croupes du Hunsrück et du Taunus, et on peut se demander si, jusqu'à l'effondrement définitif de la fosse rhénane, la contrée a été, à aucun moment, assez élevée au-dessus de la mer pour offrir aux agents d'ablation, suivant la verticale, une marge suffisante d'activité.

En effet, il ne faut pas l'oublier, et M. Branco lui-même le reconnaît, ce n'est pas à partir de la surface, et par tranches horizontales successives, qu'un massif calcaire cède à l'ablation, c'est par sapement, à la base du massif, sous l'effort des eaux qui s'échappent de son support argileux, et qui disposent d'une chute verticale suffisante. Si ces éléments font défaut, et si la pente à partir du niveau de base est insensible, un paquet de terrains peut ne perdre, durant une très longue suite de siècles, qu'une part minime de sa masse. Dans ces conditions, il est quelque peu téméraire de prétendre apprécier en chiffres, même approximatifs, l'œuvre d'une érosion poursuivie à travers les vicissitudes si diverses que la région rhénane a dû traverser.

D'autre part, et en faisant même abstraction de ces réserves, ce que les calculs de M. Branco établissent se réduit à dire que, si la Forêt-Noire avait porté une couverture complète de dépôts jurassiques, le temps écoulé depuis leur émergence aurait dû suffire pour en provoquer l'ablation totale. La chose est possible ; mais cela ne

prouve pas que la couverture ait existé sur la Forêt-Noire, pas plus qu'on ne l'admet pour la Bohême ou l'Ardenne, auxquelles il semble pourtant que le même raisonnement aurait pu être étendu.

Il y a plus : les faits nous semblent contredire cette hypothèse. C'est une chose très frappante, à nos yeux, que les restes de la formation jurassique, à partir du Lias, se montrent identiquement composés des mêmes termes dans la Haute-Alsace, le Haut-Pays de Bade, la Basse-Alsace et l'entrée du Kraichgau. Pourtant, ces divers districts n'ont pas eu la même histoire. A l'époque où la Haute-Alsace était émergée, la mer rhétienne passait par Niederbronn dans le Kraichgau. C'était déjà, comme aujourd'hui, une zone faible et déprimée du massif. Personne n'osera soutenir qu'au moment où le dôme vosgien est devenu culminant, la Basse-Alsace ait été portée à la même hauteur, pour ne s'abaisser que par la suite au niveau où elle est.

Par conséquent, cette dépression, avec celle de Langenbrücken, qui lui fait suite, a toujours dû être moins exposée que le reste aux efforts de l'érosion. Pourtant, on n'y trouve, même à l'état de cailloux dans les alluvions anciennes, aucune trace de formations plus récentes que le Bathonien. Si bien que, dans leur description géologique des environs d'Heidelberg, MM. Benecke et Cohen ont pu écrire « Les recherches faites n'ébranlent donc pas l'hypothèse, depuis longtemps énoncée, que la seconde moitié du Dogger et le Malm n'ont jamais existé dans la basse vallée du Rhin ».

Au contraire, c'est à côté de Fribourg-en-Brigau, sur le Schönberg, qu'on voit affleurer, dans la dépression rhénane, le seul lambeau de Jura blanc qui y ait été jusqu'à présent reconnu. Là, au dessus de la grande oolithe, on observe successivement (1) : le callovien à *Macrocephalites* et à *Ornati*, l'oxfordien à *Waldheimia impressa*, enfin un rudiment de la zone à *bimammatus*. Ce lambeau se relie naturellement, comme un écart septentrional extrême, aux masses calcaires du même âge de l'Isteiner Klotz près de Bâle. Or il se trouve juste à l'aplomb du Feldberg, point culminant de la Forêt-Noire et emplacement probable de la cime de l'ancien dôme. C'est là que l'érosion, antérieure à l'effondrement rhénan, aurait dû faire disparaître la plus grande épaisseur de couches jurassiques ; et c'est là justement qu'ont été conservées des assises que nous chercherions vainement dans l'ancienne dépression de la Basse-Alsace et de Langenbrücken.

N'est-il pas légitime d'en conclure que, si la base du jura blanc

(1) Voir LERSIUS. *Geologie von Deutschland*, I, p. 520.

ne se montre nulle part au nord du Schönberg, c'est que, selon toute probabilité, la mer correspondante n'a pas dû sensiblement dépasser cette limite ? Et si l'on vient à dire que les dépôts jurassiques de la dépression alsacienne laissent voir seulement ce que l'érosion en a laissé subsister ; que par conséquent, pour cette seule raison, ils devaient être autrefois plus complets, il sera facile de répondre qu'en effet, ils ont porté une couverture de dépôts tertiaires, diluviens, et glaciaires. C'est la dispersion de cette couverture qui leur a permis d'apparaître au jour. D'ailleurs tous sont encadrés de failles, et c'est surtout à leur chute, probablement fort ancienne, dans les cassures qui préparaient de longue date la dépression rhénane, qu'ils doivent d'avoir été conservés.

J'estime donc que, jusqu'à nouvel ordre, il est sage de s'en tenir aux faits géologiques connus, et de borner à peu près à la latitude de Fribourg la submersion que les mers oxfordiennes pouvaient imposer à la partie méridionale du dôme alsacien. Après quoi les mers jurassiques auraient reculé de plus en plus vers le sud. Mais la lente émergence du dôme ne lui imprimant qu'un relief insignifiant, l'érosion aurait eu peu de prise sur lui, jusqu'au moment de la grande dislocation oligocène qui, dressant dans les airs les Vosges et la Forêt-Noire, aurait, du même coup, créé par effondrement du milieu la fosse envahie par la mer tongrienne, et plus tard encore approfondie.

D'autres faits, propres au versant lorrain de la région, me semblent incompatibles avec l'idée d'une submersion de l'Alsace par les mers du jurassique supérieur.

On sait que, sur le bord de l'Ardenne, les formations franchement coralligènes du Bathonien blanc se sont trouvées interrompues par un changement complet de régime, coïncidant avec l'inauguration de la période calloviennne. C'est alors que se sont formées les oolites ferrugineuses de Poix, dont personne ne contestera le caractère littoral, et auxquelles ont succédé d'épais dépôts d'argile et de grès argilo-siliceux ou gaize. Sans doute, quelque mouvement avait ressuscité le relief des terres septentrionales, en ravivant l'activité érosive des eaux courantes. Mais l'œuvre avait pris fin avec l'Oxfordien supérieur, qui ramène à Neuvizy les oolites ferrugineuses, après lesquelles le régime coralligène reprend franchement le dessus.

Dans ces conditions, il semble nécessaire d'admettre que la bande des calcaires coralliens de la Meuse, celle qui se poursuit si

régulièrement de Neuvizy au delà de Toul, a dû se construire en bordure d'un rivage, peu différent de celui contre lequel s'étaient formées les oolites ferrugineuses calloviennes. Oserait-on, à partir de Toul et de Neufchâteau, détourner cette bande pour la lancer, à la rencontre de la Souabe, au-dessus des Vosges et de la Forêt-Noire, comme une sorte de pont, duquel il est d'ailleurs impossible d'apercevoir la moindre amorce ? Mais c'est justement près de Neufchâteau, à Liffol, que recommencent à se montrer, dans le callovien, les oolites ferrugineuses, et on les voit si bien prédominer par la suite, qu'à Châtillon-sur-Seine le facies envahit à la fois le callovien et l'oxfordien, réduits ensemble à quelques mètres d'épaisseur !

En vérité, devant de pareils faits, et quelque large part qu'on soit disposé à faire à l'érosion, il semble difficile d'aller chercher l'ancienne limite orientale des calcaires coralligènes à un grand nombre de kilomètres au delà de leur affleurement actuel, pas plus qu'on n'a encore imaginé de restituer, au-dessus des fagnes ardennaises, la suite des calcaires glypticiens des vallées de la Vence et de la Bar.

Si le tableau que j'ai essayé de tracer est exact, l'histoire des Vosges se montre faite d'émersions et de submersions bien des fois répétées, mais au cours desquelles se seraient dessinés, d'assez bonne heure, les traits qui devaient être un jour caractéristiques de la région : à savoir, tout au moins, la ligne de crête des Vosges, laquelle, à l'état de longue terre ou de série linéaire d'îlots, aurait nettement séparé le régime lorrain de celui de la Souabe, dès l'époque du Lias, après quelques tentatives pour surgir lors du Tyrolien supérieur ; ensuite la dépression de la Basse-Alsace, par où la mer parisienne du nord a pu longtemps rejoindre celle de la Franconie ; enfin la zone faible de l'axe du dôme, accusée de longue date par la pénétration irrégulière, probablement même intermittente, de la mer, sur la longue bande interne dont les temps oligocènes devaient voir l'écroulement. Plus tard encore, cette même bande était destinée à subir d'autres dislocations tardives, comme celle qui a fait basculer le paquet tongrien de Rouffach.

A ces traits, dessinés longtemps d'avance, il me semble qu'on en puisse ajouter un autre, à savoir la saillie que fait, au sud, l'éperon de la Forêt-Noire, saillie que le Rhin est obligé d'entamer, traversant les schistes cristallins, entre Laufenburg et Säckingen. Du moins le bord occidental de cet éperon paraît indiqué par la direc-

tion que j'ai attribuée au rivage rhétien entre le Dinkelberg et le Jura argovien.

Assurément, ce court aperçu ne saurait prétendre à épuiser tous les épisodes de l'histoire des Vosges. Les données qu'on possède sont encore bien incomplètes, et le progrès des explorations peut nous réserver plus d'une surprise. Il m'a paru cependant que le moment était bon pour essayer de résumer ce qui semble le mieux ressortir des faits observés. La conception que j'indique peut du moins revendiquer ce mérite, de ne pas chercher à se traduire par une formule d'une simplicité trop séduisante. Elle tient compte, à la fois, de la complexité habituelle des phénomènes géologiques, et de cette grande loi, de jour en jour mieux vérifiée par l'analyse détaillée des montagnes, que les accidents de l'écorce terrestre se préparent de longue date, s'essayant, en quelque sorte, par des approximations successives, avant de revêtir la forme qui caractérisera leur apogée.

M. Munier-Chalmas présente les observations suivantes sur le dôme des Vosges.

Il ressort de l'ensemble de la très intéressante communication de M. de Lapparent, que parmi les nombreux mouvements qui ont affecté le dôme des Vosges, on peut pendant la période jurassique en distinguer deux principaux :

Le premier, qui est post-triasique, aurait émergé une grande partie de ce dôme pendant le Rhétien, de manière à former une île autour de laquelle se seraient déposés des sédiments littoraux. C'est un point très important de l'histoire des Vosges qui n'avait pas encore été mis en lumière.

Le second grand mouvement se serait produit après le Bathonien ; je pense que les idées que M. de Lapparent vient d'émettre, au sujet de cette deuxième émergence pendant le Jurassique supérieur, sont également très justes et pleinement justifiées par les faits.

A la suite de recherches dans l'est du Bassin de Paris, j'ai admis dans mon enseignement cette manière de voir, en me basant principalement sur les retraits successifs des mers du Bassin de Paris vers l'ouest à dater du Callovien.

Les zones d'affleurement du terrain jurassique, surtout à partir de l'Oxfordien, se comportent au point de vue *minéralogique* et *biologique* comme si elles correspondaient à peu de chose près aux lignes des anciens rivages ; en effet, on y constate, en dehors des minerais de fer déjà abondants dans le Callovien, la formation de

bandes coralliennes qui se répètent jusque dans le Séquanien pour former une ceinture plus ou moins continue.

Il résulte de cette disposition que le terrain crétacé, qui est en transgressivité, peut reposer successivement sur les différents termes du Jurassique moyen et supérieur.

Si l'on ne veut pas admettre que ces lignes d'affleurements correspondent aux anciennes lignes de rivage, il faudrait démontrer que l'ablation des couches a eu lieu avant l'ère crétacée, ce qui me paraît tout à fait contraire aux données stratigraphiques, minéralogiques et biologiques.