

2565254 D 4187
27/10/87

ESSAI DE GÉOLOGIE COMPARÉE

DES PYRÉNÉES
DU PLATEAU CENTRAL ET DES VOSGES



THÈSE DE GÉOLOGIE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE STRASBOURG

ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT

le 10 août 1870

pour obtenir le grade de Docteur ès-sciences naturelles

PAR

G. BLEICHER

Docteur en médecine, pharmacien de 1^{re} classe
répétiteur d'histoire naturelle à l'École du service de santé militaire
lauréat de la Faculté de médecine de Strasbourg, ancien aide de botanique
de la même faculté, membre des Sociétés d'histoire naturelle de Colmar
et des sciences naturelles de Strasbourg

COLMAR

IMPRIMERIE ET LITHOGRAPHIE DE CAMILLE DECKER

RUE DES CLEFS, N° 98

1870

A LA MÉMOIRE
DE MON PÈRE
REGRETS ÉTERNELS

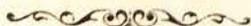
A M. PONZI
PROFESSEUR DE GÉOLOGIE A LA SAPIENCE
(UNIVERSITÉ DE ROME)

A M. DE VERNEUIL
MEMBRE DE L'INSTITUT
(SECTION DE GÉOLOGIE)

A M. LEYMERIE
PROFESSEUR DE GÉOLOGIE A LA FACULTÉ
DES SCIENCES DE TOULOUSE

A MON EXCELLENT AMI
M. MAGNAN

FACULTÉ DES SCIENCES DE STRASBOURG



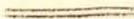
PROFESSEURS

- MM. BACH ✻ , Doyen, Mathématiques pures.
LIÈS-BODARD ✻ , Chimie.
SCHIMPER O ✻ , Géologie et minéralogie.
BAUDELLOT, Zoologie.
TERQUEM, Physique.
SAINT-LOUP, Mathématiques appliquées.



JURY D'EXAMEN

- MM. SCHIMPER, Président.
BAUDELLOT.
BACH.



La faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend ni les approuver ni les imputer.

ESSAI

D'UNE ÉTUDE GÉOLOGIQUE

COMPARÉE

DES PYRÉNÉES

DU PLATEAU CENTRAL ET DES VOSGES

PAR M. LE D^r BLEICHER.

RES ARDUA, NOVIS DARE AUCTORITATEM
(PLINE, le naturaliste, Liv. I.)

Cet essai de géologie comparée est le résultat de nombreuses observations faites dans les Pyrénées de l'Ariège et de la Haute-Garonne, sur les bords S.-O. du plateau central dans le Lot et le Tarn-et-Garonne et enfin dans les deux départements du Rhin.

La comparaison des éléments lithologiques, paléontologiques et stratigraphiques de ces trois massifs est le but que nous nous proposons ; il semble que la science ne peut que gagner à des études de ce genre qui permettent de rapprocher les faits observés les uns des autres et de les grouper en un faisceau unique !

Cette œuvre de généralisation est ardue et peut-être est-il téméraire de l'entreprendre, aussi n'est-ce ici qu'un *essai* que de nouvelles recherches permettront peut-être plus tard de compléter.

Les nouvelles doctrines géologiques émises par MM. Lory, Ebray, Magnan sur l'origine des montagnes par les failles et sur l'importance des dénudations, par MM. Virlet d'Aoust, Garrigou et Magnan sur l'origine de l'ophite, nous ont servi de guide dans toutes ces études.

Il est permis de croire que ces idées nouvelles, qui d'ailleurs ont l'avantage d'être excessivement simples, permettront à la science stratigraphique de progresser; c'est ce que nous avons essayé de prouver surtout pour les Vosges.

Les résultats obtenus sont loin d'être toujours d'accord avec les opinions généralement admises; nous les donnons néanmoins, parce qu'ils semblent découler logiquement de l'interprétation de faits rigoureusement observés.

Cet Essai se composera de quatre parties :

1^o Etude des petites Pyrénées de la Haute-Garonne et de l'Ariège ;

2^o Etude des bords S.-O. du plateau central, dans les départements du Lot et de Tarn-et-Garonne ;

3^o Essai de stratigraphie vosgienne ;

4^o Essai d'une comparaison des éléments lithologiques, paléontologiques, stratigraphique des trois massifs.

Chacune de ces parties a son caractère propre; dans chacune d'elles nous pensons donner des résultats nouveaux.

Les trois premières parties reposent sur des coupes géologiques nombreuses, exécutées au $\frac{1}{50000}$, hauteurs doublées, au moyen d'observations faites pas à pas avec toute la précision possible.

La quatrième est la synthèse des autres.

I. PYRÉNÉES

ÉTUDE DES PETITES PYRÉNÉES DE LA HAUTE-GARONNE
ET DE L'ARIÈGE.

Le champ d'études que nous avons choisi se trouve situé dans la partie centrale du versant français de la chaîne : il est constitué par une bande de terrain large de dix à douze kilomètres, longue de cinquante à soixante, comprise dans la partie méridionale des deux départements de la Haute-Garonne et de l'Ariège.

De la plaine ondulée de Toulouse, constituée par le miocène, jusqu'aux hauteurs à l'ouest de Castillon (Ariège), presque tous les terrains pyrénéens s'y trouvent représentés et leurs rapports réciproques sont démontrés par la méthode des coupes perpendiculaires à l'axe de la chaîne.

Ces études sont appuyées sur les travaux les plus récents, dont nous donnons la liste à la fin de cette première partie, spécialement sur ceux des savants professeurs Leymerie et Hébert, et sur les nombreux mémoires de notre excellent ami M. Magnan de Toulouse.

Trois massifs montagneux parfaitement distincts, séparés par autant de vallées orientées à peu près parallèlement les unes aux autres dans la direction est-ouest des Pyrénées forment dans cette bande étroite trois gradins de plus en plus élevés qui mènent de la plaine à des hauteurs de douze à quinze cents mètres.

L'étude de ces massifs nous a permis de dresser la carte géologique au $\frac{1}{800000}$ de la contrée située entre les points de repère suivants (carte d'état-major) : du nord au sud, *Martres Tolosane* et le *Plan*, *Montsaunés* et *Fabas*; *Caumont* et *Montgaillard*, entre le pic innommé (altitude 1096^m) à 1 kilomètre à vol d'oiseau au sud d'Ilartein et la petite ville de *Castillon*.

Cette carte diffère de celles qui ont été données pour cette région : 1° par le tracé des grandes failles qui accidentent les petites Pyrénées ; 2° par la présence d'une large bande de crétacé moyen orienté E.-O. comprise entre les failles de Camarade et de l'Arize ; (une ligne E.-O. qui réunirait les villages de Bedeille et de Montsaunés la limiterait au nord : elle le serait au sud par une ligne allant de Montgaillard à Caumont) ; 3° par la présence d'une large bande de terrain crétacé inférieur au sud de la limite précédente allant jusque vers la ligne de faite E.-O., sur laquelle on rencontre le *tuc de la Cabanasse* (1259^m), le *pic de Laserre* (1048^m) et les hauteurs au-dessus de *St-Lizier* (Ariège).

La publication de cette carte présentant de grandes difficultés nous la remplaçons par des coupes au $\frac{1}{800000}$, hauteurs doublées, appartenant soit à M. Magnan, à l'est de notre champ d'études soit à nous-même. L'ensemble de ces coupes a sur une carte l'avantage de donner une idée exacte des rapports des étages géologiques entre eux et permet de suivre les accidents de faille sur une plus grande étendue.

Ces coupes sont au nombre de cinq :

1° Entre le Pech d'Arhiel (1370 mètres) et Daumazan (Ariège) passant à Tourné, Castelnau de Durban, Francon, le long de la Cluse de l'Arize, à Balançon, Lamothe, Ufferte, Porte cluse.

(M. Magnan, note sur les petites Pyrénées de l'Ariège. Bull. Soc. géol. 2^e série t. XXV. page 709).

2° Du massif de Rivernert au sud de St-Girons à Cazères sur Garonne, passant par St-Lizier, Taurignan-Vieux, Tourtouse, Fabas, St-Michel.

(M. Magnan. C^{tes} rendus de l'Institut 2 mars 1868).

3° Des hauteurs au sud d'Engommer (Ariège) à Cazères, pas-

sant par le pic de la Serre (1048 mètres), Montgauch, Caumont, Mercenac, Bagert, St-Michel, où elle rencontre la précédente, qui a son point de départ à 5 kil. environ à l'E.

4° Des hauteurs au sud d'Aucassein (1096 mètres) à Martres Tolosane, passant par Aucassein, la forêt de Bussan, tuc de la Cabanasse (1259 mètres), pic de Lestelas, (1254 mètres), Francazal, Mauvezin de Prat, la Cave, la Bastide, Betchat, Ponssole, la Rouaude, Belbèze, Ausseing, Montelar, Mauran.

5° De Montgaillard à 4 kil. N. de Mazères passant par la métairie de la Roque, Hourquarteich, Salies du Salat, Moridou ¹.

Nous ferons précéder la description de ces différentes coupes par le tableau synoptique des terrains observés dans les petites Pyrénées de l'Ariège, qui permettra au lecteur de se faire une idée exacte de la stratigraphie, de la lithologie et de la paléontologie de la partie centrale de la chaîne.

Tableau des terrains observés dans les Petites-Pyrénées de l'Ariège.

COUPE GÉOLOGIQUE N° 1. (*Bull. Soc. Géol. de France*, 2^e série, t. XXV, p. 761.)

Du Pech d'Arbiel à Castelnau de Durban, on peut étudier les trois étages du terrain de transition qui sont plissés et disloqués de mille manières; le Cambrien ou Laurentien, avec ses roches pétro-siliceuses, ses schistes graphitiques, ses dolomies (cet

¹ Nous n'avons fait que compléter la coupe des environs de Salies. *Bull. Soc. géol.* XXIX 2^e série. Réunion extraord. Soc. géol.

étage contient à Lacourt et au cap d'Erp, S. de Rivernert, du granite, *comme stratifié*, de l'ophite, de l'eurite, du porphyre, des roches amphiboliques diverses) ; le silurien avec ses schistes ardoisiers, ses grauwackes schisteuses à *Orthis*, à *Cardiola interrupta*, à Brachiopodes du groupe des *Davidsonia*, et ses calcaires noirs bleuâtres, veinés de blanc par la barytine et le calcaire spathique, contenant des encrines, des orthocères et des polypiers ; le dévonien, formé de calcaires bréchoïdes, dolomitiques, jaunâtres, marrons, quelquefois rougeâtres ; d'argiles rutilantes, ferrugineuses, qui ont été souvent, et notamment ici, comprises dans le trias ; de calcaires et de calschistes marmoréens, verts et rouges (marbre de Campan, marbre de Caunes) avec *Clymenia* et *Goniatites* ; et de schistes verdâtres azoïques.

Une faille et en certains points des failles multiples, espacées de quelques mètres, mettent en contact à Castelnau de Durban (entrée du vallon de Tourné), le silurien fossilifère avec les marnes irisées ophitiques du trias ¹.

On voit, à la montée de Lespy, l'ophite cristalline alignée est-ouest comme les marnes qui l'encaissent, passer insensiblement à une ophite un peu décomposée, contenant des cailloux plus ou moins roulés de calcaire, de grès, de schistes.

Cette ophite décomposée est là comme *emballée* entre de petites couches calcaires, de 0^m,10 d'épaisseur, inclinées de 50° au nord, *rectilignes* ².

¹ Le muschelkalk n'apparaît pas ici ; il est perdu dans la faille ; mais il se montre à l'ouest, surtout sur la rive droite du Salat, entre Paletes et Mondette (S. de Saint-Girons), où il atteint 100 mètres de puissance. On le voit là, séparé de l'infra-lias par les marnes irisées ophitiques ; il se compose : de cargneules ou calcaires caverneux, de calcaires gris compactes, de calcaires jaunes avec nodules siliceux, de calcaires bleus à l'intérieur, jaunâtres à l'extérieur, avec traces d'encrines, de calcaires marrons, et repose sur les grès siliceux rougeâtres, qui représentent le grès bigarré du trias, lesquels, près de Mondette, butent par faille contre le dévonien.

² De Lespy à Ségalas, petit hameau au N.-E. de Castelnau de Durban, on observe partout les ophites à cailloux roulés intercalées entre les petites couches calcaires.

L'infra lias, *très-concordant* est au-dessus ; il est suivi, jusqu'au delà de Francou, par les Cargneules ou calcaires caverneux, cariés, et les calcaires rubannés du lias inférieur, qui représentent le groupe de la *Gryphea arcuata*, par les calcaires compactes à *Pentacrinites scalaris* Goldf., et les calcaires noduleux et marneux à *Pecten Aequivalvis*, Sow., *P. Disciformis*, Schl., *Lima*, *Terebratula punctata*, Sow., ou *subpunctata*, Davids., *T. Jauberti* Desl., Belemnites du lias moyen ; par les marnes du lias supérieur ; par les calcaires dolomitiques et les dolomies grises, brillantes, fétides de l'oolithe.

Jusqu'ici, et en mettant de côté les failles, tous ces terrains sont dans leur position normale (pl. II) ; vers le sud, c'est-à-dire entre le Pech d'Arbiel et Castelnaud de Durban, le terrain de transition est très-ondulé, très-plissé, puis, entre ce village et Francou, le trias, l'infra-lias, le lias inférieur, le lias moyen, le lias supérieur et l'oolithe, sont inclinés de 45° environ vers le nord.

Mais, dès qu'on rencontre l'Arize, qui coule dans une faille, dirigée comme les Pyrénées E.-O., faille remplie d'argile rouge ferrugineuse pisolithique, on observe une nouvelle série *subverticale*, complètement renversée. En effet, grâce à cette petite rivière, qui tourne bientôt à angle droit, dans une cluse dont l'entrée est dominée par les ruines du château de Saint-Barthélemy, on peut voir l'albien et l'aptien, avec leurs calcaires gris compactes à *Caprotina Lonsdalii*? à *Cidaris pyrenaica*, Cott., à huitres crêtées, leurs argiles schisteuses et calcaires argileux noirâtres, à *Orbitolina conoïdea* et *discoïdea* Alb. Gras, à *Serpula*, suivis par le néocomien représenté par des calcaires gris à *Caprotina Lonsdalii*? à *Nerinea*, et des dolomies brillantes. La puissance de la craie inférieure est ici de 1000 mètres.

Au-delà, des failles également remplies d'argile rouge ferrugineuse font apparaître un lambeau calcaire appartenant à l'aptien, avec *Ostrea aquila*, d'Orb. (*Exogyra sinuata* Sow), *Cidaris pyrenaica*, Cott., *Caprotina*. Puis on trouve, avant d'arriver au moulin de Camp-Bataillé (carte du dépôt de la guerre), les dolomies brillantes grises et fétides de l'oolithe supérieure et

moyenne, qui affectent des formes étranges ; les calcaires à Bélemnites et à Entroques de l'oolithe inférieure ; les marnes du lias supérieur ; le lias moyen avec de nombreux fossiles : *Pecten æquivalvis* Sow., *P. Disciformis* Schl., et autres, *Belemnites*, *Lima*, *Terebratula subpunctata*, *Ter. Jauberti*, *Rynchonella tetrædra*, Sow., *Gryphea Maccullochii*, etc. Après le moulin, les cargneules et les calcaires caverneux, comme bréchoïdes, du lias inférieur ; les calcaires en petites couches de l'infra-lias ; les marnes irisées ophitiques, gypseuses et salines ; les cargneules et calcaires du muschelkalk et les grès siliceux rougeâtres et bigarrés du trias.

Plus loin, çà et là, apparaissent quelques lambeaux du terrain de transition.

Les couches liasiques, triasiques et de transition sont recouvertes en majeure partie, au nord du moulin de Camp-Bataillé, par le conglomérat de la base de la craie moyenne qui, discordant par rapport à la craie inférieure, correspond aux grès à *Orbitolina concava* des Cerbières, de Fouras et de la Provence. (Ailleurs et en bien des points, notamment en descendant la vallée du Volp, entre Crabé et Montardit, on voit que ce conglomérat repose d'une manière transgressive tantôt sur la craie inférieure, tantôt sur les dolomies fétides de l'oolithe, tantôt sur le lias et le trias, tantôt sur les quartzites, sans doute du permien, tantôt enfin sur des roches plus anciennes).

Ce conglomérat, sans contredit un des terrains les plus intéressants des Pyrénées, forme à lui seul, à l'ouest de ma coupe, la montagne de la Fontaine-del-Fer (718 mètres) et celle de Cabanère (signal 751 mètres), près de Camarade-la-Vieille. Sa base est constituée ici, comme à Félade (voir la coupe suivante), par une sorte de brèche incohérente, de couleur sombre, formée de blocs de toutes dimensions, peu ou point roulés, qui atteignent souvent plusieurs mètres cubes ; sa partie supérieure par des poudingues bréchoïdes, à pâte plus ou moins claire, en couches réglées, au milieu desquels se montrent des argiles plus ou moins schistoïdes psammitiques, à dalles gréseuses, très-mica-cées et à bancs de grès grossier. Les roches qui composent ce

TABLEAU DES TERRAINS OBSERVÉS DANS LES PETITES PYRÉNÉES DE L'ARIÈGE

TERRAINS (ÉTAGES ET GROUPES).	COMPOSITION LITHOLOGIQUE.	FOSSILES PRINCIPAUX.	HAUTEUR.		
				SCAÛRES.	
TERRAINS post-pyrocènes.	Quaternaire.	Alluvions anciennes et modernes, Léman.		mètres.	
	Pliocène?	Gailloux roulés de quartzite et argile jaune orangé.		50	
	Éocène.	Niociène.	Marnes maclées avec grumeaux calcaires; marnes sableuses (argénée de St. Lémyrie); grès sableux; dépôts calcaireux et argileux.	<i>Rhinoceros, Mastodon angustidens, Cav. Dinotherium giganteum, Kamp. Molossus terrestris</i> et d'eau douce.	600
		Poudingue de Palaseo.	Poudingue à petits cailloux impressionnés; marnes jaunâtres et grès (grès de Carcassonne); calcaires; poudingues à cailloux généralement calcaires, impressionnés.	<i>Lophiodon (Palaeotherium, Pterodon, etc., etc., dans l'Aude), Planorbis austriacus, Noulet. P. planatus, id. P. crassus, M. de Sorez. Cyclostoma formosum, Boubée. Helix Violas, de Bussy. H. Polzezi, id. H. Janthinoides, id.</i>	1000
	Miocène.	Nummulitique.	Grès à empreintes végétales; calcaires compactes, souvent rosés; et calcaire blanchâtre marneux; marnes bleues; calcaire inférieur à miliolites et calcaires à polyptères (marée granité).	<i>Ostrea, Operculina anomala, Leyn. Nannulites, Ostrea gigas, Dub. Teredo Tournadi, Leyn. Ostrea succifera, id. Pecten longueus, Lamk. Miliolites, Alveolites sub-pyrenica, Leyn. Natica brevicastra et longicastra, id. Cerithium, Polyptera.</i>	150
		Garumnien (dalmate).	Argiles blanchâtres de la colonie crétacée d'Avanceing, rutilantes vers l'est; calcaires compactes sub-lithographiques, à silex; argiles colorées et ligniteuses; calcaire chamoisé; grès souvent poudingiforme.	<i>Murchisonia Matheroni, Desor. Hemionites vasculosa, Sor. Cyclopora angustifera, Ag. Ostrea variostriata, Lamk. Venus Lapeyroussana, Leyn. Pecten, Lima, Paludina, Cyclopora, graines de charbon, Cyrena garumnien, Leyn. Ostrea, auriculus, Turbell, dents de requin.</i>	300
	Grès supérieur.	Craie de Maastricht et craie sinémurienne.	Calcaire jaune nacré ou grêlé, passant insensiblement vers l'est à un grès calcaire à petits cailloux avallonnais de quartz, et à un grès jaune, psammitique, fin.	<i>Orbitolites socialis, Leyn. Ecloga Pyrenica, id. Cyrena arachnoides, id. Hemionites radiatus, Lamk. Nerita rugosa, Hus. Ostrea reticulata, Lamk. Ostrea Larca, id. Janira striatocostata, Goldf. Mytilus, Pecten.</i>	150
		Turonien.	Calcaire gréseux; grès jaunes zonés, psammitiques, ferrugineux; argiles micacées; grès calcaire et argiles.	<i>Hippurites, Cycloides, Turbinalia, Janira quadrangulata, d'Orb.</i>	100
	Grès moyen.	Géomannien.	Grès calcaire; argile et dalles gréseuses, psammitiques, à empreintes végétales (niveau de l'De d'Alx.)	<i>Cycloides tenu-gibbosa, Mich. Ostrea cubana, Desh. Ostrea de petite taille: Gasteropodes, Hemionites Desor, d'Arch. Caprina, Nautilus Janira quinquecostata, d'Orb.</i>	300 à 1000
		Albien.	Congloméat de Cambrade: poudingues en couches régulières; argiles psammitiques; bêche irrégulièrement formée de blocs de toute dimension; nombreux cailloux d'épave.		
	Grès inférieur.	Aptien.	Schistes noirs; calcaires compactes, gris, siliceux, marmorés rugueux, à la surface, comme corrodés par les eaux (calc. à diorites de Dufrenoy); schistes avec traces de végétaux charbonnés.	<i>Caprina Lonsdalei, d'Orb. Colaris Pyrenica, Coll. Ecloga sub-plumbea, Bosc. Diacoides conica, Desor. Ostrea aquila, d'Orb. Pecten radiatus, Leyn. Polyptera, Rhynchonella, Terebratula, Ammonites, Myosites, d'Orb. A. Millotiana, id. et autres Belonites.</i>	300
		Néocomien (1).	Calcaires et calchistes; schistes noirs sub-ardoisiers; calcaire à nodules siliceux; calcaires noirâtres, à grain très-fin; calcaire compacte gris (calcaire à diorites de Dufrenoy).	<i>Echinospira Collegii, d'Orb. Belonites semi-cumulata, Blain. Natica, Trochus, Orbitolina conica et discoides, A. Cras. Ostrea microptera, Sow. Ostrea aquila, d'Orb. Serpula, Caprina Lonsdalei, d'Orb. Polyptera, Terebratula, Caprina Vernesi, Bayle. Colaris Pyrenica, Coll. Ammonites.</i>	300
	Groupe oolithique.	Oolithique supérieur et moyen.	Calcaires-marbres, grès veinés, compactes (calc. à diorites de Dufrenoy) comme corrodés à l'extérieur; calcaires noirâtres; dolomies roses et grises, brillantes, foliées; calcaires dolomitiques.	<i>Terebratula vella, Sow. Rhynchonella, d'Orb., H. depressa, id. Colaris Pyrenica, Coll., radiata de Colaris inconnu, Polyptera marmorata, Nerinea de grande taille et Nerinea type corallien, Panopaea, Caprina Lonsdalei, d'Orb. Diversa, Pecten.</i>	200
		Oolithique inférieur.	Calcaires gris, quelques jaunes, dolomies; calcaires noirs veinés de blanc (marbre grand antique), souvent dolomitiques et foliées.	<i>Fossiles rares. À la partie inférieure on trouve: Terebratula peruvata, Sow. Belonites, Entolites.</i>	500
	Groupe du lias.	Lias supérieur.	Argiles schisteuses, noirâtres, un peu psammitiques, souvent jaunâtres par décomposition.	<i>Ammonites bifrons, Brug. A. variabilis, d'Orb. Belonites variolatus, Blain. Rhynchonella tetrastrea, d'Orb., en cyanocephala, Rich.</i>	300
Lias moyen.		Calcaire noduleux et oolithique, schistes terreux; calcaire en petits bancs, calcaire rubanés, gris jaunâtre; calcaires divers; argiles, jaunâtres, gris, compactes.	<i>Griphos Rocallensis, Pecten squamulatus, Sow. Pecten sinuiformis, Sch. Pecten radiatus, Goldf. Terebratula sub-punctata, David. Terebratula Jouberti, Des. Belonites, Lima, Ammonites, Spirifer, Rhynchonella tetrastrea, Sow., et Rhynchonella de petite taille.</i>	200	
Lias inférieur.		Calcaires rubanés alternant avec des calcaires carlés, sorte de cargpée grise, jaunâtre, à l'extérieur comme brécholoide.		30	
Infra-lias.		Calcaires gris, compactes, en petites couches et en plaquettes; traces d'argile et petits bancs de calcaire terreux.	<i>Petits gasteropodes de la zone à Ammonites angulatus, Ammonites, Pecten, Plicatula industrialis, Esm. Arcaide conica, Portl.</i>	200	
Trias.	Marnes irisées.	Marnes irisées avec petites couches de calcaire argileux jaunâtre, et zone de calcaire caverneux. (Les marnes contiennent de l'ophte, du gypse, du sel et des cristaux de quartz hi-pyreniens.)		100	
	Muschelkalk.	Calcaires caverneux et cargpés; calcaire gris, compacte; calcaire rose avec nodules siliceux; calcaire bleu à coquilles; calcaire marron.	<i>Dolites d'encrines.</i>	100	
Groupe du terrain de transition.	Grès bigarré.	Grès siliceux et argiles rouges, psammitiques, schisteuses, souvent en dalles; grès rougeâtre, à petits grains, siliceux et feldspathique; grès bigarré, gris blanc, çà et là poudingiforme.		Puissance inconnue buté par folie contre le ter. de transition	
	Devonien.	Schistes verdâtres, striés; calcaires et calchistes marmorés, vert et rouges (marbre de Campan, marbre de Cannes); argiles rutilantes, ferrugineuses; calcaire dolomitique brécholoide.	<i>Encrines, Chymenia, Goniatites.</i>		
	Silurien.	Calcaires noir blanchâtre, largement veinés par la Deryne et le calcaire spathique, blanc; schistes jaunés maron et gréseux schisteuses.	<i>Encrines, Orthoceras, Polyptera, Cardiola interrupta, Gold. Orthis, brachiopodes du groupe des Davidsonia.</i>	10,000	
	Gambrien ou laurentien.	Schistes ardoisiers et schistes graphitiques alternant avec des roches siliceuses (barégienne); dolomies blanchâtres, roses, blanchâtres, marmorées; écriture, ophte, porphyre, amphibolite, granite décomposé et en couches.			
Terrain granitique.	Granite proprement dit.				

(1) Le néocomien proprement dit se lie d'une manière insensible au groupe oolithique supérieur; des fossiles passent d'un terrain à l'autre. Ainsi les couches calcaires et dolomitiques les plus inférieures du néocomien contiennent à la fois, en divers lieux (a), la *Caprina Lonsdalei* d'Orb., de la craie inférieure et des *Nerinea* et *Dicoides* coralliformes; ce qui m'autorise à dire à l'exemple de M. Pictet, le savant paléontologiste de Genève, que le néocomien du midi a pu se déposer en même temps que le corallien, le kimméridgien et le post-liaison du nord (b).

conglomérat sont *toutes antérieures à l'époque cénomanienne*. On y trouve des blocs de nature cristallophyllienne, pétrosiliceuse, des schistes, des dolomies, des calcaires marmoréens verts et rouges appartenant aux terrains anciens, des quartzites du permien ? des grès, des poudingues triasiques, de *nombreux cailloux d'ophite*, des calcaires caverneux, rubanés et noduleux du lias, des dolomies fétides de l'oolithe, des calcaires à *Caprotina*, à *Terebratula Sella* et à *Orbitolina* du crétacé inférieur. Sa puissance près de Camarade où il recouvre directement les couches salifères triasiques, dépasse 600 mètres. Aussi le désignerai-je à l'avenir sous le nom de *Conglomérat de Camarade*.

Cette puissante formation détritique bute par faille, à Balança, contre les grès et les calcaires de la craie supérieure, subverticale ou plutôt renversée sur le garumnien et le nummulitique. C'est la continuation de la brisure que j'ai indiquée à Félade (coupe suivante). A Lamothe, la faille que j'ai aussi signalée à Tourtouse se retrouve et fait buter le nummulitique *renversé* contre le nummulitique *normal*, lequel plus loin, en compagnie du garumnien et de la craie supérieure et moyenne se courbe en voûte. C'est la continuation du bombement d'Ausseing, découvert par notre savant maître, M. le professeur Leymerie, qui se termine à 2 kil. au S.-E. d'Ufferte, près du signal de Laserre (572 mètres). A Lapiche, avant d'atteindre Porte-Cluse, le nummulitique est surmonté par le poudingue de Palassou, très-puissant (au moins 100 mètres), ça et là recouvert par le pliocène ou diluvium des plateaux.

Plus loin, ce poudingue s'enfoncé, un peu avant d'arriver à Daumazan sous les strates horizontales du miocène de la plaine, qui constitue le bassin sous-pyrénéen proprement dit.

COUPE N° 2. (*Comptes-rendus de l'Académie des sciences*, 2 mars, 1868).

En suivant la route qui de Cazères va à Saint-Girons (30 kil.),

par Saint-Michel, Tabas, Tourtouse, Tourignan-Vieux et Saint-Lizier, et en remontant la rive droite du Salat jusqu'à Lacourt, on marchera, à peu près du nord au sud, en coupant successivement, presque perpendiculairement à la direction des couches, les terrains que nous allons indiquer qui se divisent en quatre séries discordantes l'une par rapport à l'autre. Chacune de ces séries est composée de divers termes concordants entre eux.

1^{re} série. Pliocène (?)

Miocène.

2^e série. Eocène lacustre (Poudingue de Palassou).

Eocène marin (Nummulitique).

Garumnien (Danien).

Craie supérieure (craie de Maëstricht, craie sénonienne).

Craie moyenne (Turonien et Cénomanién).

3^e série. Craie inférieure (Albien, Aptien, Néocomien).

Groupe oolithique (supérieur, moyen, inférieur).

Lias (supérieur, moyen, inférieur).

Infrà-lias.

Trias (marnes irisées, muschelkalk, grès bigarré).

4^e série. Transition.

Granit.

À part le pliocène (?) et le miocène de la plaine (1^{re} série), qui sont horizontaux, tous les terrains que je viens d'énumérer ont été fortement relevés. Les couches relativement récentes, appartenant à la deuxième série, sont très-disloquées; elles se courbent en voûte entre Saint-Michel et Tourtouse. Ce dernier village est assis sur une faille d'une étendue considérable, dirigée ouest quelques degrés nord, qui met en contact l'éocène lacustre *normal* avec l'éocène à nummulites, renversé sous le garumnien et la craie supérieure. Une deuxième faille, aussi importante que la première, fait apparaître à Félade le Cénomanién, surmonté non loin par le Turonien très-ondulé, qui s'appuie avant Tourignan-Vieux, par discordance contre la craie inférieure. À partir de ce village ou plutôt de l'escarpement qui domine l'église de Gajan, se développe la troisième série. Bien moins tourmentée

que la précédente, les terrains qui la composent, à part une ou deux ondulations, plongent constamment au nord. La craie inférieure s'étend jusqu'à Saint-Lizier. Au-delà, elle est suivie en concordance par le groupe oolithique, le lias, l'infrà-lias et le trias. Celui-ci bute par suite contre le massif de transition, très-heurté, de Rivernert, rangé dans la quatrième série.

Je vais donner maintenant un aperçu de la puissance et de la composition de ces divers terrains.

Le pliocène ? est formé de nombreux cailloux quartzeux qui reposent sur une argile jaunâtre. Le miocène, marno-sableux, caillouteux au contact de l'éocène, renferme dans l'Ariège et dans la Haute Garonne, de nombreux débris de *mastodon* et de *dinotherium*.

L'éocène se divise en deux : le poudingue de Palassou, d'origine fluvio-lacustre, et le nummulitique. Le premier se compose de marnes jaunâtres, de grès et de poudingues à éléments presque exclusivement calcaires. Sa puissance est considérable ; elle atteint vers l'est, au moins 1,000 mètres. Il est caractérisé dans l'Ariège et dans l'Aude, par les *Lophiodon*, les *Paléothérium* et par les mollusques que M. Noulet a en partie décrits. Le second, le nummulitique, ne dépasse guère 150 mètres. Des grès à empreintes végétales, des calcaires à *Operculina ammonca*, des marnes bleues et des calcaires compactes à *Milliolites*, entrent dans sa composition.

Le Garumnien de mon savant maître M. Leymerie (Danien) a environ 200 à 300 mètres d'épaisseur ; il se divise en trois parties : la supérieure, marneuse, contient les fossiles de la *colonie crétacée d'Ausseing* ; la moyenne est formée de calcaires compactes avec silex, renfermant des *Paludines*, des *Lymnées*, des *Cyclostomes* ; l'inférieure argileuse et gréseuse est saumâtre et marine. Ce terrain peut être suivi sans interruption jusque dans l'Aude. Il se développe largement dans l'Hérault et joue un rôle considérable en Provence.

La craie supérieure (craie de Maëstricht, craie sénonienne) que les beaux travaux de M. Leymerie ont éclairée d'une si vive lumière à Ausseing et à Gensac, se compose de calcaire nankin

à *Orbitolites*, *Hemipneustes radiatus*, *Nerita rugosa*; de grès jaunes et d'argiles ligniteuses à *Ostrea vesicularis*. Puissance : 150 mètres.

La craie moyenne (Turonienne et Cénomanienne) est formée de grès psammitiques à *Cyclolites* et *Hippurites*, de schistes terreux, micacés, avec dalles gréseuses à empreintes végétales. La base de l'étage se compose d'un conglomérat très-curieux, sorte de brèche, d'une épaisseur variable, qui a été rangé par mon ami le Dr Garrigou, dans le Turonien. En réalité, ce conglomérat est plus ancien; il correspond aux couches gréseuses à *Orbitolina concava* des Cerbières, de Fouras et de la Provence. C'est un des terrains les plus intéressants des Pyrénées; il renferme des blocs de toute grosseur, peu ou point roulés, formés de roches antérieures à l'époque cénomanienne (quelques-uns de ces blocs atteignent plusieurs mètres cubes). On y remarque aussi de nombreux cailloux d'*Ophite*. Ses couches supérieures sont nettement stratifiées et alternent avec des schistes terreux psammitiques. La puissance de la craie moyenne dépasse en certains points 1,000 mètres. Le conglomérat seul a ici au moins 600 mètres.

La Craie inférieure (Albien, Aptien, Néocomien) est constituée par des calcaires compactes à *Caprotina*, à *Cidaris pyrenaica*; par des argiles noirâtres contenant *Orbitolina conoïdea* et *discoïdea*, *Echinospatagus Collegnii*, *Belemnites semicanaliculatus*; par un deuxième horizon à *Caprotina*, à *Orbitolina* et à *Ostrea macroptera*, suivi de calcaires sans fossiles et d'un troisième horizon de rudistes. Cet étage, dont la puissance dépasse 1500 mètres, forme un grand tout peu divisible. Pourtant la partie inférieure rentre bien certainement dans le Néocomien proprement dit.

Le groupe oolitique supérieur, moyen, inférieur, est caractérisé par des calcaires et de puissantes couches dolomitiques grises, noirâtres, fétides, souvent à Nérinées, alternant avec des schistes de couleur sombre. A la base, dans l'oolithe inférieure, on remarque des calcaires noirs, veinés de blanc à *Terebratula pero-*

valis, des calcaires fétides, à surface brillantes (Entroques). L'ensemble de ce groupe dépasse 600 mètres.

Le Lias montre à la partie supérieure des argiles noirâtres un peu psammitiques à *Ammonites bifrons*, *Belemnites*; à la partie moyenne des calcaires marneux, noduleux, remplis de *Pecten Gryphea*, *Maccullochii*, *Pentacrimus scalaris*, des calcaires fétides et dolomitique; à la partie inférieure des brèches calcaires, des dolomies, des cargneules de teinte jaunâtre à l'extérieur, qui représentent le groupe de la *Gryphea arcuata*. Epaisseur 300 mètres.

L'Infra lias est formé par de petites couches et plaquettes de calcaire compacte, contenant des fossiles de la zone à *Avicula contorta*. Sa puissance varie entre 25 et 80 mètres.

Le Trias est complet. Les marnes irisées, gypseuses se développent largement; elles renferment de l'*Ophite* en abondance. On peut suivre cette singulière roche sur 30 kilomètres de longueur entre le Salat et Saint-Martin de Caralp.

Un calcaire gris, à *Encrines*, peu développé, représente le Muschelkalk; il sépare les marnes irisées d'un grès silicieux rougeâtre, qui appartient au grès bigarré. L'épaisseur de ce groupe est difficile à préciser, par ce qu'il bute par faille contre le terrain de transition; mais l'ensemble doit dépasser 300 mètres.

Le terrain de transition beaucoup plus tourmenté, plus ployé que le Trias, est en contact à Lacourt avec le granit.

On le voit, cette coupe des petites Pyrénées de l'Ariège est très-complète. C'est la plus expressive que je connaisse, elle nous a laissé voir sous leur vrai jour, tous les terrains, à l'exception des formations permienne et houillère qui peut-être existent puisqu'elles apparaissent dans les Corbières et dans les Basses-Pyrénées, mais qui alors sont ici perdues dans la profondeur; elle nous a montré que ces terrains sont constitués comme partout; elle nous a donné une idée des nombreuses fractures qui ont accidenté nos montagnes et des renversements qui en compliquent l'étude.

COUPES N° 3. — Des hauteurs au-dessus d'Engommer à Cazères sur Garonne.

Elle traverse les mêmes étages géologiques que les précédentes, mais le trias ne s'y rencontre plus normalement, le jurassique n'y est plus représenté que par l'oolithe inférieure; le crétacé inférieur, moyen et supérieur s'y développent largement.

Le granit au sud d'Engommer est gris à éléments fins, peu micacé, souvent grenatifère. Il supporte des schistes de couleur brun fauve, se décomposant facilement à macles cruciformes ou obliques¹, des roches pétrosiliceuses, dolomitiques, granitoïdes stratifiées riches en Epidote, plongeant vers le sud et relevées à 70°.

Vers le fond de la vallée de la Bouignane commence le Laurentien ou Cambrien, schistes graphitiques, satinés, plissés et fracturés.

Sur le versant opposé (nord) le silurien se développe avec une puissance considérable. Les strates plongent généralement vers le sud avec une inclinaison de 70°.

Il est caractérisé comme partout par des roches dolomitiques, des schistes violacés olivâtres, des calcaires marmoréens blancs, des calcaires rubannés. Ces derniers limitent le silurien supérieur et sur le trajet de la coupe présentent des *Encrines*, des *Orthocères*, des *Polypiers* et des *Brachiopodes* indéterminables.

Cet étage se développe du fond de la vallée au pied du pic de Laserre où il passe par l'intermédiaire d'une puissante couche de calcaire dolomitique cristallin (10 mètres d'épaisseur) à une masse considérable d'*Ophite porphyroïde*, contenant de la tremolite et du fer oligiste.

Cette masse ophitique enserrée dans le silurien a une épaisseur d'environ 60 à 80 mètres. Elle bute contre la *faille de Rivernert* qui met en contact le silurien avec l'oolithe inférieure,

¹ Ces macles ont été étudiées et décrites avec soin dans *Beitrag zur geol. Kenntniss der Pyrenéen von Ferdinand Zirkel, professor in Lemberg, mit vier Tafeln; Zeitschrift des deutschen geol. Gesellschaft. 1867.*

par l'intermédiaire des schistes talqueux épidoïfères, fendillés, criblés de géodes de calcaire cristallin, que l'on peut regarder comme des roches de passage des schistes siluriens à l'ophite prophyroïde.

La première série concordante finit avec le silurien. Au pied du pic de Laserre il est en contact immédiat par faille avec des dolomies bréchoïdes, cristallines, brunes, noirâtres, fétides à strates relevés, plongeant 70° N. quelquefois verticaux, alternant avec des calcaires également bréchoïdes, noirs, grisâtres (grand antique).

Dans ces formations qui ont une épaisseur considérable on ne rencontre guère que des traces d'*Entroques* et une grosse Térébratule renflée *Terebratula perovalis*, trouvée pour la première fois à 2 kilomètres à l'ouest de la coupe par notre savant maître M. le professeur Leymerie.

C'est donc l'oolithe inférieure (caractérisée plutôt par la lithologie que par la paléontologie) qui se trouve immédiatement en contact avec le silurien supérieur. La faille a fait disparaître le Dévonien, le Lias.

L'ensemble de ces couches dolomitiques et calcaires a environ une épaisseur de 700^m et correspond à l'oolithe inférieure, moyenne, supérieure, au néocomien, car immédiatement après on voit affleurer les étages aptien et albien caractérisés par de nombreux fossiles.

Le massif montagneux qui s'étend du versant N. du pic de Laserre jusqu'à la vallée du Salat appartient à ces deux étages, dont le développement considérable s'explique par de nombreuses fissures, par des plissements répétés.

Ces plissements mettent à nu, tantôt les schistes argileux de l'Aptien à *Belemnites semicanaliculatus* Blain, *Ammonites Dufrenoyi* d'Orb., *A. fissicostatus* Philips, *A. Nisus* d'Orb.; tantôt les calcaires du même étage à *Orbitolina conoïdea et discoïdea*, *Echinospatagus Collegnii*, à *Polypiers*, *Caprotina Lonsdalii*; tantôt les schistes et calcaires de l'Albien avec *Caprotina Lonsdalii*, *Exogyra subplicata* Bœm, *Cidaris pyrenæica* Cott. *Pentacrinites cretaceus* Leym, *Discoïdea conica* Desor, *Polypiers*, *Bryozoaires*, *Serpules*.

Du pic de Lazerre à Montgauch les inclinaisons changent au moins cinq ou six fois de sens, ce qui permet d'admettre des plissements nombreux dont on pourrait en certains endroits calculer le rayon,

Ce massif crétacé inférieur se termine dans la vallée du Salat par une colline assez élevée (à 500 mètres O. de Caumont) formée de schistes aptiens couverts en discordance de stratification par le conglomérat cénomanien ou de *Camarade* et les schistes psammitiques à empreintes végétales.

D'immenses blocs appartenant à différents étages mais surtout au néocomien et à l'aptien y attestent comme partout la grande puissance des dénudations.

A ce niveau la coupe traverse la vallée du Salat, affluent de la Garonne, dont la direction est en ce point celle de la faille de l'Arize, est-ouest ¹.

Au-delà de Mercenac se développe le crétacé moyen *conglomérat de Camarade* et *schistes psammitiques à empreintes végétales*, jusqu'à Bagert où commence la série renversée, crétacé supérieur, garumnien éocène, que les coupes précédentes ont

¹ Cette vallée de faille forme un profond sillon dans lequel apparaissent des lambeaux de terrains divers plus ou moins recouverts par le conglomérat de Camarade.

C'est surtout à 2 kilom. environ à l'ouest de la Coupe, en étudiant la colline qui domine au nord le petit village de Bonrepaux, qu'on peut se convaincre de la puissance des failles qui accidentent les petites Pyrénées.

Une coupe de cette colline de Bonrepaux à la métairie de Barbut (carte d'état-major) présente les terrains suivants :

Calcaire à Dicérates, Néocomien ou Aptien ?

Trias relevé à 70° pl. s. composé de plaquettes marneuses rubanées (marnes irisées), d'argile talqueuse avec fer oligiste et quartz bipyramidé, Ophite en strates épais plongeant S. 70°.

Ce système qui a au moins 150 mètres de puissance se trouve en contact vers le nord avec un lambeau de calcaire dolomitique brun cristallin (oolithe ?) derrière lequel se développe une nouvelle série triasique identique à la précédente jusqu'à la métairie de Barbut. Comment expliquer autrement que par des failles ces contacts de terrains si différents ?

déjà fait connaître. Le plongement est ici 70° S. et la composition de ces étages ne présente rien de particulier.

L'Eocène inférieure est brisé à ce niveau par des fractures multiples qui, se continuant à l'est et à l'ouest, forment la vallée du Lens, que l'on peut appeler faille du Lens ¹.

Au nord de cette vallée se développe le bombement crétacé, garumnien, éocène d'Ausseing sur lequel s'appuie en discordance le miocène de la plaine.

COUPE N° 4. — (*Des hauteurs au sud d'Aucassein à Mauran et Martres Tolosane*). Elle commence à 4 kil. environ à l'ouest de la précédente et traverse les mêmes terrains sauf le Jurassique, qui n'y paraît pas représenté :

Le granite gris commence la série des terrains qu'elle traverse, puis viennent : schistes maclifères, ardoisiers noirs fissiles, schistes graphitiques ondulés, satinés. Ils occupent tout le flanc sud de la vallée de Bouignane.

Près du village d'Aucassein, sur le flanc nord de la vallée se trouve une masse ophitique connue depuis longtemps par les géologues pyrénéens.

La roche dioritique y est de nature porphyroïde et s'accompagne de dolomies grises cristallines, de roches feldspathiques difficiles à dénommer, de calcaires marmoréens rosés contenant

¹ Cette vallée, orientée E. O. est excessivement intéressante ; des coupes nombreuses perpendiculaires à sa direction, faites à peu de distance les unes des autres, nous ont prouvé que c'est une vallée de faille, au fond de laquelle apparaissent de nombreux lambeaux de trias (gypses, marnes talqueuses, ophite), recouverts par le conglomérat de Camarade. L'ophite n'est là que comme roche subordonnée au trias et n'a joué aucun rôle actif dans la production de ces accidents. La lèvre méridionale de cette faille est bordée par la bande renversée (crétacé, garumnien, éocène), la lèvre occidentale par le bombement d'Ausseing.

de l'Epidote, de la pyrite jaune, du fer oligiste et des cristaux de Couzeranite.

Nulle trace ni de cheminée, ni de typhon : l'ophite est emballée dans des schistes ardoisiers ferrugineux, très-fracturés, très-ondulés, identiques à ceux que l'on trouve partout dans le même étage.

Ces schistes se continuent au-delà de l'ophite jusqu'au pied du Tuc de la Cabanasse où la série calschistes olivâtres, calcaire rubané avec fossiles siluriens supérieurs reparait.

Vers le sommet de la montagne une faille (f. de Rivernert) met en contact le silurien supérieur avec le *Néocomien inférieur* ou *Poolithe* ? caractérisés par des calcaires dolomiques, cristallins, fétides, contenant des *Polypiers*, des *Nérinées*, des *Oursins déprimés* indéterminables.

Sur une épaisseur d'environ 300 mètres les mêmes couches se continuent du sud au nord, presque verticales ou plongeant légèrement au sud.

D'après la lithologie et la paléontologie elles appartiennent aux terrains secondaires, et parmi ceux-ci probablement au néocomien qui présente les mêmes caractères partout où il affleure dans sa position normale.

Ce lambeau de calcaire néocomien forme au sommet du Tuc de la Cabanasse une crête allongée se terminant en pointe à l'est, s'élargissant vers l'ouest et dominant sous forme d'un relief puissant les schistes siluriens du revers nord de la vallée de Bouignane.

Une deuxième faille fait reparaitre le silurien vers la descente nord du Tuc de la Cabanasse ; ici ce sont des calcaires marmoreux blanc bleuâtres, formant des bancs de 4^m 50^c environ plongeant S. 70°. Nous les attribuons au silurien car ce n'est guère que dans cet étage que l'on rencontre des roches de cette nature, il n'y a d'ailleurs là aucune trace de fossiles pour mettre l'observateur sur la voie.

Il s'en suivrait que ces montagnes sont formées de tranches de terrains différents appliqués les unes sur les autres. Le Tuc de la Cabanasse en effet se trouve sur le trajet d'un accident des

plus imposants des Pyrénées, de la faille de Rivernert, plus méridionale que celle de Castelnau de Durban qui traverse le même massif.

Cette lamination gigantesque a d'ailleurs été observée plus à l'ouest sur le prolongement des failles précédentes par M. le professeur Hébert (Bullet. Soc. g. Fr. t. XXIV, p. 328).

« Au sud d'Aspect, au pont de Giret, sur 3 kilomètres de longueur, on rencontre des schistes siluriens enveloppant le granite, au N. les marbres liasiques de Saint-Béat avec les ophites sous-jacentes, au sud, et dans l'intervalle du S. au N., occupant une largeur moindre qu'un kilomètre, des calcaires schisteux avec *Exogyra virgula*, des calcaires coraliens compactes à nérinées, des brèches et des calcaires schisteux néocomiens formant autant de murs verticaux, etc.

« L'imagination a peine à concevoir de pareilles perturbations. Il a fallu qu'une épaisseur considérable de couches à peu près horizontales, depuis le silurien jusqu'au crétacé, ait été découpée en tranches verticales, comme par une sorte de lamination à grandes parties, les pressions latérales ont écrasé ces tranches les unes contre les autres, les ont fait glisser obliquement de façon que quelques-unes ont pu disparaître dans les profondeurs; puis les grandes dénudations, soit à la fin de la période tertiaire, ou pendant la période quaternaire ont façonné le relief extérieur. »

Au-delà du Tuc de la Cabanasse se développe le crétacé inférieur qui s'étend jusqu'à la vallée du Salat, comme dans la coupe précédente.

Il s'y présente avec le même aspect ondulé, fracturé; mais le néocomien inférieur et supérieur y sont représentés plus largement que partout ailleurs.

De plus entre le pied du Tuc de la Cabanasse et le pic de Lestelas, le long d'un plateau boisé dans la direction de la coupe S. N. il existe un affleurement de conglomérat crétacé moyen assez puissant. Les schistes psammitiques à éléments fins qu'on y rencontre nous ont présenté une empreinte de fossile que l'on pourrait peut-être attribuer à un *scaphite*? Au pied N. du pic de

Lestelas le crétacé inférieur reparaît sous le crétacé moyen discordant.

Toute la série des horizons du Néocomien, de l'Aptien et de l'Albien est représentée dans la descente du pic de Lestelas à la chapelle St-Maur, dans la vallée du Salat.

Les fossiles caractéristiques deviennent abondants à partir du vallon qui s'ouvre derrière le hameau de Francazal ¹. Dans les schistes aptiens on trouve assez abondamment, *Echinospotagus Collegnii* d'Orb. écrasé, *Belemnites semicanaliculatus* Blainv., *Caprotina Lonsdalii* d'orb. ? *Cidaris pyrenaïca* cott., *Ammonites dufrenoyi* d'Orb., *A. fissicostatus* Philips., *A. Nisus* d'orb., plus rarement : *Orbitolina conoïdea*, *O. discoïdea* Alb. Gras. *Pseudodiadema malbosii*, *Turritella*, *Polypiers* (*Synastrea*), Bryozoaires du genre des *Fascigeridæ*, etc.

L'Albien très-développé entre le village de Mauvezin de Prat et la chapelle St-Maur, sur le trajet de la coupe, contient un assez grand nombre de fossiles : *Cidaris pyrenaïca* Cott., *Cidaris* indéterm. *Discoïdea conica* Desor., *Pentacrinus cretaceus* Leym *Exogyra sub plicata* Rœm ? , *Rynconella sulcata* d'Orb., *Terebratella astierana* d'Orb., *Nucula bivirgata* Sow., *Bryozoaires*, *Polypiers*, *Serpules* etc.

Les différents étages de la craie inférieure sont suffisamment caractérisés par les fossiles que nous venons de nommer. ²

Au-delà de la vallée du Salat (faulle de l'Arize) se développe la série ondulée et brisée des conglomérats et des grès du crétacé moyen jusque vers Betchat, sur les confins des deux dé-

¹ Le Néocomien ne présentant que très-peu de fossiles autres que *Caprotina Lonsdalii*, *Terebratula sella*. *Nérinées* indéterminables, nous le négligeons ici.

² Les localités les plus riches en fossiles (crétacé inférieur) de la bande de terrain que nous avons étudiée sont (Carte d'Etat major) : chemin entre Francazal et Saleich vieille, entre Saleich et le village de Lacave, métairie de Houaillet, au-dessus de Prat, Peluhau, près de Caumont (Néocomien, *Terebratula sella*, *Plicatula*) Montgallard. Peyralleou. L'Etude de ces diverses localités, faite pas à pas, nous a permis de donner à la craie inférieure un développement que personne ne lui avait encore reconnu jusqu'ici.

partements de l'Ariège et de la Haute-Garonne. On y retrouve la bande renversée (crétacé supérieur, garumnien, Eocène) décrits par notre savant maître M. le professeur Leymerie. Le garumnien présente ici quelques particularités qui méritent l'attention.

L'horizon inférieur, grès sableux, est assez riche en fossiles et présente deux minces couches de lignite pyriteuse que l'on a essayé d'exploiter dans un ravin au Nord du village de Latour.

Ces grès sableux contiennent quelques fossiles qui n'ont pas encore été indiqués à notre connaissance à ce niveau. Ce sont ¹ des *Fusus* ? des *Cardium*, *Carditæ*, *Leda*, *Anomia* ou *Huitres* minces et nacrées. Les échantillons sont excessivement fragiles et trop mal conservés pour que leur détermination soit facile.

Cet horizon fluvio-marin est le même que celui où M. Leymerie a trouvé des crocodiles et des tortues ; ici il a une assez grande épaisseur et se continue par l'horizon lacustre du calcaire sublithographique à Physes, Paludines, Chara etc.

C'est le 3^e horizon du Garumnien (colonie d'Ausseing) qui limite au Nord la bande renversée et forme la lèvre méridionale de la faille ou vallée du Lens. En cet endroit la vallée a son maximum de largeur et son fond, depuis Ponsolle jusque vers la Rouande, est occupé par des pointements d'*ophite* accompagnée de *marnes talqueuses* et de *gypse exploité*.

Cette ophite que l'on a souvent regardée comme une roche éruptive, cause du soulèvement des petites Pyrénées, paraît ici comme à Salies, comme à Bonrepaux appartenir, comme roche subordonnée, au trias. Elle est accompagnée des roches caractéristiques des marnes irisées et sa présence hors de sa position normale s'explique fort bien par la faille du Lens.

De plus, comme à Salies, comme à Bonrepaux, elle est recouverte du conglomérat de Camarade ou crétacé moyen, composé

¹ Selon M. le prof. Lemeyrie la faune de cet horizon se compose de Crocodiles et Tortues ; *Ostrea Verneuillii*, *Cyrene garumnica*, *Melanopsis Cottaldiana*, *Tornatella Baylei*, *Radiolites Leymeriei*. (Bull. Soc. géol. XXXVI, p. 344. 1869).

d'immenses blocs de granite, de dévonien, de calcaire à *Dicerates* etc. etc. En certains endroits ce conglomérat forme des collines puissantes à la base desquelles affleure l'ophite ou le gypse (Plâtrières de Rey, de Bourrut, de Laubeto, carte d'état major).

Le petit château de Casteldon, à 2 kil. au Nord de Betchat, est construit sur une colline de conglomérat en grande partie granitique avec tourmaline.

Sur le revers opposé (Nord) de la vallée du Lens se développe le bombement d'Ausseing. La seule particularité qui mérite d'être notée, c'est, au-dessus du calcaire à operculines de l'éocène inférieur, la présence d'argiles bleuâtres à *Teredo Tournali* et *Ostrea gigantea*, à 600 mètres sud de Belbèze, sur le revers méridional de cet intéressant accident géologique.

COUPE N° 5. — De Montgaillard à Mazères.

Les schistes et calcschistes aptiens sont parfaitement caractérisés à Montgaillard où abondent dans les carrières voisines du village *Caprotina Lensdalii*, *Cidaris pyrenaica*, Cott. *Orbitolina conoidea* et *discoidea*, *Rynconella*, *Polypiers* indéterminables. Les bancs plongent environ 30° N. et leur direction est assez exactement E.-O.

À 600 mètres N. de ce village le crétacé moyen succède au crétacé inférieur en continuant sur la rive droite du Salat la large bande de ce terrain décrite sur la rive gauche.

Quelques bancs de poudingue affleurent à la métairie de *Larogue* (carte d'état-major): plus au nord, non loin de là au milieu du conglomérat surgit un rocher considérable de dolomie brune cristalline fétide, oolithe inférieure ou néocomien? Il est impossible de savoir si c'est une roche en place ou un bloc appartenant au conglomérat. Entre ce point et la butte ophitique de Salies se développent surtout les schistes psammitiques à impressions végétales et le conglomérat formé de roches détritiques appartenant surtout au terrain de transition.

Tout a été dit, semble-t-il sur cette série de buttes ophitiques, gypseuses, marneuses, échelonnées le long de la route de Salies à Montsaunés.

Dans le compte-rendu des excursions et des séances de la Société géologique 1862, p. 22, M. le professeur Hébert considère ces gypses et ces marnes de la manière suivante :

« Le gypse accompagné de marnes, lie de vin et vertes, se présente entre les argiles crétacées (du Sénonien inférieur) et la masse principale d'ophite, et bien que la stratification soit ici un peu confuse, il est facile de constater que, dans son ensemble la formation des argiles avec gypse affecte, comme la série précédente, une position voisine de la verticale. L'ophite qui n'est qu'une véritable diorite, tantôt compacte, tantôt porphyroïde, et qui présente les mêmes caractères et les mêmes variétés que les diorites de toutes les autres parties de la France, semble aussi s'élever verticalement, avec un petit filon dioritique, chargé d'épidote et parallèle aux couches du système gypseux, se montre à la partie inférieure de cette série.

« En examinant de près le système gypseux, frappé des couleurs vives des argiles, de la disposition zonaire des couches de gypse, disposition indiquant, selon nous, d'une manière certaine un mode de formation sédimentaire, nous n'avons pas hésité à déclarer que ce système faisait partie du trias et qu'il ne pouvait avoir aucun rapport avec le terrain crétacé en contact duquel il se trouvait placé par suite d'une dislocation du sol.

« En m'exprimant ainsi je traduis l'expression générale des membres de la Société présents sur les lieux, car en même temps que je formulais ma pensée, la même opinion était émise par M. de Rouville, qui reconnaissait comme moi la grande analogie de ce système gypseux avec les calcaires des Cévennes et des Alpes, et j'ajoutais, ce qui a été confirmé par d'autres membres, que les argiles que nous avons devant nous avaient, malgré leur peu d'importance, tout-à-fait les caractères des marnes irisées du nord, à un bien autre degré que les roches correspondantes des Cévennes et des Alpes, qui sont ordinairement à l'état schisteux, et que, quant au gypse, les petites couches superposées de cristaux de différentes teintes qui donnent à cette roche son apparence zonaire,

» disposition que l'on retrouve dans les assises inférieures des
» marnes gypseuses du bassin de Paris, devait faire exclure toute
» pensée de métamorphisme.

« Nous n'avons pas cependant été assez heureux pour con-
» vaincre tous nos confrères. M. Gaudry a persisté à considérer
» les argiles bariolées de Salies comme ayant subi une action
» métamorphique par suite de l'éruption des masses ophitiques.

» Mais quelles argiles crétacées auraient subi cette transfor-
» mation ? D'ailleurs le système gypseux de *Salies* est accompa-
» gné de cargneules et de sel gemme dont on a constaté la pré-
» sence ; aujourd'hui encore, des sources salées sortent de ces
» masses minérales, légitimant les noms donnés au village de
» *Montsaunés*, au bourg de *Salies* et à la rivière du Salat qui
» arrose cette vallée. Le sel gemme serait-il aussi un produit du
» métamorphisme ? Il serait bien singulier qu'au milieu de la
» période crétacée, ces phénomènes de métamorphisme aient pu
» avoir la propriété de transformer une partie de ce terrain, de
» telle manière à lui faire produire des argiles ayant toutes les
» propriétés des *marnes irisées* les mieux caractérisées et à y
» introduire les trois éléments normaux du trias supérieur : le
» sel gemme, le gypse, la dolomie. Nulle part, ni dans les
» Cévennes, ni dans les Alpes, ce terrain ne présente une telle
» réunion de caractères identiques avec le *keuper* du nord.

» La ville de *Salies* est dans une position pittoresque sur la
» gauche du Salat et s'élève très-peu au-dessus de la base d'une
» grande butte d'ophite au sommet de laquelle se trouve l'an-
» cienne église. »

Ici comme dans la vallée du Lens, comme à Bonrepaux, l'ophite
est accompagnée des roches caractéristiques du trias supérieur.
Ailleurs on la trouve en bancs réguliers recouverts de l'*Infrà*
lias à *Avicula concorta* et recouvrant les cargneules et les
calcaires du *Muschelkalk* : on peut la suivre sur de grandes
distances ¹ comprises entre les mêmes étages.

¹ On peut suivre l'ophite dans le trias sur 30 kil. de longueur entre le
Salat et St-Martin de Caralp (Magnan. Ctes rendus de l'Ac. des sc. 2 mars
1868).

Il est permis dès lors d'admettre avec M. Hébert que les marnes, les gypses et les dolomies sont du Keuper; avec MM. Virlet d'Aoust, Garigou et Magnan que l'ophite *d'origine hydrothermale est souvent triasique*.

La butte de Salies se présente comme celles de la vallée du Lens, recouverte par le conglomérat cénomanien: il en est de même des gisements d'ophite et de marnes irisées échelonnés de Salies à Montsaunés. Les roches détritiques appartiennent ici le plus souvent aux terrains anciens: de grands blocs de calcaire marmoréen blanc (silurien?) permettent de recueillir près de la source salée de Salies de magnifiques échantillons de Couzeranite, d'Épidote et plus rarement de Trémolite.

Au-delà de la butte ophitique de ce bourg recommence (par faille) du côté du nord la série crétacée suivante: 1° marnes avec plaquettes calcaires 2°. Calcaires marneux recouverts par des calcaires plus compactes avec *Nérites* et *Hémipneustes*... (Réunion extraord. Soc. géol. 1869, p. 25) en couches presque verticales dirigées O.-N.-O. à E.-S.-E. Le sénonien est recouvert du garumnien et de l'éocène, mais à 1 kil. $\frac{1}{2}$ au nord de Salies, le long du chemin de fer de Boussens à St-Girons, existe une nouvelle faille non indiquée encore et qui paraît continuer celle du Lens.

Au calcaire à operculines de l'éocène inférieur presque vertical succède brusquement le garumnien surmonté de l'éocène, tous deux plongeant très légèrement vers le nord de 5° à 10°. Ces étages ayant chacun leurs fossiles caractéristiques, il est facile de les reconnaître et de constater cette faille qui se reproduit à 200 mètres plus au nord dans le même massif en mettant (au niveau de la vallée) l'éocène tout à l'heure au sommet de la colline.

L'ensemble de ce système est donc formé de tranches plus ou moins épaisses qui ont glissé les unes sur les autres comme l'indiquent les nombreux miroirs que l'on rencontre le long de la voie ferrée jusqu'à Mazères. Plus loin le diluvium des plateaux rend l'observation plus difficile, mais il est probable que la lami-

nation dont nous venons de parler se continue jusque vers Bous-sens ¹.

Les cinq grandes coupes précédentes jointes aux remarquables études faites par notre ami M. Magnan dans l'Aude et dans les Basses-Pyrénées permettent d'établir la grande importance des failles dans la formation des Petites-Pyrénées. Le tracé de ces grands accidents a été indiqué par lui. (Bulletin de la Soc. géol. t. XXV. 2^e série fig. 2) de la manière suivante p. 719 :

« L'accident remarquable dont j'ai parlé il y a quelque
» temps, c'est-à-dire la bande nummulitique garumnienne
» et crétacée supérieure *renversée* de Tourtouse et de
» Félade (coupe n^o 2), que nous venons de retrouver entre
» Balança et Lamothe, se poursuit sur près de 400 kil. de lon-
» gueur, de la Méditerranée à l'Océan, ou mieux, de Tuchan,
» (Aude)aux environs de St-Jean-de-Luz dans les Basses-Pyrénées,
» par le pied nord du pic de Bugarach, Sougraigne, Brenac,
» Nébias, Belesta, Pereille, Vernajoul (cluse au N^o de Foix),
» Baulon, Balança, Lamothe, Camarade, Félade, Tourtouse,
» *Salies du Salat, vallée du Lens*, St-Martory, Liéoux, Latoue.
» Cachée par le miocène et le pliocène du plateau de Lanne-
» metzan, on la retrouve à Orignac, au nord de Bagnères de
» Bigorre, où mon savant maître M. Leymerie, a signalé depuis
» longtemps la craie renversée sur le nummulitique, puis à Ossan
» près de Tarbes, de là à Bidache et à St-Jean de Luz sur l'Océan;
» c'est le célèbre observateur des Pyrénées, Palassou, qui l'a indi-

¹ Nous ne pouvons terminer ce qui a trait aux environs de Salies sans parler du massif d'Espancousses qui est généralement regardé comme un noyau granitique entouré de son auréole de schistes siluriens (p. 25. Réunion. S. géol. 1862). D'après nos recherches, cette colline serait formée du conglomérat de Camarade, le granit n'y serait pas en place, le silurien affleurerait peut-être à Tussoles, la dolomie oolithique, au-dessus du hameau d'Espancousses. Au-dessus de ces deux lambeaux de schistes de transition et de dolomie, se sont déposés des blocs de nature variée appartenant à tous les étages géologiques jusqu'à l'Albien.

» quée par Coarraze, Nay, Bosdarros, Gan, Lasseube, Haget,
» Luc, Dognen, Camblong, Montfort, Laas, Orriule Sauveterre
» et Bidache.

« Je désignerai, dans mon prochain travail, les deux brisures
» qui enserrent cette bande sous le non de failles du Lens et de
» Camarade.

» La faille de l'Arize, au nord de laquelle la série crétacée
» inférieure, jurassique, triasique et de transition est renver-ée,
» se continue à l'ouest; elle passe à Montasquieu, au nord de
» Taurignan-le-vieux, *suit le Salat entre ce village et Lacave*, se
» retrouve près de Ganties, d'Encausse et de Barbazan. Plus
» loin on l'observe à Basus, où elle a été signalée par M. Hébert,
» puis au pied N. de la Penne de Lhéris, à Bagnères de Bigorre,
» à Lourdes, à Arrudi, à Saint-Cristau; elle se poursuit sans
» doute au-delà.

» La faille de Castelnau-Durban, qui fait buter, dans ce village,
» les marnes irisées du trias contre le silurien, se voit à l'est
» près de Foix et de Celles; à l'ouest, je l'ai reconnue sur les
» bords du Salat, à Mondette, où elle met en contact les grès
» siliceux du trias et le devonien. Mon ami M. le docteur Bleicher,
» qui s'occupe depuis quelque temps de la géologie de la partie
» la plus occidentale de l'Ariège, m'a appris qu'elle se continuait
» dans le massif du pic de Lestelas.

» C'est la même qui passe au sud d'Aspect, à Sujet, aux bains
» de Sarrancolin, de Siradan, dans la vallée d'Aure. Au S. de
» Bagnères de Bigorre, elle met le corralien à nérinées de
» Bayen, entre le terrain de transition de la Violette (Lesponne)
» et le lias du vallon de Serris.

» C'est encore la même brisure que M. Leymerie et moi avons
» remarquée l'été dernier, à la limite des Hautes et Basses-
» Pyrénées, vers la partie supérieure de la vallée de Lauzon et
» qui fait buter les terrains secondaires contre le sillurien du
» Cap de la Teste, au N.-O. d'Arrens.

» Comme celle de l'Arize, elle doit se poursuivre au-delà.

» La direction de ces failles varie entre E.-O. et 0.30° N.

» La moyenne serait donc 0.15° N.

» D'autres failles s'observent dans le terrain de transition ;
» celle indiquée sur ma coupe , à Tarteing , est très-bien indi-
» quée, vers l'ouest par le cours du ruisseau de la Nert, affluent
» du Salat, mais la schisteuse des roches, ainsi que les nombreuses
» dislocations et les plissements répétés empêchent qu'on puisse
« suivre ces failles sur de grandes étendues.

C'est cette dernière faille, la plus méridionale de toute que nous avons indiquée sous le nom de faille de Rivernert dans les coupes 3 et 4.

L'importance de ces accidents est capitale ; *les failles peuvent avec les dénudations expliquer la formation des reliefs des Petites Pyrénées, sans l'intervention des roches éruptives.*

Ces érosions se sont produites dans les Pyrénées à différentes époques. La plus puissante de toutes est sans contredit celle qui s'est produite à l'époque crétacée moyenne ¹ et a formé le conglomérat de Camarade. Plus tard une nouvelle érosion a formé à l'époque éocène le poudingue de Palassou ; le diluvium (pliocène) ? et quaternaire terminent la série.

Il est possible de distinguer facilement les différentes formations détritiques les unes des autres, par la nature des roches que l'on rencontre. En effet, le *conglomérat* est caractérisé par de gros blocs à angles généralement vifs, les cailloux roulés y sont rares et les étages suivants s'y trouvent représentés :

Terrain de transition (cambrien, silurien, devonien).

Trias (ophite).

Lias, oolithe.

Craie inférieure (néocomien, aptien, albien).

¹ L'âge de ce conglomérat a été déterminé par M. Magnan qui l'a trouvé dans la vallée du Volp, au Pas-de-Gazaille sur le nouveau chemin de Mérigon à Sainte-Croix recouvert directement par les argiles avec dalles gréseuses, à empreintes végétales (niveau de l'île d'Aix), et par des grès silicieux, psammitiques, souvent un peu calcaires, remplis, en certains points d'*Ostrea columba* Desh, de *Cyclotites semiglobosa* Mich, d'*Hemiasler Desori* d'Arch., de *Sanira quadricostata* d'orb., de Nautilus, etc., qui sont à leur tour recouverts par les grès à *Hippurites* et à *Turbinolia*, du turonien.

Dans le *Poudingue de Palassou*, les cailloux roulés sont très-abondants, de moyenne taille, rarement céphalaires et appartiennent le plus souvent aux formations suivantes :

Sénonienne.

Garumnienne.

Eocène marin ou inférieur.

Le flot du lac sous-pyrénéen de l'époque éocène supérieure semble avoir surtout battu un rivage formé de ces différents terrains.

Le diluvium contient également beaucoup de cailloux roulés, mais ils appartiennent à toutes les formations existantes dans le massif pyrénéen ; ces cailloux sont d'autant plus gros qu'on se rapproche des montagnes. Ces alluvions stratifiés irrégulièrement le long des vallées des rivières ne peuvent donc pas être confondues avec les couches détritiques précédentes régulièrement déposés.

Les failles, les dénudations sont donc parfaitement évidentes dans les premiers contreforts des Pyrénées centrales. Il est possible d'expliquer la formation de ces montagnes par ces grands phénomènes géologiques, sans recourir à l'*ophite* qui a été jusqu'ici regardée comme la cause active soulevante de ces strates renversés, bombés et inclinés de diverses manières.

« En effet, dit M. Magnan, (Bull. Soc. Géol., t. XXV, 2^e série, p. 716), l'*ophite* relevée après l'époque crétacée inférieure, démantelée ensuite par les eaux de la mer cénomaniennne, a été, suivant qu'elle formait des protubérances plus ou moins élevées, ici recouverte par le conglomérat de cette époque (Salies, Camarade, Gaussaraing, Bagnères de Bigorre, Helle, etc.), là par la craie supérieure, comme dans les Basses-Pyrénées, ailleurs par le nummulitique, ailleurs encore, comme dans les Landes, par le miocène et le pliocène. Cette roche paraissait sortir de dessous, venir de l'intérieur sous forme de typhon.

« Ainsi que l'ont dit, avec juste raison, M. Verlet d'Aoust, M. Garrigou et d'autres géologues, il y a des *ophites* de plu-

» sieurs âges. Je crois même qu'à l'avenir on pourra facilement
» les reconnaître. Les ophites de transition passent souvent à la
» syénite, au granite décomposé (c'est à ce niveau qu'on trouve
» la Lherzolite et la serpentine des Eaux-Bonnes, de Portet, de
» la haute vallée du Gers, de l'étang du Lherz) ; elles avoisinent
» des roches qui renferment beaucoup de minéraux, tels que la
» trémolite, etc. (Aulus, Saint-Béat, pont de Pouzac, vallée
» d'Arrens, Lacaune, dans le Tarn), quelquefois du gypse (La-
» court) ; les ophites triasiques sont accompagnées de marnes
» irisées, toujours gypseuses et salines, avec cristaux de quartz
» bipyramidés (Hyacinthe de Compostelle) et calcaires jaunes
» argileux, en plaquettes (bande entre le Salat et Saint-Martin
» de Caralp, Salies du Salat, environs de Gausseraing, vallée
» du Lens, près de Marsoulas, Villefranque, Gaujac, Salies en
» Béarn, Bastennes et Dax) ; elles contiennent aussi quelquefois
» des cailloux roulés (Lespy, Ségallas, près de Castelnau de
» Durban, Taurignan-Vieux) ; les ophites du jurassique et de la
» craie inférieure ¹ sont enserrées dans des argiles auxquelles
» elles passent, sans trace de plaquettes calcaires (sud de Ba-
» gnières de Bigorre).

« Maintenant, qu'est-ce que l'ophite ? Tout porte à croire que
» cette roche est d'origine hydrothermale, comme le gypse et le
» sel qui l'accompagnent. Il restera à expliquer la présence des
» cailloux roulés qu'elle renferme quelquefois ; mais il est un
» fait certain, qui me semble indiscutable, c'est que l'ophite est
» *essentiellement passive*.

« Contemporaine des terrains au milieu desquels elle est en-

» ¹ Dans la bande de terrain que nous avons étudiée ces diverses sortes
» d'ophite existent.

« Les affleurements d'Aucassein et du pic de Laserre sont siluriens.

« Ceux de Bonrepaux, de la vallée du Sens, de Salies, sont triasiques.

« Ceux que l'on rencontre du château de Prat à la métairie de Houaillet
» (carte d'état major), enserrés au milieu des schistes aptiens, très-riches
» en épidotes, passant aux argiles schisteuses, paraissent appartenir au
» crétacé inférieur. »

» serrée, elle ne se montre jamais dans les joints des innom-
» brables failles qui accidentent les Pyrénées, et, il faut bien en
» convenir, ce serait pourtant là qu'on devrait la trouver si elle
» était réellement éruptive, si elle s'était épanchée à des époques
» relativement récentes, si elle avait soulevé nos montagnes,
» comme on le dit tous les jours ; d'un autre côté, je ne lui ai
» jamais vu jouer le rôle métamorphique qu'on lui attribue ; les
» calcaires ordinaires, compactes, argileux et *fossilifères* de
» l'infra lias, qui recouvrent l'ophite sur 30 kil. de longueur
» dans les petites Pyrénées de l'Ariège, et les calcaires à débris
» d'encrines du muschelkalk qui la supportent sont là pour en
» témoigner. Je dois ajouter que les dolomies, dans les Pyrénées,
» ne sont pas dûes au métamorphisme des roches, dans
» l'oolithe notamment ; elles contiennent quelquefois des fossiles
» et se trouvent comprises entre les roches très-fossilifères et
» non dolomitisées du lias moyen et supérieur et du crétacé
» inférieur. »

Nous partageons complètement les opinions de notre ami M. Magnan au sujet de l'ophite et les conclusions que nous tirons de cette étude sont celles qu'il donne à la fin de la note dont nous venons de faire un extrait.

Les Pyrénées rentrent dans la loi commune ; les terrains y sont constitués comme partout.

L'ophite (diorite) est une roche essentiellement passive.

Ces montagnes doivent leur relief à des failles immenses linéaires et non à des soulèvements comme on le pense généralement.

Les failles se sont produites à froid ; elles sont souvent remplies par des argiles rouges ferrugineuses, mais jamais par les roches réputées jusqu'à ce jour éruptives.

Par trois fois les Pyrénées ont été disloquées et dénudées sur une vaste échelle.

Les directions ne peuvent servir à caractériser l'âge des montagnes.

BIBLIOGRAPHIE

Bulletins de la Société géologique de France.

- 1831, p. 313. Sur les ophites et leur part au soulèvement des Pyrénées (soulèvement ophitique postérieur aux terrains tertiaires, O. 12^o, 5, à E. 12^o N.). Dufrénoy et Elie de Beaumont.
- 1831, p. 75. Précis de quelques observations sur la stratigraphie pyrénéenne. Reboul.
- 1832. t. I, p. 2, 1^{re} série. Mémoire de M. Tournal sur l'ophite éruptive.
- 1832 (t. II, p. 427). Mémoire de Dufrénoy sur la relation et l'époque d'apparition des ophites du gypse et des sources des Pyrénées.
- 1837. Séance du 13 février (M. Lefèvre), ophite accompagnée de roches d'apparence stratiformes.
- 1838, p. 223. Note de M. Coquand sur l'ophite, la syénite et des Pyrénées.
- 1839. t. X, p. 242. Lettre à M. Elie de Beaumont sur les ophites et le terrain crétacé de Dax (M. de Collegno).
- 1840. Le tertiaire des Landes a été disloqué par l'ophite. M. de Collegno, p. 385.
- 1841, p. 315. Mémoire de M. Coquand. Modifications éprouvées par les calcaires au contact et au voisinage des roches ignées.
- 1842, p. 406. M. de Collegno explique le phénomène diluvien par la masse d'eau fondue produite par les neiges des Pyrénées au moment du soulèvement de l'ophite.
- 1842, p. 460. D'Orbigny. Considérations géologiques et géologico-paléontologiques sur l'ensemble des mollusques gastéropodes du terrain crétacé.

- 1844. T. I, p. 573. Mémoire sur la constitution géologique des environs de Bayonne, par M. Thorent.
- 1847. Notice géologique sur les terrains du bassin de l'Adour. M. Delbos, p. 718.
- 1853. Sur le massif d'Ausseing, 2^e série, t. X, p. 515 M. le professeur Leymerie.
- 1855-56. 2^e série, t. XIII, p. 355. Catalogue des Echinides fossiles des Pyrénées, par M. Leymerie et Cotteau.
- 1855-56, p. 672. Mémoire sur le terrain jurassique des Pyrénées françaises. M. Leymerie.
- 1856. Etudes géologiques sur les départements de l'Aude et des Pyrénées orientales 2^e série, t. XIV, p. 460. D'Archiac.
- 1862 (t. XIX, 2^e série). Compte-rendu des excursions et des séances de la Société géologique, réunie dans les Pyrénées de la Haute-Garonne, avec carte des petites Pyrénées de ce département.
- 1863 (p. inc.). Esquisse géognostique du val d'Ariège (Leymerie).
- 1865. T. XXII, 2^e série. Ophite non éruptive, par M. Virlet-d'Aoust.
- 1866. 2^e série, t. XXIII, p. 419. Etude de l'étage turonien du terrain crétacé supérieur, le long du versant nord de la chaîne des Pyrénées, par M. Garrigou. (Ophites triasiques de la vallée du Leus, conglomérat crétacé).
- 1867. T. XXIV, p. 328. Du terrain crétacé des Pyrénées, par M. Hébert. Le savant professeur de Paris divise le terrain crétacé inférieur en néocomien moyen (urgonien) et supérieur (aptien). Coupes nombreuses. Etendue des mers néocomiennes. Mémoire très-précieux pour l'histoire géologique des Pyrénées.
- 1868. 2^e série, t. XXV, p. 709. Note sur une deuxième coupe des petites Pyrénées de l'Ariège. Sur l'ophite

- (diorite), roche essentiellement passive, et aperçu sur les érosions et les failles, par M. Henri Magnan.
- 1869. T. XXVI, 2^e série, p. 29. Sur les roches ophi-
tiques de l'Ariège, par M. Mussy.
 - 1869. T. VVVI, 2^e série, p. 277. Mémoire pour servir
à la connaissance de la division inférieure du terrain
crétacé pyrénéen. Brachiopodes du grès vert. Essai
d'une classification du terrain crétacé des Pyrénées
par M. Leymerie.
 - Histoire des progrès de la géologie, p. 541, t. VI.
d'Archiac.
 - Comptes-rendus de l'Académie des sciences, passim.
Notes de M. Leymerie et Magnan, etc.
 - Beiträge zur geologischen Kenntniss der Pyrénéen von
Ferdinand Zirckel, professor in Lemberg. Abdruck
d. Zeitschs. d. deutschen geologischen Gesellschaft
Jahrg. 1867. Aperçu historique sur la géologie des
Pyrénées. Etude micrographique de l'ophite. Les
gypses et les marnes qui accompagnent cette roche
seraient d'origine métamorphique et rappellent à
l'auteur les dépôts formés autour des geysers de
l'Islande.
 - Mémoires de l'Académie des sciences de Toulouse,
passim.

Nous n'avons pas la prétention de faire ici l'historique de la géologie des Pyrénées; les notes et mémoires cités dans la bibliographie sont ceux que nous avons pu consulter dans les bibliothèques de Toulouse et de Strasbourg.

II. PLATEAU CENTRAL

ÉTUDE DES FORMATIONS GÉOLOGIQUES DU REVERS S.-O. DU PLATEAU
CENTRAL (LOT, TARN ET GARONNE).

Cette deuxième partie, sans présenter un caractère d'ensemble comme la première et la troisième, repose comme elles sur des études pratiques faites, soit par M. Magnan, soit par nous dans les départements du Lot, de l'Aveyron et du Tarn et Garonne.

Nous renvoyons pour l'historique de la question aux premières pages de l'étude des formations secondaires des bords S.-O. du plateau central entre les vallées de la Vère et du Lot. (Toulouse, 1869). Les points importants que ce travail est destiné à mettre en relief sont : l'existence de la série concordante, permien tria jurassique ; la nature porphyrique du permien des environs de Figeac ; l'étude lithologique complète du trias, de l'infra-lias et du jurassique jusqu'à l'oolithe supérieure.

La paléontologie du houiller et du jurassique nous a également occupé ; quant à la stratigraphie, nous l'avons empruntée en totalité à l'ouvrage cité plus haut.

Ici, comme dans la première partie, les coupes sont la base de tout ce que nous avançons. La plus importante est figurée sur la planche I ; une deuxième coupe moins complète, sera simplement décrite dans ses détails.

COUPE N° 1. Cette coupe part du château ruiné de La Peyronie (carte d'état-major), à 395 mètres au-dessus du niveau de la mer et à environ 6 kilomètres à l'est de Figeac. Elle longe la

vallée du Celé, et, passant à Figeac, la traverse pour en longer le flanc gauche jusqu'à Bédrier, de là à Gréalou, Cajac, traverse le Lot et arrive à Caussade par le département de Tarn et Garonne et les localités suivantes : Limogne, Varaire, Bach, Belmont. Son point d'arrivée est à 140 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Elle comprend les terrains suivants : « granite, transition, permien ? trias, jurassique, éocène. »

Du château de La Peyronie à Figeac sont concentrés les accidents géologiques les plus intéressants et sans contredit les plus difficiles à étudier.

L'agencement des terrains paraît être le suivant : granite alternant avec des schistes de transition, des roches cristallophylliennes, serpentineuses ou amphiboliques ; sur ce substratum et à ses dépens s'est formé le houiller dont l'étage supérieur disloqué et dénudé affleure seul ; par-dessus ces deux séries s'est déposée la troisième (permienne ? et trias jurassique), la moins tourmentée et qui elle-même a servi de fond de lac aux eaux des périodes éocène et miocène.

Des éruptions basaltiques sont venues en certains points compliquer encore cette accumulation d'étages géologiques en les pénétrant de leurs dykes.

Le granite se présente à deux reprises dans cette première partie de la coupe : d'abord à 4 kil. 600 m. de Figeac il semble former une couche de 8 à 10 mètres enserrée au milieu de schistes satinés passant au micaschiste, contenant des veines de quartz d'environ deux centimètres d'épaisseur. Le granite contient peu de mica et de quartz et se rapproche de la pegmatite par les gros cristaux d'orthose qu'on y trouve disséminés.

Plus loin, à 2 kilomètres de Figeac, le long de la route de Maurs, il se présente de nouveau au milieu de schistes amphiboliques, satinés, micacés, dirigés N.-N.-O., plongeant 70 degrés ; il forme là un massif plus puissant d'environ 250 mètres d'épaisseur et a jusqu'à un certain point l'apparence de la syénite.

Dans les deux cas le granite paraît alterner régulièrement ? avec les schistes cristallophylliens, ses allures sont sédimentaires

et rien ne prouve qu'il a joué le rôle de roche d'intrusion qu'on lui assigne généralement.

La série micaschiste, schistes amphiboliques, psammitiques micacés, forme l'ensemble des terrains de transition. Les micaschistes paraissent succéder au granite, sans qu'il soit possible de voir le passage d'une roche à l'autre, mais aussi sans qu'il soit possible de constater l'action d'une roche sur l'autre. En certains endroits ils présentent (5^e kilomètre E. de Figeac) des traces noires, charbonneuses, brillantes et passent aux schistes graphitiques.

D'après ces caractères on peut être autorisé à les ranger parmi les couches les plus anciennes du terrain de transition, Cambrien et Silurien inférieur, dans l'ordre suivant : micaschistes, schistes amphiboliques serpentineux, schistes psammitiques micacés feuilletés, ces derniers étant les plus récents.

Le tout forme un ensemble difficile à diviser dont l'épaisseur peut aller jusqu'à 5 ou 600 mètres, coupé par des failles nombreuses, accidenté par des flexuosités, des ondulations à court rayon.

Sur cette série de roches granitiques et de transition s'est déposé le terrain houiller qui paraît avoir recouvert une grande partie du revers sud-ouest du plateau central de la France. Grâce à de puissantes dénudations aidées par de nombreuses failles, on ne le rencontre plus que disséminé en petits bassins permettant rarement une exploitation fructueuse.

Sur le trajet de cette coupe il affecte deux positions bien différentes : au château de La Peyronie, 395 mètres, il est presque horizontal tandis qu'on le retrouve par faille et incliné à 4 kil. de Figeac sur la route de Maurs, au niveau du fond de la vallée, à une hauteur de 202 mètres.

Dans le premier cas il repose directement sur le micaschiste relevé à 70 degrés fortement contourné et on peut le suivre sur les hauteurs qui dominent le flanc droit de la vallée du Celé jusqu'à environ 3 kil. E. de Figeac.

Au château de la Peyronie on le trouve composé des couches suivantes de bas en haut :

1° Conglomérat et poudingue à cailloux roulés atteignant la grosseur du poing et même de la tête appartenant au granite, au micasciste, emballés dans un sable grossier formé des mêmes éléments ; la houille s'y présente à l'état d'infiltrations irrégulières, de taches charbonneuses 40 mètr.

2° Alternance de poudingues et de grès fins de même nature 5 »

3° Argile onctueuse, talqueuse, zônée, jaune verdâtre, micacée avec quelques cailloux roulés quartzeux 10 »

4° Alternance de couches argilo caillouteuses et de grès avec empreintes végétales peu nettes, le tout très-riche en mica 45 »

5° Grès et poudingue avec traces de sigillaria 25 »

6° Grès et schistes argileux psammitiques de couleur variable avec minces bancs de houille, empreintes végétales nombreuses 45 »

Total 80 mètr.

M. le docteur E. Bureau, qui a bien voulu s'occuper de la détermination des plantes fossiles de ce niveau, d'après les échantillons que nous lui avons remis, y reconnaît les espèces suivantes :

Annularia sphenophylloïdes. Gutbier in Gea v. Sachsen, 71, 1843 ; Unger, Genera et spec. plant. fossil. (1850), p. 68 ; Geinitz, die Verstein. der Steinkohlenformation in Sachsen, p. 11, pl. 18, fig. 10.

Annularia brevitata. Brong. Prodr. (1828), p. 156.

Galium sphenophylloïdes. Zenker. Neu. Jarbuch für Miner. 1833, p. 398, t. V.

Alethopteris Pluckenetii. Geinitz, die Verstein. der Steinkohlenformation in Sachsen, p. 30, pl. 32, fig. 45 (1855).

Filicites Pluckenetii. Schlot. Petref. (1820), p. 410, pl. 10, fig. 19.

Pecopteris Pluckenetii. Sternb. Verst. 1 (1825), fasc. 4,

p. 19; Brongn. Prodr. (1828), p. 58 (sine descr.) et histoire des végétaux foss. (1828), 1, p. 335, pl. CVII, fig. 1-3.

Aspidites Pluckenetii. Gœpp. Syst. filic., p. 358 (1838).

Nevropteris gigantea. Brongn ? Prodr. p. 54, hist. vég. foss., I, p. 240, pl. LXIX ; Geinitz, die Verstein. der Steinkohlen form. p. 22, pl. 28, f. 1.

D'après M. Bureau ce ne peut être que le *nevropteris gigantea* ou une espèce nouvelle.

La petite taille et l'étroitesse des pinnules rend cette dernière supposition assez probable.

L'étage houiller supérieur n'est pas complet dans cette coupe, car on n'y trouve ni les arkoses, ni les porphyres, ni les grès grisâtres à impressions végétales, qui accompagnent les bancs de houille exploités à 3 kil. plus à l'ouest. L'ensemble de ce terrain a certainement plus de 150 mètres de puissance, la houille y paraît surtout abondante vers la partie supérieure qui n'a malheureusement été conservée que dans les endroits où, par la faille, le houiller a été mis à l'abri des dénudations.

La partie supérieure de même terrain reparait au niveau de la vallée dans les conditions indiquées par la coupe détaillée qui va suivre.

A 1 kil. 100 mètres E. de Figeac le terrain de transition se termine par les schistes psammitiques micacés et on observe la série suivante :

1° Argilophyre grise verdâtre micacée (porphyre en voie de décomposition) ;

2° Porphyre gris verdâtre micacé, 15 à 20 mètres d'épaisseur, apparence sédimentaire et plongement général de la masse vers le nord avec 45 à 50 degrés d'inclinaison ;

3° Argile blanchâtre, onctueuse, banc de 3 à 4 centimètres d'épaisseur ;

4° Arkose compacte, granitoïde, banc de 50 centimètres d'épaisseur ; sur l'une des faces du banc, impressions végétales

très-nettes de calamites et de fougères¹ houillères, inclinaison 45 degrés environ, plongement vers le nord ;

5° Mince couches de grès psammitique, de schistes argileux gris noirâtres à impressions végétales, de rubans de houille impure, épaisseur 50 centimètres ;

6° Bancs d'arkose granitoïde avec impressions végétales houillères, 20 mètres ;

7° Argilophyre, puis porphyre rouge micacé auquel succèdent des roches curitiques ? puis de nouveau des argilolithes bariolées et du porphyre rouge sur une épaisseur de 200 mètres au moins, le tout formant un ensemble qui supporte le trias et le jurassique.

Il est difficile d'expliquer la présence du terrain houiller dans ces conditions autrement que par des failles puissantes dont on trouve d'ailleurs partout les traces dans les environs ; dans le vallon de Planiolles, par exemple, au N.-E. de Figeac, le grès et les schistes houillers se développent sur une grande étendue, changeant à chaque instant d'angle de plongement et de direction. De nombreuses failles accidentent par conséquent le terrain houiller de ces régions.

Une autre question non moins importante reste à résoudre. *Quel a été le rôle du Porphyre et des roches argilolithiques dans ces circonstances ?*

Est-ce un rôle actif, comme celui que lui attribuent les savants auteurs de la carte géologique de France, suivant lesquels, à Planiolles, il existerait un lambeau de schiste houiller parfaitement caractérisé, empâté dans le Porphyre qui se présenterait sous forme d'un filon bifurqué ?

L'origine ignée de cette roche ne ferait aucun doute et cependant ils constatent qu'elle a une certaine tendance à la stratification.

Pour nous, partout où le porphyre s'est montré, il a paru défi-

¹ M. le Professeur Schimper à qui les échantillons recueillis par nous dans ce gisement ont été soumis, n'y a reconnu que les fougères et les annularia du terrain houiller supérieur.

nitivement affecter une disposition sédimentaire, soit dans les points indiqués par les auteurs de la carte de France, soit dans d'autres localités du département du Lot.

Les relations avec les terrains qui lui sont supérieurs et inférieurs sont assez nettes et nulle part on ne peut constater son intrusion au milieu des fissures.

Dans la coupe précédemment citée, à côté du porphyre, les impressions végétales ont conservé leurs particules charbonneuses comme dans le cas du houiller horizontal et superficiel.

Pourquoi d'ailleurs le porphyre avec ses roches subordonnées, argilolithes, trapps (Basalte), est-il toujours à la même place au-dessous du Trias ?

Il a pour nous la valeur d'un étage ou d'une roche subordonnée à un étage et le remplissant souvent entièrement, mais comment peut-on comprendre sa formation ?

Le lambeau de houiller tombé par faille au niveau de la vallée, dont il a été question dans la coupe précédente, appartient aux assises les plus élevées de l'étage, d'après les impressions végétales qu'il renferme et la nature de ses roches. Ses relations intimes avec le porphyre peuvent tenir aux causes suivantes. Pendant la période houillère et immédiatement après, eurent lieu de grandes perturbations géologiques qui produisirent de nombreuses failles et d'immenses dénudations. Sur ce terrain raviné et coupé de fissures plus ou moins profondes et larges, se seraient déposées les roches argilolithiques et porphyriques formées aux dépens de sources chimiques jusqu'à nivellation complète des terrains et formation de ces masses compactes qui servent de substratum au Trias.

Ces sédiments chimiques auraient dès lors rempli les fissures, ce qui expliquerait jusqu'à un certain point l'apparence de filons que présente le porphyre ; celui-ci correspondrait à l'époque Permienne en raison de sa position constante au-dessous du Trias.

Il est évident que cette hypothèse n'explique pas l'origine primitive des éléments de cette sédimentation chimique de remplissage qui a dû se passer à l'époque correspondante au dépôt

du Zechstein, des argiles rouges du Permien du Tarn-et-Garonne et de l'Hérault, mais elle est, croyons-nous, la seule possible en présence des faits étudiés.

Mais, si les rapports stratigraphiques et la lithologie comparée autorisent à attribuer ces masses porphyriques ou porphyroïdes à l'époque Permienne, où finissent les dépôts correspondants à cette période ?

Sur le trajet de la coupe, dont nous donnons ici le détail et la discussion, il est impossible de saisir le passage d'une époque à l'autre, tandis que non loin de là, dans le vallon de Planiolles au bas du village de ce nom, on peut suivre la série complète depuis le houiller jusqu'à l'Infrà-lias fossilifère.

En allant des terrains anciens aux terrains plus récents, c'est-à-dire dans une direction à peu près perpendiculaire à celle de la coupe générale c'est-à-dire dirigée S.-E. N.-O., la série suivante se présente immédiatement après les grès et les schistes houillers à impressions végétales :

1° Roches jaspoïdes noires compactes, pétrosiliceuses par intervalle, présentant à la partie inférieure l'apparence de basalte noir avec cristaux de Périidot, cette dernière roche occupant le fond du vallon.

2° Argilolithe bariolée, grise verdâtre, identique à celle qui affleure partout près de Figeac, de Capdenac, de la Madeleine, etc.

3° Schistes gris satinés, talqueux avec traces charbonneuses et végétaux indéterminables.

4° Schistes bitumineux noirs brunâtres avec impressions végétales indéterminables et cristaux de gypse.

5° Arkose grise blanchâtre, à éléments fins ordinairement quartzeux, à *ciment feldspathique friable*.

6° Poudingue gris rosé à cailloux roulés de quartz généralement de la taille d'une aveline, semblables à ceux du grès vosgien par leur surface moirée, rarement de micachiste à *ciment abondant de feldspath orthose cristallisé, fusible au chalumeau*. (Pl. II.)

7° Alternance de grès micacé, souvent bigarré de rayures vertes et jaunes avec des bancs d'argile talqueuse à empreintes végétales

charbonneuses indéterminables et de puissantes assises de poudingue à peu près semblables à ceux du n° 6, mais renfermant de la barytine.

8° Alternance d'argiles onctueuses bariolées avec des bancs de grès fin jaune verdâtre.

9° Plaquettes de calcaire dolomitique souvent micacé et gréseux.

10° Plaquettes de calcaire gréseux à fossiles caractéristiques de l'Infrà lias.

Tout ce système a au moins une épaisseur de 250 mètres et représente la partie supérieure du Permien ? avec le Trias tout entier.

Ce dernier étage commencerait par les assises de grès qui rappellent à tous égards le grès bigarré. Au-dessous le Permien finirait par des schistes et un poudingue à éléments feldspathiques. Voici d'ailleurs ce que disent à ce sujet les savants auteurs de la carte géologique de France, t. II, p. 438 : « Près de Figeac la » formation de grès bigarré repose immédiatement sur le pla- » teau de granite qui se rattache aux montagnes d'Auvergne. » Les couches les plus inférieures que l'on observe seulement » dans quelques coupes naturelles, sont des grès à grains très- » inégaux généralement peu foncés et légèrement peu colorés : ils » sont exploités dans plusieurs localités comme pierres de taille. » Quelques-unes très-quartzeuses fournissent des meules ; au- » dessus de ce grès alternent des couches de grès schisteux, » micacés, celles-ci recouvertes de marnes rouges et vertes très- » fissiles : dans la partie supérieure de ce système marneux qui » représente les marnes irisées, on trouve une couche peu puis- » sante, de 0^m 20 à 0^m 24 d'un calcaire compact, d'un grain » serré, offrant cependant à la loupe quelques petits trous con- » tenant de la dolomie. Cette partie du Trias correspond aux » marnes irisées et sa puissance la plus faible est de 6 à 8 » mètres. »

Plus loin, p. 672, t. II : « La bande des marnes irisées est » fréquemment interrompue, mais ces marnes existent cepen- » dant dans une grande étendue, ainsi qu'on doit le conclure des

» ilots de ce terrain qui se montre à St-Céré-sur-Bave et à Pons
» près de Figeac. Le grès blanc qui le recouvre appartient donc au
» Lias ; entre St-Céré et Figeac il acquiert une certaine puissance.
» Immédiatement au-dessus de ce grès, on trouve à la Madeleine,
» près de Figeac, ainsi que dans les environs de Planiolles un
» calcaire compact rempli de cavités et comme carié : il forme
» des couches de 2 à 6 décimètres de puissance, inclinées vers
» l'ouest. Les cavités de cette roche sont remplies de terre ma-
» gnésienne et le calcaire lui-même est une dolomie compacte.
» Un calcaire jaune terreux traversé de petites veines spathiques
» en tout semblable à celui de Mille, Allaire et Thou recouvre
» celui qui est connu à Figeac et Planiolles et contient de la cala-
» mine.

» Au-dessus du calcaire jaune existe une assise épaisse de
» calcaire compact gris de fer, à cassure esquilleuse rubannée,
» flambé ; la surface de séparation des couches est ondulée,
» ocreuse et a beaucoup d'analogie avec le Muschelkalck.

» Sur les bords du Lot le calcaire gris recouvre la dolomie et
» est recouvert par des couches d'argile schisteuse ou de
» marnes contenant des empreintes d'*Ammonites Walcoti* du
» Lias.»

Tels sont les renseignements fournis par les auteurs de la
carte de France sur le Trias, les couches de passage au Lias et
sur le lias des environs de Figeac.

Selon nous, non-seulement il existerait du Trias, mais même
le Permien serait en partie représenté dans ces régions : ici
comme en Alsace, la limite entre les deux étages est difficile
à tracer, ils sont concordants.

Tout ce qui est grès, poudingues, marnes bariolées, appar-
tiendrait au Trias parfaitement limité à sa partie supérieure par
la mince bande d'Infrà lias fossilifère.

Cet étage aurait de 80 à 100 m. d'épaisseur au moins et deux
de ses divisions, grès bigarré et marnes irisées, s'y trouveraient
représentées.

Ses caractères lithologiques l'assimilent ainsi que sa position
stratigraphique au trias des autres parties de la France, dont il

ne diffère que par moins d'épaisseur et l'absence du muschelkalk dans les points étudiés.

Avant de finir l'étude de ces assises permienes et triasiques, il n'est pas inutile de rappeler que dans la coupe précédente, (de Planiolles) à la base du Trias nous avons indiqué de puissantes assises de Poudingue à éléments quartzeux, cimentés par du feldspath orthose cristallisé.

Le feldspath forme au moins le quart de la masse totale de la roche dans les échantillons que nous avons recueillis; il se moule exactement sur les cailloux roulés de quartz et le tout forme un ensemble fort intéressant à étudier.

Il n'est pas possible de nier la nature sédimentaire de ces assises de poudingue; elles ont dû être formées dans des conditions de charriage assez énergique et les cailloux roulés qui s'y trouvent sont disposés dans l'épaisseur de la roche de telle manière, qu'il est évident qu'ils ont été cimentés immédiatement après leur transport par la masse feldspathique qui les englobe. Ce feldspath ne peut provenir que d'une source hydrothermale: il a cimenté les cailloux roulés absolument comme l'aurait fait du sable quartzeux ou même du calcaire. La possibilité de la formation de roches feldspathiques, porphyres argilolithes, etc., établie par voie de sédimentation paraît donc et la nature a disposé d'un dissolvant assez énergique pour former par cette voie de puissantes assises.

C'est d'ailleurs surtout à l'époque permienne que se sont formées ces sortes de roches et cette sédimentation chimique a un caractère évident de généralité qui témoigne en sa faveur. Cette tendance à la formation de roches stratifiées de nature feldspathique s'est continuée pendant la période triasique, car le ciment reste de même nature dans les parties inférieures du grès bigarré: d'ailleurs dans les Pyrénées, ainsi qu'on l'a vu plus haut, aux marnes irisées sont subordonnées des masses ophitiques comparables aux masses porphyriques.

Le Trias confine au Lias dans la coupe que nous étudions par la mince couche fossilifère de l'Infrà lias, excellent point de repère pour limiter ces étages.

INFRA-LIAS. — Quoique cette couche fossilifère soit de peu d'épaisseur, environ 4^m 50, son importance stratigraphique et paléontologique, ici comme partout, est des plus importantes. Il est facile de reconnaître l'Infra lias au-dessus des marnes irisées du trias à la Madelaine près de Figeac, entre cette dernière ville et Dapdenac, le long de la route, grâce à ses plaquettes de calcaire gris brunâtre souvent dolomique, micacé et légèrement gréseux.

Ces plaquettes sont recouvertes des moules des fossiles suivants, nouveaux pour ces régions et déterminés par M. d'Archiac en 1867, immédiatement après que nous les eûmes découverts.

Anatina præcursor Oppel, plus courte que l'A. Remillyana Martin et plus inæquilatérale que l'A. præcursor :

Gervillia præcursor Quenstedt.

Avicula indét.

Myacites indét.

Leda Deffneri Oppel.

Cardium ?

Cette même faune se rencontre partout à ce niveau sur le revers sud-ouest du plateau central d'après les récentes recherches de notre excellent ami M. Magnan. Partout elle présente avec celle des mêmes couches sud-est du plateau central les plus grandes analogies : cette analogie se poursuit même dans la nature pétrologique.

LIAS. — Cet étage, très-développé sur le trajet de la coupe, est certainement l'un des plus intéressants à étudier grâce à l'abondance des fossiles et à leur excellent état de conservation. Sa limite inférieure est l'infra-lias fossilifère précédemment décrit ; sa limite supérieure a été parfaitement établie par M. Harlé : c'est la zone caractérisée par la *Gryphea sublobata* et l'*Ammonites radiatus*.

Les trois divisions du terrain sont parfaitement distinctes et le lias inférieur très-facile à distinguer des autres étages par sa nature lithologique et sa pauvreté en fossiles atteint jusqu'à 150 mètres de puissance, tandis que les deux autres n'ont guère que 90 à 100 mètres.

Des coupes naturelles nombreuses permettent de l'étudier : nous citerons en dehors de cette coupe les environs de la gare de Figeac, la montagne entre Figeac et la Madeleine, la route de Figeac à Capdenac, et sur le trajet de la coupe les collines qui longent les rives du Celé jusque vers le village de Bédrier.

Le lias inférieur paraît composé de la manière suivante :

1° Dolomies cendrées grises, souvent piquetées de cavités présentant la forme rhomboédrique ;

2° Dolomies cendrées friables avec une bande de 3 à 4 centimètres de schistes noirs charbonneux ;

3° Calcaire gris scintillant carié passant quelquefois à la *cargneule*.

4° Dolomie grise piquetée ;

5° Plaquettes de calcaire dolomique jaunâtre, marneux avec dendrites de peroxyde de manganèse, quelques traces de fossiles : *Anatina* plus grande que l'*A. præcursor* ;

6° Dolomies grises friables ;

7° Calcaire gris de fer ou bleuâtre, quelquefois flambé, dans certain cas suboolithique et cendreux, avec fossiles bivalves assez nombreux appartenant aux genres *Cardinia*, *Isocardia* ; nous y avons également trouvé la *Trebraluta marsupialis* ; Schl. et une huître irrégulière ; des stylolithes nombreux accompagnent ce calcaire que les auteurs de la carte de France ont comparé au muschelkalk en raison de sa texture.

8° Calcaire marneux gris bleuâtre en plaquettes, contenant de grandes *Turritelles* ? des *Cerithium* ? de petite taille, peu déterminables ;

9° Calcaire marneux jaune rougeâtre avec fossiles nombreux du lias moyen.

Nous n'avons trouvé aucune trace de Gryphée dans cette région, mais le peu de fossiles indiqués précédemment suffisent pour caractériser la faune du lias inférieur.

L'étage moyen sur une hauteur de 40 à 50 mètres, présente les couches suivantes :

1° Bancs de calcaire schisteux ferrugineux recouverts de petites huîtres dont quelques-unes ressemblent à de petites gryphées ;

2° Alternance de marnes jaunâtres et de calcaire marneux ferrugineux très-riche en fossiles : nous y avons constaté les espèces suivantes :

- Gryphea cymbium.
- Terebratula lampas, *Sow.*
- Rynchonella nerina, *d'Orb.*
- » thalia, »
- Spiriferina Hartmanni, *Ziet.*
- » Var. major.
- Pecten priscus, *Schloth.*
- Plicatula spinosa, *Sow.*
- » lævigata, *d'Orb.*
- Cypricardia, *indét.*
- Modiola, »
- Unicardium, »
- Arca, »
- Leda galathea, *d'Orb.*
- Astarte Libya, »
- Pholadomya ambigua, *d'Orb.*
- Montlivaltia, *indét.*
- Pleurotomaria expansa, *Sow.*
- Belemnites clavatus, *Blaim.*
- » niger, »
- Ammonites Jamesoni, *Sow.*
- » Margaritatus, *Montf.*
- » Brevispina, *Sow.*
- » Planicosta, »
- Pentacrinus lævis, *Miller.*

La plupart de ces fossiles sont à l'état de moules et nous n'indiquons ici que les espèces qui ont été rigoureusement déterminées ; leur ensemble caractérise parfaitement la faune du lias moyen ;

3° Bancs de calcaire gris compacte avec *Pecten disciformis* *Schloth.*

Cet étage, nommé à juste titre *Cymbien* par notre savant

naître, M. le professeur Leymerie, de Toulouse, est surtout développé, ainsi que l'indique la coupe entre Figeac et Bédrier, et de l'autre côté de la vallée du Celé où les tranchées du chemin de fer de Périgueux le mettent à nu sur de grandes distances.

La puissance de l'étage supérieur (lias supérieur toarcien) est un peu moins grande, 35 à 40 mètres.

Il affleure sur la coupe à la montée de Bédrier et peut être divisé en deux horizons.

Premier horizon: Marnes grises schisteuses avec rognons calcaires, riche en fossiles, bien conservés, parmi lesquels il est possible de déterminer les suivants :

- Plicatula Neptuni, *d'Orb.*
- Trigonia similis, *Ag.*
- Opis, *indét.*
- Ostrea sabauricularis, *d'Orb.*
- Nucula Hammeri, *Defr.*
- Astarte Voltzii, *Goldf.*
- Rynchonella tetraedra, *d'Orb.*
- Ammonites bifrons.
- Ammonites indét. Deux espèces.
- Belemnites brevis, *Blainv.*
- » tripartitus, *Schloth.*
- Thecocyathus mactra, *d'Orb.*
- Pentacrinus vulgaris, *Schloth.*
- » Scalaris, *Goldf.*
- Turbo subduplicatus, *d'Orb.*
- » patroclus, »
- » indét.

2° Schistes noirs foncés avec lignite, débris de troncs de conifères, contenant quelques rares *Belemnites* et la *Posidonomya Bronni*, *Voltz.*

Les localités les plus riches en fossiles des environs de Figeac n'appartiennent pas à cette coupe ; nous indiquerons surtout pour les amateurs de paléontologie les tranchées du chemin de

fer des environs du Pournel, première station au-delà de Figeac, sur la ligne de Périgueux.

OOLITHES. — Les étages oolithiques inférieurs et moyens qui se développent au-dessus du lias, constituent à eux seuls le vaste plateau qui s'étend de Bédier jusqu'aux environs de Caussade où l'éocène repose directement sur eux. Leur disposition est ondulée et leur épaisseur considérable varie d'ailleurs suivant les points considérés. Leur limite inférieure a été parfaitement indiquée par les travaux de M. Harlé, mais leur division en trois étages laisse à désirer.

Voici le résumé des renseignements fournis par les auteurs de la carte géologique de France :

L'oolithe inférieure est caractérisée par :

1° Un calcaire lamellaire brun rougeâtre cristallin de 18 m. d'épaisseur ;

2° Calcaire compacte, souvent oolithique offrant souvent sur une grande étendue une homogénéité remarquable avec lignite à Cajarc ;

3° Calcaire compacte oolithique, à grains très-espacés, comme fondus dans la pâte, 13 à 14 mètres d'épaisseur, avec *Pecten obscurus*, *fibrosus*, *Terebratula subrotunda*, *perovalis*, *tetrædra*, *concinna*, *Plagiostomes* rares, Ammonites, oursins rares.

Oolithe moyenne. — Marnes schisteuses, gris foncé. Argiles blanches.

Calcaire compacte en plaquettes, terreux, avec *Ammonites oxfordiennes* écrasées, peu reconnaissables : *Terebratula obsoleta*, *ornithocephala*, *biplicata*. *Plagiostomes*, *Nérinées*, *Lutritaires*, *Nucules*. Epaisseur considérable.

Oolithe supérieure. — 1° Marnes schisteuses à *Exogyra virgula* ;

2° Calcaire argileux ;

3° Calcaire en plaques minces à aspect terreux avec *Astartes*.

D'après les auteurs de la carte de France l'oolithe supérieure doit exister en mince bande aux environs de Caussade, sur le

trajet de la coupe. Afin de le reconnaître plus facilement, nous avons été l'étudier dans les localités classiques, c'est-à-dire aux environs de Cahors et de là nous avons fait une coupe comprenant tous les étages de l'oolithe jusqu'à Cajarc. Malgré ces études préliminaires, il nous a été impossible de constater aucune trace d'oolithe supérieure dans les localités indiquées par les auteurs de la carte de France : l'éocène lacustre calcaire et marneux, riche en fossiles caractéristiques déterminés par le savant professeur Noulet de Toulouse, occupait partout les points indiqués comme devant appartenir au kimmeridgien.

Il ne sera donc plus question de cet étage oolithique dans ce qui va suivre.

L'oolithe inférieure qui affleure sur la coupe à la montée de Bédrier et à la descente de Cajarc a une puissance de 60 à 80 m. et paraît se composer des couches suivantes :

1° Calcaire marneux gris noirâtre, à fossiles nombreux, développé immédiatement au-dessus des schistes à *posidonomya*, contenant :

- Gryphea sublobata*, *Dezh.*
- Ceromya bajociana*, *d'Orb.*
- Trigonia striata*, *Sow.*
- Lyonsia abducta*, *d'Orb.*
- Isocardes* indét.
- Modiola plicata*, *Sow.*
- Terebratula emarginata*, *Sow.*
- Rynchonella tetrædra*, *d'Orb.*
- Pholadomya* indét.
- Panopea*.
- Gervillia aviculoïdes* ?
- Serpules* indét.
- Ammonites radians*, *Schloth.*
- » *Murchisonæ*, *Sow.*
- » indét.

Cet horizon inférieur, d'après nos recherches, est essentiellement variable dans son épaisseur et sa nature minéralogique :

très-développé à Lexos dans l'Aveyron, aux environs de Larnagol, près de Cajarc, il s'atténue considérablement à Bédrier le long de notre coupe. La roche qui le compose devient ici cariée, ferrugineuse, tachée de noir et, tout en contenant les fossiles caractéristiques, les présente avec des modifications évidentes.

Ces modifications portent surtout sur la *Gryphea sublobata* qui perd peu à peu son crochet, se déforme et s'éloigne du type connu de l'espèce tout en conservant le lobe latéral qui la distingue des autres espèces voisines. Certains fossiles deviennent communs dans cette roche ferrugineuse, tandis qu'ils sont plus rares ailleurs dans le même horizon. Ce sont :

Trigonia scuticulata, Sow.
Arca oblonga, Goldf.
Terebratula emarginata, Sow.
Ammonites murchisonæ.
Serpules.

2° Calcaire lamellaire brun jaunâtre cristallin un peu dolomitique ? ferrugineux, riche en *Pentacrinus bajocensis*, d'Orb. et autres encrinites difficiles à déterminer. Nous y avons trouvé près de Bédrier des débris d'os de sauriens.

3° Calcaire compacte gris souvent oolithique, à grosses oolithes aplaties, zônées. Cette zone (à lignites) est surtout bien développée en dehors de la coupe à Saint-Martin-le-Boubal, entre Saint-Cirq et Cajarc où, sur une hauteur de 15 à 20 mètres, elle forme des couches assez épaisses d'un calcaire noirâtre scintillant, charbonneux avec veines de lignite compacte, contenant des fossiles assez nombreux parmi lesquels on peut reconnaître *Terebratula perovalis* ? *Rynconella concinna*, *Pecten* indét. *Hinnites*.... *Cidaris* indét., fragments d'*Ammonites* et de *Bélemnites*.

Les couches ligniteuses indiquées à Cadrieu, près de Cajarc, à peu de distance du point par où passe la coupe, semblent appartenir à la partie supérieure de cet horizon, mais la lignite y est moins développée. Les calcaires marneux et les schistes bi-

lumineux qu'on y rencontre, sont couverts de *Leda* et d'*Astarte* que nous n'avons pu faire déterminer.

4° Au-dessus de cette zone s'étendent des bancs puissants de calcaire gris souvent oolithique, renfermant des fossiles nombreux, mais peu déterminables, parmi lesquels on peut reconnaître :

Pholadomya triquetra, Ag., *Nerinea anglica*? Sow., *Nerinea* voisine de *l'implicata*. *Astarte* voisine de l'*A. semele*, *Lêda*, *Cypricardia*, *Isocardia* abondants, piquants de *Cidaris*.

A l'exemple des auteurs de la carte géologique de France, nous mettrons dans l'oolithe moyenne tout ce qui se trouve au-dessus de l'horizon précédent. Quant à la limite de cet étage, elle est parfaitement indiquée par la couche à *Exogyra virgula* que nous n'avons trouvée nulle part sur le trajet de la coupe.

Le plateau ondulé et stérile qui s'étend de Bédouer à Cajarc, est en grande partie constitué par l'oolithe moyenne ; à la descente de Gréalou à Cajarc, c'est-à-dire du plateau (305 m. alt.), au niveau de la vallée du Lot (145 m. alt.), une magnifique coupe naturelle met partout à nu les couches oolithiques.

Cette coupe que nous avons répétée dans trois voyages successifs nous a permis d'établir le fait curieux de l'existence d'une faune et d'une flore d'eau douce inédites, au niveau de la base de l'oxfordien.

Les échantillons pris sur place à mi-chemin de la descente de Cajarc ont été envoyés pour les coquilles d'eau douce, au savant professeur Sandberger, de Wurzburg, qui publie en ce moment une faune des coquilles fossiles d'eau douce.

Les échantillons d'un *Chara* ont été envoyés à M. Gaston de Saporta par les soins de notre excellent maître, M. le professeur Schimper, de Strasbourg.

Toutes ces espèces sont nouvelles : les coquilles ont été nommées et décrites dans l'ouvrage de M. Sandberger, *Land und Süßwasser Conchylien*, en voie de publication, p. 12 à 16 ; le *Chara* a été dessiné et nommé par le savant paléontologue dont nous venons de parler, il est figuré (pl. II), à côté des espèces précédentes.

La planche II contient les cinq nouvelles espèces de coquilles d'eau douce ; avec le *Chara* et une *Auricula* non décrite : elles constituent la faunule de Cajarc que de nouvelles recherches pourraient certainement enrichir encore.

M. Sandberger parle de ce fait intéressant de la manière suivante (traduction de l'allemand) :

Une belle découverte de M. le docteur Bleicher, répétiteur à l'Ecole de médecine militaire de Strasbourg, met pourtant hors de doute l'existence de coquilles d'eau douce du jurassique moyen dans une colline près de Cajarc (Lot), sur le trajet de la route de Figeac. Il a eu la bonté de me communiquer non-seulement une coupe de cette colline, mais l'ensemble de ses échantillons pour les étudier et les publier dans cet ouvrage, ce dont je lui suis infiniment reconnaissant.

La coupe montre de bas en haut (de Cajarc au sommet du plateau) :

Epaisseur en mètres.	Schistes liasiques avec <i>Posidonomya Bronni</i>
non déterminée	comme base.
15 à 20	a) Calcaire marneux avec <i>Ammonites radians</i> , Rein (type), <i>Terebratula crithea</i> , d'Orb., Prodr. (teste Schläenbach).
5 à 6	b) Calcaire compacte violacé jaunâtre avec tiges de Pentacrinites.
10 à 15	c) Calcaire sableux gris sale avec <i>Pecten disciformis</i> , Schübl (fréquent.), <i>Avicula elegans</i> , Münst., <i>Trigonia striata</i> , Ag., à la base une petite couche de lignite.
20 à 30	d) Calcaire cristallin bleuâtre en forme de dalles avec <i>Pholadomya</i> , <i>Terebratula perovalis</i> , Sow., <i>Rynchonella subtetrædra</i> , David., <i>Ceratomya bajociana</i> , d'Orb., piquants de <i>Cidaris</i> .
20 à 25	e) Alternance de schistes et de calcaires bruns bitumineux avec plantes carbonisées, écailles de <i>Lepidotus</i> , graines de <i>Chara</i> , <i>Planorbis</i> ,

	<p><i>Paludina Neritina, Melania</i> et dalles grises pleines de <i>Potamomya</i> ¹.</p>
4 à 8	<p>f) Calcaire marneux compacte, gris jaunâtre avec <i>Paludina, Planorbis, Neritina</i> (les premières y dominant).</p>
30 à 40	<p>g) Calcaire de couleur claire, rosé ou jaunâtre, souvent cristallin avec <i>Astarte compressiuscula, Morr., Ostrea costata, Sow., Terebratula intermedia, Sow., T. ornithocephala, Sow., Nerinea, Cerithium, Pecten</i>, ind. ².</p>

La couche (*d*) est sans contredit le représentant du lias supérieur ; on ne peut la distinguer par aucun caractère, soit paléontologique, soit lithologique des couches correspondantes de la Souabe ou d'autres pays. Les couches (*b*) et (*c*) représentent le niveau des *Ammonites Murchisoni* du jurassique moyen qui contient si souvent des calcaires à encrines. La couche des *Ammonites opalinus* et *torulosus* paraît au contraire manquer. La couche (*d*) doit être rapportée au niveau de l'*Ammonites Humphriesianus*, qui du reste n'a pas été trouvée ici. La couche marine (*d*) ressemble à s'y méprendre à certaines assises du great-oolithe anglais souvent citées par Morris ; les fossiles confirment cette manière de voir.

Les couches d'eau douce d'une épaisseur de 33 mètres environ représentent donc très-probablement le niveau de l'*Ammonites Parkinsoni*, celui par conséquent auquel appartient la partie supérieure des argiles ligniteuses du Yorkshire. C'est dans ces couches que furent trouvées les coquilles suivantes, figurées dans la planche II.

CORBULA (POTAMOMYA) TRISTRIATA. Sandberger.

Testa ovato-triangularis, postice oblique truncata, fere æquivalvis, valva

¹ Cet horizon contient également des traces de bivalves d'assez grande taille *Cyrene* ? nous y avons trouvé de plus des traces de *Cephalopodes* ??

² Le plongement de ces couches est S., 8 à 10 degrés environ,

dextra paullo longiore quam sinistra. Pars antica valvorum acuté-triangularis, paullo convexa, postera ab illa carina ab umbone oblique decurrente sejuncta, semilanceolata, leviter concava. Supero parte valvae subleves, media et infera laminis transversalibus distantibus, vix imbricatis ornatae sunt.

Cette coquille d'une forme ovale oblique, tronquée en arrière est formée de deux valves presque égales, car la valve droite ne dépasse que de très-peu la gauche suivant la longueur.

La partie antérieure de chaque valve, très-peu bombée, forme un triangle sphérique à angles aigus; la partie postérieure, séparée de l'antérieure par une arête mousse qui part de la partie la plus bombée pour se diriger obliquement vers l'extrémité postérieure de la coquille, a la forme d'une lancette symétriquement divisée. Dans son jeune âge, la coquille paraît presque lisse, mais, plus tard, on voit se développer des lamelles assez éloignées les unes des autres, imbriquées comme les tuiles d'un toit; entre chacune d'elles on remarque souvent des stries transversales très-fines.

Cajarc, en abondance dans les schistes (*e*) sur des plaquettes calcaires gris-clair.

Remarque. Nous n'avons pu découvrir la charnière dans aucun des nombreux échantillons de ce bivalve nouveau, mais il me paraît impossible de douter de l'espèce à cause de la forme caractéristique de la coquille. La minceur du test et la finesse des stries la distinguent des autres espèces de *Corbula* du terrain jurassique. *Corb. attenuata* de Lycett (*Mollusca from the great oolite* p. 62 Pl. XXXVII f. 6). Je ne connais aucune espèce actuellement vivante qui s'en rapproche.

NERITINA BIDENS. Sandberger.

Testa globuloso, conoïdea, apice obtusa, sublævis, nitidula, griseis, fasciis transversalibus geniculatis atropurpureis elegantissime picta. Anfractus quatuor plani, suturis tenuissimis disjuncti, ultimus suprâ mediam partem subangulosus altitudinem ceterorum plus quam duplo superat. A pertura pyriformis, superne canaliculata, labro dextro simplice, acuto, colu-

mellari coloso , rugoso , buplicato. Plica supera , horizontalis , compressa , submediana , altera ab illa fossula satis lata sejuncta , basi propinqua , crassior. subtuberiformis.

La forme de cette petite coquille est presque sphérique dans le jeune âge , plus tard elle s'allonge un peu , devient obtuse , tout en étant arrondie par le bout. La surface , presque lisse , a un certain éclat ; sa couleur est presque toujours conservée. Elle présente un grand nombre de bandes transversales rouge foncé disposées en zigzag sur un fond gris clair. Les quatre tours de spire sont très-peu bombés , séparés les uns des autres par une fissure très-étroite. Le dernier tour de spire , plus développé que les autres , porte , en son milieu , une arête très-obtuse ; il atteint environ le double de la hauteur des autres tours de spire réunis. La bouche est pyriforme , son extrémité supérieure est canaliculée , le bord droit est aigu , le bord columellaire assez épais , finement ridé ; on y remarque deux gros plis. Le supérieur , en forme de lame , est placé presque verticalement sur la columelle , il est séparé du second qui est bosselé et arrondi par une dépression assez profonde.

Cajarc abondant dans les couches *e.* et *f.*

Remarque. — La *Néritina bidens* appartient sans aucun doute au groupe des *Pictæ* de Menke ; ses ornements ressemblent au plus haut degré à ceux de plusieurs espèces bien différentes , p. ex. *Bellardii* Mouss. et *Jordani* Butl. de la Palestine. Les plis la rapprochent également du groupe des néritines encore vivantes p. ex. *N. brevispinosa* Lam. , *afra* Sow , *subgranosa* Sow. Je ne connais pourtant aucune espèce vivante qui ne présente pas de petits plis intercalés entre les deux gros.

PLANORBIS CALCULUS Sandberger.

Testa calculiformis , superne excavata , inferne latissime ex umbilicata. tenfractur $3\frac{1}{2}$ graciles , quadrangulares , superne excavati , ad marginem superum nec non ad umbilicum carina cincti , suturis tenuibus profundis disjuncti costulis transversalibus subtilibus ornati ultimus permagnus , spiram emineus.

Cette coquille discoïde est légèrement carénée à la partie supérieure, largement ombiliquée vers le bas. Elle est formée de $3\frac{1}{2}$ tours de spire carrés, séparés les uns des autres par des fissures profondes mais étroites. La partie supérieure évidée de ces tours de spire est séparée de la partie moyenne bombée par une carène très-aiguë. L'ombilic est également limité vers le haut par une semblable carène. Le dernier tour de spire est le plus grand et domine les autres. Les stries d'accroissement sont excessivement fines et ne s'aperçoivent bien qu'à la loupe.

Cajarc très-rare dans les couches *e* et *f*.

Remarque. — La forme de ce fossile paraît au premier abord se rapporter plutôt à celle des *Valvata* de l'Amérique du nord, (*Valvata tricarinata* Say), qu'aux *Planorbis* actuellement vivants. Cependant le profond évidement de la partie supérieure ne permet de douter que c'est bien un *Planorbis*. Nous retrouvons des espèces analogues dans le Purbek ; elles forment un groupe qui a totalement disparu.

PALUDINA ? BULBIFORMIS. Sandberger.

La couche *f* à *Cajarc* est formée en grande partie d'échantillons écrasés de ce gastéropode. J'ai fait dessiner ceux qui sont le mieux conservés. Sa forme est celle d'un œuf à sommet obtus. Les tours de spire peu bombés et assez épais présentent tous un certain nombre de petites côtes fines. C'est en raison du mauvais état de conservation de ce fossile que je ne m'étendrai pas sur le groupe des *Paludines*, auquel cette espèce doit appartenir.

MELANIA MACROCHILOÏDES. Sandberger.

Testa conica, rimata, apice acuta, sublaevis, vix nitidula, olivacea. Anfractus septem, paullo convexi, ad suturas satis latas paullo depressi, ultimus maximus, media parte obtusangulosus altitudinem priorum omnium aequat. Anfractus priores nec non pars suprema ultimi costulis longitudinalibus numerosis, faveolis minimis interruptis ornati, cetera pars ultimi vero costulis transversalibus obliquis leviter retroflexis insignis. Apertura rotundato-rhomboïdea, basi effusa.

Cette coquille, en forme de quille pointue est presque lisse, peu brillante et colorée le plus souvent en noir verdâtre. Elle présente un ombilic évident et se compose de sept tours de spire peu bombés, mais néanmoins peu aplatis vers le bord de chaque tour.

Le dernier tour de spire a vers son milieu une légère arête et égale en hauteur les six autres tours, qui sont ornés de petits plis longitudinaux mats, paraissant très-finement ponctués. Le même caractère se remarque encore sur le bord supérieur du 7^e tour de spire, tandis que tout le reste est couvert de petites côtes obliques et légèrement repliées en arrière vers leur milieu. Quelques-unes de ces côtes paraissent un peu épaissies. La bouche de forme rhomboïdale arrondie présente à sa base une trace de siphon.

Cajarc, assez abondant dans la couche *e*.

Remarque. — Nous avons donné ce nom à cette espèce en raison de ces grandes ressemblances avec les formes du genre *Macrochilus* des terrains paleozoïques et triasiques. A part le siphon, elle ressemble beaucoup à une melania qui vit actuellement en Nouvelle-Calédonie : *M. Nucula* Reeve (*Melania* Pl. XXXVII Fig. 420), tandis que la même forme du siphon se rencontre chez des espèces d'un autre sous-genre du même groupe, p. ex. *Melania fenaria* et *lacunata*. Reeve.

L'examen de cette petite faune de Cajarc nous fait voir d'abord qu'il s'agit ici d'un dépôt d'eau douce ; ce qui le prouve c'est d'abord la présence de sporanges de *Chara* et l'absence complète d'espèces habitant les eaux marines.

Le climat sous lequel cette faune s'est développé était probablement tropical, car maintenant, les Potamomyes et les Néritines du groupe des *pictæ* n'existent que dans ces régions ; la *Melania* aussi rappelle les formes vivant sous les tropiques.

Au-delà de ce point, la coupe traverse la vallée du Lot en passant par Cajarc. Cette vallée est-elle le résultat d'une faille

ou d'un simple plissement ? de part et d'autre on retrouve les couches supérieures de l'oolithe inférieure, le calcaire lamellaire cristallin surmonté de couches bitumineuses et calcaires de cet étage. Il est donc probable que la vallée a dû son origine à un simple plissement, assez considérable cependant puisqu'en son milieu on retrouve à une quinzaine de mètres au-dessus du niveau de la rivière, un lambeau de la partie inférieure de l'oxfordien caractérisé par les fossiles précédemment indiqués, surtout par les coquilles d'eau douce. Ce lambeau d'oxfordien affleure sur la route de Cajarc au pont de Caillac au moins à 60 mètres au-dessous du niveau des couches correspondantes des deux flancs de la vallée.

Cette disposition ne peut s'expliquer que par un pli *synclinal* considérable, qui d'ailleurs se répète plusieurs fois sur le trajet de la coupe dans les formations jurassiques supérieures.

Depuis le pont de Caillac jusqu'à Caussade (Tarn-et-Garonne) l'oolithe moyenne et plus rarement l'oolithe inférieure forment à eux seuls les terrains à découvert.

En remontant du fond de la vallée du Lot vers les hauteurs, on coupe de nouveau en sens inverse les couches précédemment indiquées dans la coupe de Cajarc, mais ici l'observation devient de plus en plus difficile en raison de l'absence de coupes naturelles ou artificielles.

Cependant on constate qu'au-dessus de la couche n° 7 de la coupe précédente se développe en certains points le calcaire gris schisteux, oolitique, souvent compact sublithographique tachant les doigts, contenant des *Nérinées*, des *Astarte*, des *Leda*, des *Térébratules* parmi lesquelles se trouve la *T. bucculenta* Sow., des *Pecten*, des *Rynchonelles*, tous fossiles peu déterminables à physionomie franchement corallienne.

Ces étages oolitiques se comportent de la manière suivante sur le trajet de la coupe. Le *Causse* ou plateau aride qui s'étend entre Bédurier et Cajarc appartient ainsi que nous l'avons déjà dit à l'oxfordien supérieur, qui reparait sur les hauteurs de la rive opposée jusque vers Limogne. Aux environs de cette petite ville

le long de la route de Caussade, l'oolithe inférieure reparaît (calcaire cristallin gris jaunâtre, calcaire oolithique, couches ligniteuses).

L'oxfordien reparaît ensuite vers Vaylats pour disparaître sous le corallien érodé de tout côté et recouvert par l'éocène.

Le corallien est surtout bien développé à Belmont près Lalbenque où sur le trajet même de la coupe ses couches de calcaire compact sublithographiques plongent vers le S.-O. avec 5-6° d'inclinaison. Nous y avons trouvé de grandes *Lucina* indéterminées, des *Nérinées* de grande taille, des *Pinnigena*, des *Modiolo*.

Ces formations ont partout servi de fond aux lacs de l'époque éocène et sont de tous côtés recouvertes par les marnes et les calcaires correspondant à cette période qui est la seule dont nous ayons à nous occuper encore dans cette coupe.

L'éocène termine la série des terrains traversés par la coupe. Il se présente de Limogne à Caussade (Tarn-et-Garonne) sous la forme d'îlots découpés par les dénudations. C'est surtout aux environs du village de Puy-le-Roque que nous l'avons étudié : il s'y présente nettement horizontal sur le corallien plongeant S.-O. de 8 à 10°. Dans les points où il n'est pas aminci, on le trouve composé de la manière suivante, en allant du fond des ravins où il repose sur le Jurassique jusqu'aux plateaux crayeux qui forment le sommet des collines :

1° Alternance de couches de grès blanc jaunâtre, passant quelque fois au poudingue, avec des bancs d'argile grise jaunâtre, grasse, quelquefois zonée, très-micacée, d'une épaisseur de 1 à 1^m 50 se répétant huit ou dix fois sur une hauteur de 30 à 40 mètres environ.

Cet horizon inférieur paraît correspondre aux 8°, 7°, 6° horizon paléontologique du savant auteur du *Mémoire sur les coquilles fossiles du terrain d'eau douce du S.-O.*, M. le docteur Noulet.

2° Marne jaune bleuâtre, grumeleuse, contenant quelques grains de quartz épaisseur 8 à 10 mètres. A la partie supérieure de cette marne se trouve une zone fossilifère, très-riche en moules d'*Helix* aplaties, d'assez grande taille que M. Noulet, sans

en préciser, l'espèce croit devoir attribuer à la faune de son 4^e et 5^e horizon, du Mas. Ste-Puelles ;

3^o Calcaire marneux blanc jaunâtre, à géodes, quelquefois ocreux, tantôt grumeleux, tantôt compact et souvent sublithographique, contenant à sa partie supérieure les fossiles suivants, nouveaux pour la région que nous avons étudiée.

Helix Rollini, Noulet.

» *Cadurcensis, Noulet.*

Cyclostoma cadurcensis, Noulet.

Lymnea ore longo, Boub.

» *Cadurcensis, Noulet.*

Planorbis crassus, M. de Serres.

» *cornu, Brongn.*

Toutes ces coquilles appartiennent au 2^o horizon de M. le docteur Noulet et ont été déterminés par lui. Puissance 20 mètres.

4^o Couche épaisse de marne gris bleuâtre, grumeleuse, se débitant en blocs irréguliers, se couvrant à l'air d'une couche violacée.

C'est cette couche puissante de trente mètres environ qui forme les plateaux rocheux, arides et nus de cette partie du département qui rappelle jusqu'à un certain point la craie de la Champagne. On n'y trouve que quelques rares lymnées écrasées et que nous n'avons pu faire déterminer.

Les localités indiquées précédemment et quelques autres (Montpezat, Belfort) sont nouvelles pour l'éocène lacustre, bien plus à l'ouest à Cieurac (Lot) par M. Noulet.

Les dépôts lacustres de cette période ont donc formé du département du Lot et du Tarn-et-Garonne, aux départements du Tarn et de l'Aube une bande continue s'appuyant sur les contreforts du plateau central ; de plus aucune grande perturbation géologique ne paraît les avoir affectés depuis qu'ils se sont formés.

2^e COUPE. — Une deuxième coupe, à peu près parallèle à la précédente partant de la métairie de Puteau (carte de l'Etat-major), altitude 570 mètres, passant par le Bourg, près de la *Capelle marival* et aboutissant à *Assier*, première station du chemin du fer de Périgueux au-delà de Figeac, nous a donné les résultats suivants :

Granite, Syénite, roches amphiboliques et dioritiques, faille mettant sur le même niveau un lambeau de *houiller supérieur*, schistes psammitiques micacés à empreintes de fougères à la *Verrière* où on a fait des sondages pour l'exploitation de la houille.

Schistes amphiboliques et dioritiques en minces couches, formant des strates bien ordonnés, relevés à 60° plongeant S.-E., ressemblant beaucoup à l'ophite subordonnée aux terrains secondaires des Pyrénées, affleurement à *les Martres*.

Lambeaux de grès houillers, Arkose, grès psammitique, formés aux dépens du granit, avec empreintes de *Sigillaria*? grès psammitiques.

Marnes rouges, grès, poudingues à éléments quartzeux et à pâte feldspathique, bigarrés à la partie supérieure, représentant le trias, *Mas de la Feuille*.

Vallon, de l'autre côté duquel se développe la série trias jurassique étudiée précédemment; le grès bigarré affleurant à 100 mètres? au-dessous du niveau de mas de la Feuille; on peut admettre qu'il y a là une faille.

L'Infra lias étant ici très-complet, riche en fossiles et facile à étudier grâce à une coupe naturelle sur le bord de la route qui mène de Figeac au Bourg à 500 mètres de ce village, nous en donnerons une courte description.

Immédiatement au-dessus des grès et des poudingues siliceux du grès bigarré, le muschelkalk et les marnes irisées considérablement atténués, sont représentés par une couche de 8 à 10 mètres de plaquettes d'olomitiques grises, jaunâtres, veinées.

La couche fossilifère infra-liasique se trouve immédiatement au-dessus; au niveau de la route les plaquettes brun-grisâtres, de calcaire marneux dolomitique qui la constituent sur une

épaisseur de 1 à 2 mètres sont remplis de moules d'*Anatina*, *Gervillia*, *Léda*, *Myacites* etc. caractéristiques.

Le lias inférieur très-puissant, dolomies grises, jaunes, cendrées, cargneules ? surmonte cet horizon, et présente très-peu de fossiles. La coupe finit à Assier, oolithe moyenne ; les autres étages ne présentent rien de particulier ¹.

Les coupes trop peu nombreuses que nous avons pu faire sur le revers S.-O. du plateau central ne nous permettent pas d'établir ici l'existence des deux ordres de failles orientées N. 25° E. (système du Mont-Seny), et E.-O. (système des Pyrénées), que notre ami M. Magnan a découvert plus à l'est. Elles autorisent cependant à admettre que dans les points parcourus par nos coupes, les étages géologiques peuvent se grouper de la manière suivante, en quatre séries discordantes.

1^{re} série. Terrain tertiaire. Eocène supérieur.

2 ^e série.	{	Terrain	{	Oolithe. {	supérieure (Corallien). moyenne (Oxfordien et Callovien). inférieure (Bathonien, Bajocien).
		secondaire.		Lias. {	supérieur (Toarcién). moyen (Liasien). inférieur } Sinémurien. infra lias }
				Trias. {	keuper et muschelkalk. (traces). grès bigarré.
				Permien ? {	Porphyres. Argilolithes. roches pétrosiliceuses ?

¹ Cette étude a exigé de nombreuses coupes complémentaires que nous nous contenterons d'indiquer, de Figeac à Capdenac (infra lias fossilifère), de Figeac à la Madeleine sur les bords du Lot (id.), du vallon de Planiolles, du flanc droit de la vallée du Celé, des environs de Monpezat et de Belfort (Tarn-et-Garonne), de Cahors à Cajarc (Kimmeridgien, oolithe moy.)

3^e série (hors cadre). Houiller supérieur.

4^e série. { gneiss, schistes micacés et roches amphiboliques.
granite.

Suivant notre ami, M. Magnan (p. 12. Etude des terrains secondaires des bords S.-O. du plateau central. Toulouse, 1869)
« les terrains qui entrent dans la formation de la bande qu'il
« étudie (à l'est de nos coupes), se divisent, abstraction faite de
« ceux de la période quaternaire, en trois séries, qui sont dis-
« cordantes l'une par rapport à l'autre. »

1^{re} série. | Terrain tertiaire. Eocène supérieur.

2 ^e série.	Terrain secondaire.	Oolithe.	{ supérieure (Corallien). moyenne (Oxfordien et Callovien). inférieure (Bathonien, Bajocien).
		Lias.	{ supérieur (Toarcien). moyen (Liasien). inférieur } Sinémurien. infra lias
		Trias.	{ muschelkalk } Saliférien keuper } grès big. (Conchylien).
		Permien?	{ Zechstein. Rothe todt liegende.
3 ^e série.	{ Terrains cristallisés et primordiaux.	{ gneiss, schistes micacés et roches amphiboliques. granite.	

Ce tableau diffère de celui que nous venons de présenter par l'absence du houiller supérieur, des porphyres, et la présence du permien fossilifère découvert par l'auteur. Ce groupe, nouveau pour le sud-ouest de la France, est caractérisé de la manière suivante (idem, p. 70.)

GROUPE DU PERMIEN.

Zechstein. — Ep. 100 mètres.

LITHOLOGIE.

« Calcaires compactes, gris,
 « jaunâtres, rosâtres, à cassure
 « vive, souvent fétides, chan-
 « tant sous le marteau, en bancs
 « bien réglés et en petites cou-
 « ches auxquels sont subordon-
 « nés : des calcaires rubannés,
 « ondulés, très-remarquables,
 « des calcaires fissiles et des
 « schistes argileux aussi très-
 « fissiles, de couleur jaunâtre
 « (50 mètres).
 « Calcaires dolomitiques en
 « petites couches; — dolomies
 « cendreuses (*Sand-asche* des
 « allemands); — dolomies cri-
 « blées de petits trous, sil-
 « lonnées de petites veines
 « spathiques; — dolomies acié-
 « reuses, grises; calcaires com-
 « pactes, gris et gris-rosâtres
 « sonores au marteau; — do-
 « lomies fendillées; — puis-
 « santes cargneules, rosâtres,
 « grises, brillantes à la cassure,
 « fétides, ruiniformes, ressem-
 » blant à celles du lias inférieur,
 « du keuper et du muschelkalk
 « (*rauch wacke*) (50 m.)¹.

FOSSILES.

Turbonilla (Loxonema), ind.
Natica, ind., *Turbo*, ind.,
Murchisonia? ind. *Capulus*,
 ind., *Schizodus* ou *Myopho-*
ria, ind., *Ostrea*, ind., *Ryn-*
chonella, ind.? *Pentacrinus*,
 ind., radioles d'Oursius, osse-
 ments de poissons (traces).

Gastéropodes de petite taille,
 ind. (*Loxonema*), *Chemnitzia*
 ou *Turbonilla*), Crinoïdes
 de la famille des Pentacri-
 niens, Foraminifères, ind.
 (*Fusulina*?)

« ¹ Les roches de cette formation, comme celles du keuper supérieur et
 « du muschelkalk varient de puissance; elles disparaissent quelquefois
 « d'une manière complète. On voit, en effet, en certains points, les argiles
 « et les grès siliceux rougeâtres, équivalents du grès des Vosges, reposer
 « directement sur les argiles rutilantes et les grès fins, argileux, psammi-
 « tiques du *rothe todte liegende*. Ce qui conduit à dire que les roches cal-

ROTTE TODTE LIEGENDE.

Ep. 500 mètres.

<p>« Argiles, schistes argileux « et grès fins, schisteux, psam- « mitiques de couleur rouge « intense, monochromes, affec- « tant des formes orographiques « très-curieuses ; leur surface, « là où la végétation ne les pré- « serve pas, étant découpée par « un nombre prodigieux de « petits ravins, se ramifiant à « l'infini. « Les couches de la partie « supérieure de cette formation « sont ordinairement tachées de « vert.</p>	<p>Très-rares, traces de végétaux, ind. ¹.</p>
---	---

Cette belle découverte de M. Magnan complète la série des terrains anciens et lui permet de dire plus loin (p. 73, id.) :
« que les formations permienne et triasique accusent ici, comme
« en Allemagne, en Angleterre et en Russie, une double origine,
« une origine détritique, par les grès, les conglomérats et les
« argiles ; une origine hydrothermale, par les calcaires, les do-
« lomies et les gypses.

« Qu'ici, comme là, les couches magnésiennes et calcaires
« plus ou moins fossilifères du zechstein, du muschelkalk et du
« keuper varient de puissance, puisqu'elles s'atrophient même

« caires et magnésiennes des époques permienne et triasique, constituent
« au milieu des couches détritiques d'immenses lentilles aplaties qui se
« sont formées sous l'influence des sources chargées de sels de chaux et
« de magnésie pendant que se déposaient concurremment, à la suite d'éro-
« sions, les grès et les argiles. »

¹ Le permien inférieur renferme dans la partie orientale de l'Aveyron et dans l'Hérault des *Walchia* (*W. piniformis*, *filiciformis*, *Sternbergii*, etc.), et autres végétaux caractéristiques.

« complètement en certains points ; que, sur les bords S.-O. du
 « plateau central, comme partout, les formations jurassiques
 « sont presque essentiellement dues à une sédimentation chi-
 « mique : ce ne sont en effet que des calcaires et argiles calca-
 « rifères, qui renferment, en plus ou moins grande abondance,
 « des fossiles semblables à ceux des régions classiques. La seule
 « différence, si c'en est une, consiste en ce que, dans les ré-
 « gions que nous venons d'étudier, comme dans les Cévennes,
 « la Provence, les Cerbières et les Pyrénées, les roches magné-
 « siennes jouent un plus grand rôle que dans les bassins de la
 « Loire, de la Seine et du Rhin.

« En somme, on peut dire que la plus grande analogie existe
 « entre les dépôts secondaires du Tarn, du Tarn-et-Garonne et
 « de l'Aveyron, et ceux étudiés dans le nord de la France et de
 « l'Europe. »

Si l'on compare les résultats précédents à ceux que donne une coupe géologique faite des terrains anciens aux terrains récents dans le département de la Corrèze (coupe entre Donzenac, Corrèze et le hameau de Lasséquinies, Lot, d'Archiac. Progrès de la géologie, t. IV, pl. II, f. 1), il sera facile de voir que l'on peut grouper les terrains qu'elle traverse de la manière suivante :

1 ^{re} série.	Terrain tertiaire. Eocène. Terrain crétacé. Cénomaniën.		
2 ^e série.	Terrain secondaire.	{	Oolithe. {
			Portlandien. Kimméridgien. Oolithe moyenne. » miliaire. » inférieure.
		{	Lias. {
			Lias marneux. Grès du lias ? Calcaires du lias infér.
		{	Trias. {
			Sables et grès. Grès bigarré.
		{	Permien ? {
			Argile rouge. Calcaire noirâtre fétide

Houiller concordant avec la série précédente ?

3 ^e série.	{	Terrains cristallisés et primordiaux.	{	Schistes téglulaires. Micaschistes. Gneiss.
-----------------------	---	--	---	---

Cette coupe est donc très-intéressante et complète, grâce à la présence du cénomaniens. Il n'y manque que : 1^o le crétacé inférieur qui, pour certains paléontologistes (Pictet, nouveaux documents sur les limites de la période jurassique et crétacée, Genève 1867), s'est déposé en même temps que l'oolithe supérieure ; 2^o le crétacé supérieur qui affleure plus à l'ouest.

Les érosions ont d'ailleurs, ici comme partout, joué un rôle excessivement important. Suivant M. Magnan elles ont commencé après la période de transition et les formations du houiller, du permien, du trias se sont faites en grande partie aux dépens, des roches antérieurement existantes.

En certains endroits, là où affleure la base du permien, on peut admettre qu'environ 1630 mètres de couches ont été enlevées par les eaux dans une seule période (p. 77. Et. des ter. sec.).

Cette dénudation a servi à former des terrains nouveaux dont la puissance est énorme : le groupe de la craie des bords S.-O. du plateau central, les conglomérats et les marnes sableuses des terrains tertiaires.

L'existence des failles et le phénomène des érosions entraînent d'après le même auteur la conséquence suivante : *« les affleurements des terrains secondaires sur le pourtour S.-O. du plateau central n'indiquent pas un ancien rivage. »*

« Ces terrains ayant été ici, comme dans la Nièvre, comme dans le Morvan, comme dans le Beaujolais, comme dans le Mont-d'Or, comme dans la Dordogne, profondément faillés et ensuite dénudés, il devient impossible de dire jusqu'où les mers permienne, triasique et jurassique s'étendaient autrefois » (p. 78. Et. des t. sec.). »

Les conséquences des faits observés par M. Magnan sont considérables et se résument ainsi (p. 79) :

» Les terrains secondaires des bords S.-O. du plateau central

- » sont constitués comme dans le nord de la France, comme en
- » Angleterre, comme en Allemagne, comme en Russie.
- « Les accidents qui se rapportent aux systèmes du *Thuringerwald* et du *Mont Seny* se sont produits postérieurement aux
- » dépôts jurassiques et non à la fin de la période triasique.
- « Les failles et les érosions ayant joué un rôle considérable,
- » les affleurements des terrains secondaires, sur le pourtour du
- » plateau central, n'indiquent pas, ordinairement, les rivages des
- » anciennes mers.

A ces conclusions qui ressortent des observations précises faites par notre savant ami, qu'il nous soit permis d'ajouter celles que nous suggèrent nos propres observations, en faisant remarquer qu'elles ne sont applicables qu'à la bande de terrain que nous avons étudiée.

Les roches granitiques et granitoïdes paraissent sur le trajet de nos coupes affecter des allures sédimentaires.

D'après la lithologie et la paléontologie, le terrain houiller des environs de Figeac correspond au houiller supérieur.

Les Porphyres, les roches argilolithiques, pétrosiliceuses qui occupent la position stratigraphique du permien se sont formées selon toute apparence synchroniquement avec le Zechstein et le roth todte liegende.

Quelle que soit la position occupée par les porphyres, ils paraissent être plutôt d'origine sédimentaire, hydrothermale que d'origine ignée.

Le feldspath chimiquement pur a pu se produire dans les conditions ordinaires de la sédimentation et même dans des conditions de charriage (poudingue à ciment feldspathique).

Le trias est incomplet, les marnes irisées sont à peine représentées, le muschelkalk ne l'est pas du tout.

Partout le trias est séparé du lias par la zone fossilifère de l'infra lias.

Pendant la période oolitique moyenne, des mouvements du sol ont donné lieu à la formation d'un dépôt d'eau saumâtre avec une flore et une faune nouvelles, composées d'espèces indiquant un climat tropical.

III. VOSGES.

ESSAI DE STRATIGRAPHIE VOSGIENNE.

Cette dernière partie de notre « ETUDE COMPARÉE » mérite plus que les deux précédentes le titre d'ESSAI, seul titre convenable pour un jeune géologue qui aborde les graves difficultés de la stratigraphie d'une chaîne de montagnes étudiée à fond par les princes de la science.

La géologie vosgienne semble avoir dit son dernier mot, surtout pour tout ce qui regarde la partie stratigraphique : pourquoi donc avons-nous été séduit par ce côté ardu de l'histoire naturelle de l'Alsace ? Les travaux les plus récents qui battent en brèche les théories généralement admises sur le mode de formation des grands massifs montagneux, les études pratiques que nous avons faites dans les Pyrénées et le plateau central avec un des plus ardents promoteurs des nouvelles idées sont là pour répondre.

Il est intéressant de rechercher dans les Vosges à l'aide des mêmes méthodes d'investigation, la vérification des opinions émises dans les deux parties précédentes de cette thèse.

Puissions-nous ne pas rester au-dessous de cette tâche et prouver qu'avec des opinions bien différentes de celles qui ont cours, il est possible de concevoir clairement la formation de nos belles montagnes vosgiennes !

La majeure partie des opinions émises dans le courant de ce travail nous sont propres, mais elles sont appuyés sur les documents nombreux et précis que les ouvrages et les mémoires publiés sur la géologie des deux départements du Rhin ont mis entre nos mains, et sur un certain nombre d'observations pra-

tiques faites dans le courant de l'automne 1869 et du printemps 1870.

Ici, de même que pour toute chaîne de montagnes, le problème stratigraphique doit se résoudre au moyen de coupes géologiques nombreuses, exactes, peu distantes les unes des autres, toutes perpendiculaires à l'axe de la chaîne. Le géologue stratigraphe doit les rapprocher, les comparer, tirer de cette étude une idée synthétique, quelle qu'elle soit d'ailleurs, favorable ou défavorable à certaines théories admises. C'est ce que nous avons essayé de faire, sans nous dissimuler les difficultés d'un pareil travail.

Cette étude est donc basée sur des coupes géologiques faites dans les conditions indiquées plus haut. Elles sont au nombre de 45. 25 appartiennent au département du Haut-Rhin; c'est le département le plus étudié au nouveau point de vue où nous nous plaçons; 20 appartiennent au département du Bas-Rhin.

Parmi ces coupes, les unes comprennent toute la partie du massif vosgien comprise en Alsace, d'autres ne sont que des tronçons de coupe: le plus souvent alors elles s'arrêtent aux roches cristallines, ou au terrain de transition, plus rarement au grès vosgien.

Un coup-d'œil jeté sur la carte explicative des coupes et des failles fera voir du premier coup que nous avons fait de nombreux emprunts aux travaux des éminents géologues qui ont étudié les deux départements du Rhin.

Avant d'entrer dans le sujet, il est bon de résumer en peu de mots l'état de la science sur les soulèvements qui ont donné naissance à la chaîne des Vosges. Ces montagnes devraient leur origine aux systèmes suivants :

1° *Système des Ballons* orienté E. 45°, S. à O. 45° N. Ce soulèvement aurait mis fin à la période houillère inférieure ;

2° *Système du Nord de l'Angleterre* orienté S. 5° E. à N. 5° O. qui aurait mis fin, par des fractures multiples, au dépôt du terrain houiller supérieur ;

3° *Système des Pays-Bas et du Sud du Pays de Galles* orienté E. 5° S. à O. 5° N. qui expliquerait la fin de la période du grès rouge et sa discordance avec le grès vosgien.

4^o *Système du Rhin* N. 21° E. à S. 21° O. qui aurait mis fin au dépôt du grès vosgien le plus puissant de tous, celui qui a donné naissance aux Vosges et à la Forêt-Noire.

Les systèmes plus récents du *Thuringerwald*, *Böhmerwald*, du *Morvan*, du *Monte-Pila*, de la *Côte-d'Or*, de l'*Erzgebirge* ont peu contribué à modeler le relief de nos montagnes.

D'après le savant auteur de la description géologique du Haut-Rhin, M. le professeur Delbos (t. II. p. 326), ce serait à l'époque du soulèvement des Alpes occidentales (N. 27°, 49° E. à Epinal) qu'il faudrait rapporter les principaux accidents des terrains secondaires et tertiaires, les relèvements de couches, les failles, les miroirs de glissement qu'elles ont produits.

Le système du Rhin reste donc la clef de voûte de la stratigraphie vosgienne. Il repose sur les preuves suivantes établies par Elie de Beaumont dans sa description géologique de la France (t. I., p. 398).

I. Nulle part dans le massif vosgien le grès des Vosges ne se trouve surmonté du grès bigarré et du Muschelkalk.

II. Ce n'est que dans les collines sous-vosgiennes, là où le grès des Vosges se trouve abaissé par faille, qu'il est recouvert en stratification concordante par le trias.

III. Le trias et le jurassique se sont déposés en contre-bas du grès vosgien soulevé, celui-ci formait rivage.

IV. Depuis le soulèvement du Rhin aucune grande dislocation n'a accidenté le massif vosgien.

Est-ce là le dernier mot de la science et ne peut-on trouver

à glaner là où le plus illustre de tous les géologues français a passé ?

La géologie est une science trop vaste, trop neuve pour qu'elle ait déjà livré tous ses secrets : telle a été la pensée qui a présidé à cette étude, qui pour être hardie et peut-être téméraire, ne s'appuie pas moins sur des faits que chaque observateur pourra vérifier.

La division du sujet est toute indiquée par les conclusions précédentes de M. Elie de Beaumont, qui résumait à peu près toute la stratigraphie vosgienne : les 2 premières se confondant formeront une première partie, les 3^e et 4^e les deux autres.

I.

Nulla part dans le massif vosgien le grès des Vosges ne se trouve surmonté du grès bigarré et du muschelkalk.

Ce n'est que dans les collines sous-vosgiennes, là où le grès des Vosges se trouve abaissé par faille qu'il est recouvert en stratification concordante par le trias.

Le grès vosgien, de l'aveu de tous les géologues, est très-difficilement séparable de la base du grès bigarré. Il suffit pour s'en assurer, de lire attentivement les pages 85, 107, 108, 109 de la description du Bas-Rhin pour M. le professeur Daubrée : M. le professeur Delbos dit également, page 252 de sa description géologique du Haut-Rhin, que les deux grès ne sont bien séparés ni minéralogiquement ni géologiquement.

Comment dès lors assurer que parmi les sommets regardés jusqu'ici comme appartenant au grès vosgien il n'en existe pas un qui appartienne à la base du grès bigarré, souvent identique de couleur et de texture ? Qui pourra décider en l'absence de fossiles caractéristiques ?

De plus, est-il bien prouvé que dans l'épaisseur du massif

vosgien nulle part le grès vosgien ne se trouve recouvert de grès bigarré bien nettement caractérisé ?

Dans une de nos coupes vosgiennes n° 14 de la carte, entre Hattstatt et Osenbihl, à 1 kilomètre O. du couvent de St-Marc, de plain pied avec le grès vosgien se retrouve la bande de grès bigarré signalée plus au sud à Osenbach.

La roche y est parfaitement caractérisée et, selon notre opinion, elle bute par faille contre le grès vosgien à l'est et à l'ouest contre le muschelkalk relevé et plongeant ouest. Dans ces conditions le grès bigarré n'est-il pas dans le massif vosgien au même titre que le grès des Vosges ?

Le grès bigarré et le muschelkalk des collines voisines de Westhalten (Haut-Rhin) sont d'ailleurs à des altitudes assez considérables pour prouver que ces formations secondaires ne sont pas l'apanage exclusif des collines sous-vosgiennes. Ces arguments ne suffiraient certainement pas pour expliquer l'absence presque générale des formations secondaires dans l'intérieur des Vosges. A quelle cause faut-il donc l'attribuer ? Nous n'hésitons pas à l'attribuer à une seule cause qui suffit pour l'expliquer, c'est la *Dénudation*.

Force puissante, active, d'une énergie incalculable, la dénudation a pendant des périodes entières ou pendant les intervalles de périodes géologiques démantelé les Vosges au point de les réduire à l'état où nous les voyons actuellement.

Suivant notre excellent ami M. Magnan (page 77. Etude des formations secondaires du revers S.-O. du plateau central, l'érosion aurait enlevé dans une seule période 1630 mètres de couches dans les régions qu'il a étudiées « Il est persuadé qu'on a généralement négligé beaucoup trop jusqu'à présent l'étude de ces faits et pense qu'avant peu cette étude fera voir sous un jour nouveau la géologie de la France (page 80). »

Des effets du même genre et non moins grandioses se sont produits dans nos Vosges et si l'on rencontre rarement le grès des Vosges recouvert dans le massif par le grès bigarré, la faute en est aux dénudations qui, à différentes époques ont enlevé des centaines de mètres de couches, les transportant

plus ou moins brisées soit au loin, soit au pied de nos montagnes où on peut les retrouver.

C'est surtout pendant la période tertiaire, après le calme des époques palustres éocène et miocène que ces causes de destruction ont dû agir; elles ont prolongé leur action jusqu'après l'époque pliocène. Elles auraient, suivant nous, *enlevé plus ou moins complètement de nos montagnes les couches tria-jurassiques concordantes avec le grès vosgien qui les couvraient primitivement.*

Ces couches tria-jurassiques enlevées étaient en continuité à l'ouest avec celles de la Lorraine, à l'est avec celle du Schwartzwald et du Wurtemberg où des faits du même genre ont dû se produire.

Le principe des dénudations admis, quel a dû être leur marche? Il est facile de voir qu'elles ont d'abord dû s'attaquer aux couches les plus superficielles, procéder des terrains les plus récents aux terrains plus anciens.

Quel était le terrain le plus récent à l'époque où commença le démantèlement des Vosges? Était-ce le terrain crétacé? Nous n'en savons rien.

C'était plutôt l'oolithe supérieure, moyenne ou inférieure, composée de roches souvent friables, attaquables facilement par les agents mécaniques; au-dessous, le lias et le trias formés de matériaux ordinairement peu compactes ne devaient pas présenter une grande résistance aux causes de destruction. Il n'en est pas de même du grès vosgien à texture compacte, à éléments siliceux.

Quant aux terrains plus anciens il est à peu près inutile d'en parler ici, car les érosions anciennes semblent les avoir fort peu entamés, si l'on en juge par la composition des poudingues et des conglomérats qui correspondent à ces époques détritiques.

De plus, il semble évident à priori que les grands accidents du sol, failles, fissures, relèvements, ont dû favoriser beaucoup ces causes de destruction déjà si puissantes par elles-mêmes.

Telles sont les premières réflexions que suggère à l'esprit l'idée de dénudations agissant sur le massif vosgien constitué primitivement comme on l'a vu plus haut.

Il s'agit maintenant de démontrer que nous possédons les preuves de ce grand fait géologique et que nous sommes en mesure d'en préciser la puissance et la marche.

Suivant M. le professeur Delbos, le terrain tertiaire du Haut-Rhin est composé des horizons suivants, établis sous toute réserve sur des caractères paléontologiques :

Terrain miocène moyen. Marne à Cyrènes.

Terrain miocène inférieur. { Calcaire d'eau douce de Châ-
tenois.
Gypse ?
Grès à feuilles.
Schiste à poissons.
Formation tongrienne (marine).

Terrain éocène supérieur. { Calc. d'eau douce de Brunstatt.
Terrain sidérolithique.

Une seule de ces formations est assez importante, assez générale le long des Vosges pour former un étage bien distinct, c'est le tongrien (marin), formation presque exclusivement détritique (grès poudingues, conglomérats, bancs marneux peu épais).

C'est à cette époque, dont M. le professeur Delbos a brillamment raconté l'histoire dans une conférence faite dernièrement à Mulhouse « sur le terrain tertiaire d'Alsace », que le phénomène de la dénudation paraît avoir débuté ou ¹ commencé à laisser des traces de son existence

« Les roches qui composent le conglomérat ou nagelfluhe » sont: Muschelkalk, grès vosgien, oolithe inférieure, grande oolithe, calcaire corallien et astartien, plus rarement le lias et le grès bigarré, mais on n'y rencontre ni porphyres, ni grauwacke, ni granite, ni aucune des autres roches des terrains anciens..... L'absence des roches anciennes prouve que le poudingue tertiaire s'est formé sur place, par la destruction des roches contre lesquelles venaient se briser les vagues de la mer tongrienne. (Delbos-Descr. géol. Haut-Rhin, p. 39-40).

¹ Le terrain sidérolithique étant trop peu étendu, on ne peut pas juger de la puissance des érosions qui se sont produites à l'époque de son dépôt.

Il semble peu probable que les cailloux roulés formés dans ces conditions soient tous restés sur place, car la puissance qui les a façonnés a dû nécessairement en transporter au loin le plus grand nombre, comme il est facile de le constater partout où existent de grands courants marins ou fluviaux. Dès lors nous ne voyons que de faibles restes de ces puissantes érosions et cependant ils ont suffi pour élever au pied des Vosges des collines de 150 à 200 mètres !

Ces matériaux roulés ou non constituaient primitivement des couches bien ordonnées appartenant au permien (grès des Vosges), au trias et au jurassique.

Ces différentes formations ne pouvaient occuper que deux positions : celle de nos montagnes actuelles (dans l'hypothèse de leur recouvrement par un manteau de terrain secondaire), ou celles des collines sous-vosgiennes.

Dans le premier cas la dénudation exerçant ses ravages sur les Vosges fracturées et formées superficiellement de couches facilement attaquables les auraient peu à peu entamées et enlevées plus ou moins complètement.

Dans le second cas la dénudation se serait contentée d'agir sur des terrains généralement relevés vers l'est présentant souvent leur tranche à la surface du sol, tellement ils sont inclinés (Katzenthal, Rouffach, Obernai).

Les collines sous-vosgiennes actuelles n'auraient qu'une lointaine ressemblance avec celles de la période miocène. Pour avoir une idée de ces dernières il faudrait prolonger par la pensée leurs strates relevées jusqu'à des hauteurs considérables, en faire des crêtes, des collines allongées formant une sorte de chaîne extérieure à la chaîne vosgienne. L'érosion survenant, les étages auraient été rasés et couverts de leur propres débris.

Cette hypothèse n'explique pas l'immense quantité de matériaux mis en œuvre par la dénudation miocène et pliocène : le trias et le jurassique actuellement existant en Alsace n'y suffisent pas, surtout en raison de leur peu d'étendue et de leurs strates ordinairement relevées, présentant souvent leur tranche aux causes de destruction.

Si d'ailleurs les courants avaient immédiatement stratifié sur place les débris arrachés aux roches sous-jacentes, ceux-ci les auraient protégées à tout jamais et auraient arrêté toute sédimentation.

Les cailloux roulés de la base du tongrien indiquent un assez long transport ; ne se serait-il pas effectué sous l'influence de causes de destruction variées, des hauteurs occupées par le jurassique jusque vers la mer dont le niveau devait être assez élevé à en juger par ses dépôts ? Ces débris mêlés à ceux des collines au sein du courant marin auraient formé par leur réunion le miocène détritique et peut-être le pliocène ?

Ces transports effectués par des forces immenses mises en œuvre par la dénudation n'ont d'ailleurs rien qui doive surprendre.

Comment expliquer autrement, dans les parties supérieures du tongrien, ces immenses blocs de grès vosgien transportés à de grandes hauteurs 300 mètres (Sigolsheim) et souvent à plus de 3 kilomètres de distance des étages qui leur correspondent ?

Deux grands faits dominent l'histoire de cette période de destruction des Vosges : 1^o l'absence complète dans l'étage tongrien de porphyre, de grauwake, de granite et de toutes les roches appartenant aux terrains anciens ; 2^o l'abondance dans les parties supérieures du grès vosgien, du muschelkalk.

Le premier fait semble prouver qu'à cette époque l'érosion a respecté les terrains anciens. Or ceux-ci s'avancent souvent jusque dans la plaine et beaucoup de leurs affleurements sont à des niveaux peu élevés : pourquoi donc la mer tongrienne ne les a-t-elle pas démantelés ?

La solution de la question est celle-ci : à cette époque les terrains anciens n'étaient pas à nu comme de nos jours, couverts de quelques centaines de mètres de couches appartenant aux formations plus récentes ; il n'ont pu être entamés qu'après la disparition de leur manteau protecteur, vers la période quaternaire. C'est dans les alluvions de cette époque qu'on trouve enfin les débris roulés du granite, de la grauwake, du porphyre etc. mêlés à ceux des étages plus récents.

Quant au second fait, de la présence de gros blocs plus ou

moins roulés de grès vosgien, de muschelkalk, plus rarement de grès bigarré, il a depuis longtemps attiré l'attention. Certaines collines du tongrien en sont recouvertes (Bollenberg), d'autres en contiennent à des profondeurs de 1 à 2 mètres (Sigolsheim, Bergheim, etc.) On les retrouve formant de grands entassements irréguliers au pied du Hohlandsperg par exemple, au-dessus de Wintzenheim, au pied du château d'Andlau, où ils constituent une colline de 50 mètres de hauteur. Ce ne sont certainement pas des ouvrages de l'homme comme on a pu le croire ; *ce sont les résultats des derniers efforts de la dénudation tongrienne ou post-tongrienne.*

Il est à remarquer que ces amas détritiques se présentent tout aussi bien en face des montagnes encore recouvertes en partie de grès vosgien (Nationalberg à Obernai en face des carrières du Klingenthal), qu'en face de celles qui sont actuellement granitiques (Hohlandsberg, Andlau). Cependant dans ces dernières localités les amas sont plus puissants et cela devait être, toute trace du grès vosgien qui les recouvrait primitivement ayant disparue.

Si, prenant un exemple, on étudie minutieusement la composition d'une colline tongrienne on la trouve composée de la manière suivante :

Nous donnons ici les notes prises le 18 avril dernier au Nationalberg près d'Obernai, que nous avons coupé dans une direction E. O. à environ 1 kilomètre N. de la ville.

Lœss riche en coquilles (vignes).

Conglomérat avec gros blocs de grès vosgien, débris d'oolithe inférieure, de Lias, de grès bigarré.

Blocs de grès vosgien devenant de plus en plus abondants à mesure qu'on s'élève, mélangés au Muschelkalk.

Grès sableux calcaire et siliceux avec cailloux roulés de Muschelkalk et d'oolithe inférieure.

Conglomérat, oolithe inférieure et Muschelkalk, le tout est sans stratification apparente, tandis qu'au sommet une tranchée assez étendue et profonde permet de voir sur une hauteur de 2 mètres environ les couches suivantes plongeant 10 à 15° vers l'ouest :

Grès fin, grès poudinguiforme, banc d'argile grise, banc épais de poudingue surmonté par le conglomérat.

Cette colline présente beaucoup d'analogie avec celle de Rouffach (Haut-Rhin) où le tongrien plonge légèrement vers l'ouest et repose comme ici sur l'oolithe inférieure relevée, près de Westhalten.

Le revers ouest du Nationalberg présente également des traces nombreuses de grès vosgien et de Muschelkalk ; le voisinage de l'oolithe sur laquelle tout cet ensemble repose, explique suffisamment la prédominance des débris oolithiques sur les autres.

Or, nulle part on n'a indiqué la présence de gros blocs de grès vosgien, de grès bigarré ou de Muschelkalk au milieu des couches bien ordonnées du tongrien. *Ces éléments détritiques sont superposés ou adossés aux couches régulières de ces formations marines, mêlés par remaniement aux roches plus modernes, et correspondent à une phase de dénudation plus récente, peut-être pliocène.*

Suivant nous, il faut donc distinguer cette formation du tongrien proprement dit qui a été entamé lui-même à cette nouvelle période d'érosion.

La plupart des collines sous-vosgiennes présentent dans les amas détritiques qui les composent la disposition suivante, de bas en haut : Oolithe supérieure et moyenne dans la partie méridionale du Haut-Rhin. Oolithe inférieure dans le reste de l'Alsace. — Lias (Wintzenheim, Sigolsheim). — Marnes irisées, Muschelkalk rarement. — Ces matériaux sont souvent bien stratifiés.

Au-dessus ou directement adossée on rencontre la *zone de remaniement* : rarement oolithe, plus communément lias (fossiles roulés), marnes irisées, grès bigarré, abondamment, blocs de muschelkalk et de grès vosgien avec peu de sable.

Or, si l'on admet la grande puissance des dénudations, combinée à l'existence d'un manteau tria-jurassique par-dessus nos Vosges, les choses ont pu se passer de la manière suivante :

Erosion entamant d'abord les terrains les plus superficiels,

(Jurassique); dépôts des débris formés, au fond de la mer ; peu à peu démantèlement des étages plus anciens dépôt et de leurs débris par-dessus les premiers (trias et permien).

Nous ne prétendons pas avoir retrouvé dans les collines vosgiennes la preuve *mathématique* de la marche de ce phénomène, mais tout porte à croire que les choses se sont passées ainsi.

En tenant compte du remaniement, il semble que la sédimentation de ces périodes détritiques s'est faite en accumulant les matériaux échappés au transport lointain *suivant l'ordre inverse de leur ancienneté*.

Si la cause de ces puissantes dénudations nous échappe, nous pouvons néanmoins nous faire une idée de leur énergie qui a été suffisante pour entraîner des blocs de plusieurs mètres cubes et pour les déposer à des altitudes de deux et trois cents mètres (Sigolsheim). Pour un bloc de déposé, combien ont dû être réduits en poussière dont nous ne trouvons plus actuellement de trace !

Cette période de destruction a certainement continué pendant que se déposaient dans les bas-fonds les formations lacustres miocènes ; elle s'est prolongée pendant la période pliocène, jusqu'à l'époque quaternaire. C'est probablement alors que se sont produits ces grands amas de roches broyées réduites en menus fragments, mais appartenant toujours aux terrains sous-jacents que l'on retrouve dans les localités suivantes du Bas-Rhin :

A l'entrée de Bœrsch près d'Obernai, débris de muschelkalk à angles vifs, emballés dans une argile jaunâtre.

Id. entre St-Nabor et Bernardswiller.

Id. à l'entrée de Wasselonne.

Id. sur le flanc gauche du vallon au N. de Wissembourg.

Dans le Haut-Rhin :

A St-Gangolph près Buhl, colline de conglomérat de transition sur du terrain de transition.

A l'ouest de Wuenheim, près Soultz, conglomérat formé aux dépens du porphyre.

A Wattwiller, conglomérat de blocs du terrain de transition.

Dans tous les cas précédents, ce n'est pas de la formation de

diluvium d'éboulement (Delbos) qu'il s'agit ; une cause destructive inconnue a broyé, trituré sur place les couches les plus superficielles des formations sous-jacentes.

Le *diluvium d'éboulement* est d'ailleurs plus rare qu'on ne le pense ; pour qu'il existe il faut qu'il y ait des talus d'éboulements, des hauteurs dominantes voisines qui puissent expliquer les blocs qui gisent à leurs pieds.

C'est le cas qui se présente à l'ouest de Gueberschwihr (Haut-Rhin) au niveau du vallon de faille qui sépare l'oolithe inférieure du grès vosgien. Dans ce vallon, des blocs de grès vosgien emballés dans une argile marneuse sont descendus des hauteurs voisines.

Un puits récent creusé le long du chemin qui mène à St-Marc nous a montré cette marne argileuse jaunâtre pleine de coquilles du *Lehm* (*Pupa*, *Helix*, *Succinea*). Le diluvium d'éboulement à cet endroit au moins serait *contemporain* du diluvium alpin.

Telle serait, jusqu'à l'époque quaternaire l'histoire des dénudations qui ont réduit nos montagnes à des hauteurs modestes ; elle pourrait être résumée de la manière suivante :

Les érosions paraissent avoir commencé à l'époque tertiaire et s'être continuées jusqu'à l'époque diluvienne.

D'après l'immense quantité des matériaux enlevés, le trias et le jurassique ont dû être bien plus développés dans les Vosges que de nos jours.

On peut dire que ces matériaux se sont accumulés dans l'ordre inverse de leur disposition primitive dans les terrains réguliers dont ils faisaient partie.

II.

LE TRIAS ET LE JURASSIQUE SE SONT DÉPOSÉS EN CONTRE-BAS DU GRÈS VOSGIEN, CELUI-CI FORMANT RIVAGE.

Quand deux terrains de nature différente se trouvent en contact sur une ligne horizontale, il y a faille ou le plus récent s'est déposé le long de sa ligne de séparation avec le plus ancien, celle-ci formant rivage.

Au pied des Vosges, ce contact immédiat d'étages appartenant à des périodes différentes est la règle : partout les coupes perpendiculaires à la direction de la chaîne montrent les terrains secondaires cessant brusquement pour céder la place aux terrains plus anciens (grès vosgien p. ex.).

Est-ce le résultat de failles, ou y a-t-il eu suivant l'opinion généralement admise un rivage non-interrompu le long des Vosges à l'époque tria jurassique ? S'il y a eu rivage on retombe évidemment dans les conditions de la mer tongrienne, *pourquoi donc avec les mêmes causes les mêmes effets ne se sont-ils pas produits ?*

Pourquoi ces formations tria-jurassiques calmes, identiques avec celles de la Lorraine, du duché de Bade et du Wurtemberg ? Pourquoi sur le revers alsacien des Vosges la flore et surtout la faune tria-jurassique est-elle à peu de chose près la même qu'en Lorraine où personne n'a songé à placer de rivage ?

Les éléments minéralogiques ne sont-ils pas les mêmes qu'en Alsace, partout où affleure le trias ou le jurassique ? La magnifique végétation que révèle le grès bigarré a très-bien pu vivre dans des îlots dont la situation nous est inconnue : elle se rencontre d'ailleurs au moins à l'état de traces partout où cet étage est bien développé.

Où placerait-on d'ailleurs un rivage de ce genre ?

La ligne de séparation des collines secondaires sous-vosgiennes et des montagnes plus anciennes appartient tantôt à l'oolithe inférieure, au lias, aux marnes irisées, au muschelkalk, au grès bigarré plongeant sous des angles divers, dans des directions souvent diamétralement opposées¹, le tout coupé de failles évidentes. Sont-ce là les caractères d'un dépôt littoral même après des dislocations ?

Ils nous est impossible d'admettre qu'un rivage vosgien a existé dans les conditions énoncées plus haut, car l'étude comparée des

¹ Entre Niedermorschwihr et Ingersheim (Haut-Rhin), on voit, séparés par un vallon, l'oolithe inférieure plongeant S.-E., le muschelkalk. O. les deux étant très-relevés (Delbos).

45 coupes vosgiennes, base de ce travail, est complètement défavorable à cette opinion.

Il suffit de jeter un coup-d'œil sur les plus significatives d'entre elles, soit celles données par M. le professeur Daubrée dans sa description minéralogique du département du Bas-Rhin, soit celles moins nombreuses que nous donnons ici pour le Haut- et le Bas-Rhin, Pl. IV, pour s'assurer que si le grès vosgien est souvent à nu et à de grandes hauteurs, les dénudations et les failles en rendent parfaitement compte.

Le grès vosgien isolé se trouve dans les mêmes conditions que les étages secondaires que l'on rencontre souvent isolés dans les gradins inférieurs des Vosges et on peut soutenir les propositions suivantes :

1° Partout où le grès vosgien se trouve surmonté d'un étage géologique, cet étage est en concordance de stratification avec lui et appartient au grès bigarré.

2° Lorsque le grès vosgien se trouve à de grandes hauteurs la cause en est à des failles démontrables.

3° Le grès bigarré est partout en concordance de stratification avec le muschelkalk, les marnes irisées et la série jurassique ; le grès vosgien étant concordant avec le grès bigarré, l'est également avec le reste de la série.

4° Partout où il se présente à nu, le grès vosgien a été primitivement recouvert d'un manteau trias jurassique disparu actuellement, le trias recouvert de jurassique, le lias d'oolithe.

Toutes les coupes vosgiennes qui traversent une certaine étendue de formations sédimentaires sont résolubles en tronçons de terrains anciens ou secondaires coupés par des failles. C'est ce qu'il est facile de prouver sur une des plus intéressantes d'entre elles : celle de Rouffach aux hauteurs qui dominent Wintzfelden (coupe 12 des pl. III et IV), prise sur le flanc droit de la vallée de Soultzmatt, elle se compose des éléments suivants :

1° Colline de lias et d'oolithe inférieure fortement relevés plongeant S.-E., surmontés de tongrien butant par faille à Westhalten contre le grès bigarré.

2° Colline de grès bigarré et de muschelkalk plongeant légèrement S.-E., entre Westhalten et Soultzmatt, butant par faille contre le grès vosgien, près de ce dernier bourg.

3° Colline de grès vosgien plongeant très-légèrement O. entre Soultzmatt et le commencement du bassin de Wintzfelden, butant par faille contre la partie supérieure du grès vosgien, abaissée et recouverte de grès bigarré, de muschelkalk, de marnes irisées et de lias inférieur, le tout plongeant légèrement O. et adossé au granit.

Partout où les roches anciennes n'affleurent pas, les coupes vosgiennes perpendiculaires à l'axe donnent des résultats semblables ; le grès vosgien tout aussi bien que le trias et le jurassique participe à ces affaissements, à ces accidents qui, selon nous, ont donné naissance aux Vosges.

Comment avec ces éléments brisés reconstituer un rivage où le grès vosgien jouerait le rôle de falaise ?

Les meilleures preuves en faveur de la non-existence des rivages, de la continuité des failles et de leur importance, se trouvent dans l'énumération détaillée qui va suivre :

TABLEAU DES COUPES VOSGIENNES CLASSÉES D'APRÈS LA PLANCHE III,
AVEC INDICATION DES FAILLES ET DES TERRAINS ENTRE LES-
QUELS ELLES SE SONT PRODUITES.

HAUT-RHIN.

1. (Pl. 1, Esq. géolog. des environs de Belfort, Montbéliard, 1864, M. Parisot.) Coupe du Salbert à Châtenois, terrain de transition butant par faille contre l'oolithe.
2. Coupe d'Eloye à Pérouse, id., id., complétée par M. Delbos jusqu'aux frontières du département (f. 1, pl. 1, descr. géolog. du Haut-Rhin), pas d'indication de failles.

3. De Roppe à Bessoncourt (M. Parisot, esq. géolog. Pl. 2, f. 1), entre le Bajocien et l'Astartien.

4. Coupe de Mortzwiller près Sentheim, aux hauteurs, pas d'indication de failles.

5. (F. 2, pl. 2, descr. géolog. du Haut-Rhin), coupe n'indiquant pas les grands accidents de faille qui existent à ce niveau et qui consistent en f. 1, à l'ouest de Sentheim, entre le lias inférieur relevé et la transition ou houiller inférieur, ou entre le lias, le muschelkalk et le t. de transition, f. 1, entre l'oolithe inférieure près de Lauw et le massif de transition à l'ouest. Ces accidents sont sur le même alignement et leur direction est pendant quelque temps celle de la vallée de la Doller au moment où elle change brusquement de direction près de Lauw.

6. Coupe au niveau de Rammersmatt, de la plaine aux hauteurs, à 2 kil. O. de ce hameau.

Terrain houiller inférieur supportant des débris de grès rouge en discordance de stratification, un lambeau de grès vosgien démantelé butant par f. 1, contre le muschelkalk relevé plongeant S.-O., recouvert vers la plaine par le tongrien et le conglomérat. Entre Rammersmatt et Thann, au niveau du village de Leimbach, traces de la faille, lias moyen butant contre houiller inférieur, recouvert de débris de grès rouge.

7. De Thann à la plaine, terrain de transition ou houiller inférieur, roches porphyroïdes butant par f. 1 contre le grès vosgien surmonté en concordance de la série tria jurassique.

8. A l'est de Wattwiller jusqu'à l'ouest du château de Herrenfluch, conglomérat avec blocs de grès vosgien et de terrain de transition recouvrant le lias (Delbos), f. 1, recouverte par les argiles et les conglomérats.

9. De Sultz à l'ouest de Wuenheim, marnes miocènes recouvertes par des conglomérats porphyriques, plus à l'ouest, terrain de transition. La série régulière, grès vosgien, trias, que l'on voit plus au nord, ne présente pas de traces de failles dans les parties accessibles à l'observation (Delbos, f. 27, pl. 2.)

10. Du Bollenberg à Lautenbach, lias et oolithe inférieure relevés, butant par f. 1 contre un lambeau de grès bigarré écrasé

contre le grès vosgien du Pfingsberg, *f. 2*, à Saint-Gangolph, (*f. 3*)? terrain de transition recouvert de débris du même terrain, granite. (Pl. 4).

11. (Pl. 4, *f. 9*, descr. géol.), n'indiquant que les failles de Wintzfelden.

12. De Rouffach à Wintzfelden, lias, oolithe intérieure, *f. 1*, grès bigarré, muschelkalk butant contre grès vosgien, *f. 2*, celui-ci contre la série abaissée grès vosgien, trias, lias inférieur (Pl. 4).

13. (Pl. 4, *f. 8*, descr. géolog.), de Pfaffenheim à Osenbach, oolithe inférieure butant par *f. 1* contre le grès vosgien, *f. 2*, à Osenbach.

14. De Gueberschwihl à Osenbihl, *f. 1*, entre oolithe inférieure et grès vosgien, *f. 2*, entre grès vosgien et grès bigarré, à 1 k. O. de Saint-Marc, *f. 3*, entre grès bigarré horizontal et muschelkalk plongeant O. (Pl. IV).

15. De la plaine au granit passant par Vœglingshoffen *f. 1*, entre grès vosgien et oolithe inférieure *f. 2*, représenté par de nombreuses fissures du grès vosgien souvent recouvert de grès bigarré. (Pl. IV).

16. D'Eguisheim aux hauteurs granitiques à l'ouest des Trois-Châteaux, *f. 1* masquée par le tongrien. (Pl. IV).

17. De Wintzenheim au Hohlandsberg, *f. 1* masquée par le tongrien.

18. D'Ingersheim aux hauteurs granitiques derrière Turckheim, oolithe inférieure surmontée de tongrien (Faudel, descr. géolog., *f. 73. pl. 4*), butant par faille contre marnes irisées adossées au granite par *f. 2*?

19. Du Florimont à Niedermorschwihl, oolithe inférieure, *f. 1*, contre muschelkalk plongeant O. adossé (*f. 2*), contre le granite. (Pl. IV).

20. De la plaine à Katzenthal, oolithe inférieure relevée, *f. 1*, marnes irisées, traces (Delbos).

21. Du pied de la colline de Sigolsheim, aux hauteurs granitiques au N.-O. de Kientzheim, lias supérieur et oolithe inférieure, *f. 1*, muschelkalk (lambeau) adossé au granit (Delbos), (*f. 2*)? (Pl. IV).

22. De la plaine aux hauteurs à l'O. de Riquewihr, *f. 1*, entre marnes irisées et grès vosgien (lambeau sur le gneiss), id. à Hunawihir.

23. (Pl. 1, fig. 5, descr. géolog.), *f. 1*, non indiquée, coupe passant par Zellenberg.

24. De Bergheim à Thannenkirch, *f. 1*, entre marnes irisées ou muschelkalk et lambeau de grès vosgien (Reichenstein) (*f. 11*, pl. 1, descr. géolog.), les failles ne sont pas indiquées.

25. Coupe dirigée de l'E. à l'O. du haut de Saint-Dié à Thannenkirch, *f. 5*, pl. 1, descr. géolog. Haut-Rhin, sans indication de failles.

BAS-RHIN.

26. Du château du Hohkœnigsbourg à Roderen (sur la lisière des deux départements) (*f. 1*) ? entre la Pegmatite schisteuse et les marnes irisées recouvertes du lias.

27. D'Itterswiller à la montagne qui domine la métairie de l'Eichelhof, oolithe inférieure, argiles du Bradfordclay surmontés de conglomérat, *f. 1*, grès rouge surmonté de grès vosgien et de grès bigarré ?

28. De Barr au château d'Andlau, oolithe inférieure et Bradfordclay en couches presque horizontales, *f. 1*, lambeau de muschelkalk relevé plongeant S.-E. ? affleurant le long de la route à 500 mètres O. du pied de la colline granitique qui supporte le château. Cet affleurement de muschelkalk est recouvert d'un conglomérat excessivement développé de grès vosgien (coupe du massif du Champ-du-Feu de l'E. à l'O.)

29. (Descr. géolog. du Bas-Rhin, fig. 58, pl. 3), oolithe inférieure, *f. 1*, granite recouvert de grès vosgien.

30. De Bernhardswiller aux montagnes, derrière Saint-Nabor, (*f. 1*) ? entre le terrain de transition et le muschelkalk, affleurant près de ce village recouvert de débris, des roches diverses formant un puissant conglomérat.

31. D'Obernai à Ottrott (pl. 4, fig. 76 et 77 bis, id.), lias et oolithe, *f. 1*, grès vosgien traversé de nombreuses fissures, *f. 2*.

32. De Krautergersheim à Bærenbach (descr. géolog. du Bas-Rhin), mêmes accidents.

33. Du Nationalberg, près d'Obernai, à l'entrée du Klingenthal, lias supérieur et oolithe, *f. 1*, grès vosgien surmonté de grès bigarré fissuré.

34. De Dorlisheim à la frontière ouest du département (cette coupe de la frontière à Urmatt est empruntée à la description géologique du Bas-Rhin), *f. 1*, masqué sous les alluvions, *f. 2*, entre grès bigarré et le grès vosgien, à l'entrée du vallon de Niderhaslach, *f. 3*, près d'Urmatt, entre le grès vosgien et le terrain de transition.

35. De Molsheim à Still, massif parcouru par des failles qui ont eu pour effet des dénivellations ¹ de plusieurs mètres (f. 47, pl. 2, descr. géolog. Bas-Rhin et Pl. IV, complétée par l'auteur).

36. Coupe de Dahlenheim à Soultz-les-Bains. (F. 99, pl. 4, descr. géol.), *f. 1*, entre les marnes irisées et le grès bigarré.

37. De Wangen à 3 kilomètres O. de Wangenbourg, *f. 1*, masquée par les alluvions, lambeau de muschelkalk, *f. 2*, butant contre le grès vosgien, celui-ci, *f. 3*, adossé au grès bigarré au sud de Wasselonne, failles nombreuses dans le massif de grès vosgien qui affleure dans le reste de la coupe sous le grès bigarré. (Pl. IV.)

38. Coupe du Kronthal, failles multiples dans le grès vosgien et le grès bigarré.

39. (Fig. 104, pl. 4, descr. géolog.) de la plaine d'Alsace en Lorraine, passant par Saverne, faille entre le grès vosgien et le trias, une des plus occidentales de la chaîne.

40. (Fig. 49, pl. id.), de Griesbach à Sarralbe, à Neuwiller,

¹ La coupe de Molsheim à Urmatt démontre l'existence de nombreuses fissures dans la montagne (de Muschelkalk et de grès bigarré), entre Molsheim et Mutzig, plus loin, avant Dinsheim, une (faille 2), entre le grès vosgien et le muschelkalk (voir pl. III).

faille entre le grès vosgien et le trias ; plus à l'ouest, près de Lohr, faille dans l'épaisseur du grès vosgien.

41. De Mietesheim à l'ouest de Zintwiller. Lias inférieur, lambeaux de muschelkalk butant par faille contre le grès vosgien.

42. Id. à Oberbronn.

43. (Fig. 44, pl. 2). Coupe de Reichshoffen aux montagnes à l'ouest de Niederbronn, failles multiples dans l'épaisseur du trias, faille entre le trias et le grès vosgien.

44. (Fig. 52, pl. 3). De la vallée de Lembach par Lobsann et Soultz-sous-Forêts, *f. 1, 2 et 3*, entre le trias et le grès vosgien.

45. A 500 mètres N. de Wissembourg, perpendiculaire à la direction des Vosges, *f. 1*, entre le grès bigarré et le muschelkalk, relevés à 60° et le grès vosgien horizontal qui limite la frontière du département au N.-O. de la ville.

L'énumération qui précède est un accompagnement obligé de la carte jointe à ce travail et sur laquelle nous avons marqué, sans prétendre à une précision mathématique, les directions, les longueurs des coupes, les points où les failles ont été observées afin d'en faire sortir une figure schématique du système des failles vosgiennes.

Un coup d'œil jeté sur cette carte que nous supposons sous les yeux du lecteur d'après lecture des pages précédentes, fera ressortir les faits suivants :

Partout où les terrains sédimentaires existent le long de la chaîne ou dans son épaisseur, les failles sont faciles à suivre.

La direction des failles est exactement celle des Vosges ; comme elles, on les voit vers Saverne se dévier un peu de leur direction primitive et se diriger vers le N.-E.

La direction des failles est souvent indiquée dans les intervalles des points observés par la direction des rivières et des ravins, ex. f. 1, entre le Scharrachberg et Wissembourg (ruisseau et ravin qui va de Wilgotheim à Hochfelden).

Le grès vosgien ainsi que tous les étages triasiques et jurassiques, ont pris part à ces accidents.

Si l'on joint par des lignes les points correspondants à chaque

faille sur les 45 coupes perpendiculaires aux Vosges, il en résulte des lignes continues et des lignes interrompues, soit par le manque d'observations, soit plus souvent par des massifs granitiques ou de transition. Ces lignes continues et interrompues sont les failles *génératrices* des Vosges. Leur tracé est loin d'être complet, mais tel qu'il est, il a déjà une certaine importance. La *f. 1*, surtout, est intéressante, c'est sans contredit la plus évidente, elle mérite une description spéciale; nous insisterons moins sur les autres car elles sont moins bien dessinées.

Faille 1. Elle est extérieure aux Vosges et longe la plaine d'Alsace en y creusant un sillon souvent profond; interrompue par des vallons et des vallées, elle est souvent cachée par des alluvions anciennes tertiaires ou quaternaires. M. le professeur Daubrée l'a depuis longtemps indiquée dans le Bas-Rhin, mais elle est plus évidente dans le Haut-Rhin où nous l'avons plus spécialement étudiée. De nombreux villages sont bâtis sur cette longue dépression longitudinale qui limite presque partout assez exactement la plaine et la montagne.

On en trouve les premières traces aux environs de Belfort (failles nombreuses du terrain jurassique au fort de la Justice, f. 3, pl. 3, descr. géol. du Haut-Rhin), à Roppe; de là les observations manquent jusqu'à Lauw, où elle suit pendant 1 kil. 1/2 environ la direction de la Doller, se poursuit à l'ouest de Senheim, de Rammersmatt, de Leimbach, passe entre Thann et Vieux-Thann, à l'est de Wattwiller, à l'ouest de Bergholtz, de Soultz. Elle devient surtout évidente à son passage à Orschwih, Westhalten, Pfaffenheim, Guebenschwih, Hüsseren, moins à Wintzenheim. On la retrouve à Turckheim, Niedermorschwih, Katzenthal, se perd sous les alluvions et reparait à Kientzheim, Riquewih, Hunawih, Ribeauvillé, Bergheim, Roderen.

Elle est masquée par les alluvions jusque vers l'Eichelhof au sud d'Andlau, passe à l'est du château d'Andlau, disparaît à l'entrée de la vallée de la Bruche, reparait à Soultz-les-Bains, Scharrachbergheim; de là les alluvions ne permettent plus de la retrouver jusqu'à Wissembourg, mais sa direction semble indi-

quée par une profonde dépression qui part de Wilgotheim pour aller jusqu'à Hochfelden.

Sa direction est un peu ondulée, mais vue en grand elle coïncide avec celle des Vosges, dont elle constitue certainement un des accidents les plus récents.

Son importance est néanmoins très-considérable, car elle a produit des dénivellations assez grandes pour mettre le muschelkalk au-dessus de l'oolithe (Nidermorschwihr) et des plongements de 30 à 60°.

Faille 2. Extérieure comme la précédente ; on n'en trouve que des éléments. Elle court latéralement à la faille n° 1 entre elle et les montagnes proprement dites enserrant contre celles-ci des lambeaux de terrains qui en général appartiennent à la série triasique.

On en trouve des traces à l'ouest de Senthem où un lambeau de muschelkalk se trouve engagé entre la faille n° 1 et le terrain de transition. Elle longerait le bord occidental de la bande de grès vosgien qui va de Steinbach à Soultz ? passerait derrière Orschwiller. Au niveau de la vallée de Soultzmatt, l'espace primitivement restreint entre les deux failles atteindrait son maximum, la distance de Westhalten à Soultzmatt, et la faille se prolongerait jusqu'au granit dans le massif de grès vosgien qui est à l'ouest de Gueberschwihir et de Pfaffenheim, où nous voyons le grès vosgien buter contre le grès bigarré (coupe n° 14).

A Turckheim, où elle se retrouve, elle a écrasé un lambeau de muschelkalk surmonté de marnes irisées entre le granit et la faille. Il en est de même à Niedermorschwihr, à Kientzheim. Derrière Riquewihr, Hunawihir, Bergheim, on en trouverait des traces : lambeaux de grès vosgien pris entre la faille et le granit.

Dans le Bas-Rhin, les failles du Klingenthal, celle de Dinsheim, les accidents indiqués au-delà de Soultz-les-Bains (f. 99 pl. 4, descr. géol. du Bas-Rhin) peuvent être regardés comme sa continuation, ainsi que la faille qui à Wangen met en contact un lambeau de muschelkalk avec le grès vosgien.

Cet accident géologique est moins net que le précédent, mais il rend compte de ces débris irréguliers de terrains secondaires

et même de grès vosgien qui se trouvent en contre-bas des hauteurs de grès vosgien. Les failles expliquent parfaitement ces arrachements violents, ces écrasements qui sont surtout visibles aux environs de Colmar, à Turckheim, à Niedermorschwihr et à Kientzheim.

Faille 3. Nous n'en possédons également que quelques éléments, car elle se perd à la traversée des terrains anciens ou du granite et n'est accessible à l'observation que dans la partie des Vosges où les terrains sédimentaires sont bien développés.

Pour le Haut-Rhin, on n'en trouve des traces que pour les environs de Soultz et de Wintzfelden près d'Osenbach, d'Osenbihir, plus au nord elle disparaît dans un massif fracturé et fissuré de grès vosgien et de granite.

Dans le bassin de la Broche, on retrouve les traces d'une faille située à peu près dans la direction de celle que nous venons d'étudier aux environs de Mollkirch, elle suit pendant un certain temps le trajet de la Magel, affluent de la rive droite de la Broche.

Ces tronçons de failles se raccordent-ils à travers les massifs granitiques et de transition qui les séparent? Il est difficile de répondre à cette question, cependant, on peut admettre qu'il est peu probable que de puissants accidents comme ceux dont nous parlons s'arrêtent brusquement devant les masses granitiques plus anciennes que les terrains qu'elles traversent.

Faille 4. La plus intérieure de toutes : son origine apparente serait dans les environs d'Engwiller (Bas-Rhin), mais nous croyons qu'on peut la faire partir du massif granitique au nord du Champ-du-Feu. Sa direction serait d'abord celle de la Maisel affluent de la rive gauche de la Broche ; à Urmatt elle fait buter le grès vosgien contre le terrain de transition, se continue suivant la direction de la Mossig jusqu'à Wangenbourg, de là à Engwiller, Saverne, Ottersthal, Ernolsheim, change brusquement de direction vers le N.-E., Offwiller, Zinszwiller, Oberbronn, Niederbronn, Mattstatt, Wingen.

C'est la grande faille vosgienne décrite par Elie de Beaumont, (F., Pl. III).

Tels sont les résultats que donne l'étude comparée de tous les

éléments stratigraphiques de l'histoire des Vosges. Il est facile de voir qu'ils sont encore incomplets, mais ils nous permettront néanmoins d'arriver à démontrer que les failles linéaires multiples qui dans les Vosges accidentent la série des *terrains secondaires* ont une importance capitale.

III.

DEPUIS LE SOULÈVEMENT DU RHIN, AUCUNE GRANDE DISLOCATION
N'A ACCIDENTÉ LE MASSIF VOSGIEN.

Suivant les idées généralement admises, les Vosges doivent leur origine à un effondrement survenu immédiatement après le dépôt du grès vosgien, qui aurait été découpé en tranches parallèles formant autant de gradins sur lesquels se sont déposées plus tard les formations secondaires ; depuis lors, il ne se serait produit aucune grande dislocation.

D'après ce qui précède, nous croyons pouvoir admettre que les failles précédemment décrites et figurées dans le *tracé provisoire* Pl. III et IV ont produit le relief vosgien sans le secours de roches éruptives ; or, ces failles sont évidemment postérieures au dépôt des étages qu'elles accidentent ; ces étages sont : *le Permien, le Trias, le Jurassique* ; il en résulterait qu'elles ont relevé et fracturé toute cette série concordante, *après la période jurassique supérieure*.

Ce raisonnement est le même que celui que nous voyons appliquer par M. Magnan pour la détermination de l'âge des accidents géologiques qu'il a observés, sur le revers S.-O. du plateau central, où la série des terrains relevés est à peu près la même.

Il est applicable à toute chaîne de montagnes dont on recherche l'âge et nous amènerait à reconnaître qu'après le système du Rhin il s'est produit de grandes dislocations.

Ces dislocations seraient *postérieures* au jurassique supérieur et *antérieures* à l'éocène ; il serait impossible d'en mieux préciser l'âge, vu l'absence complète de formations crétacées.

Les étages géologiques des Vosges se grouperaient dès lors de la manière suivante, en quatre séries *concordantes*.

1 ^{re} série.	Terrain tertiaire.	{ Eocène. Miocène.
2 ^e série.	Terrain secondaire.	Oolithe. { supérieure (Corallien, Kimméridgien) moy. (Ox- fordien, Callovien). inférieure (Bathonien, Bajocien).
		Lias. { supérieur (Toarcien). moyen (Liasien). inférieur (Sinémurien).
		Trias. { marnes irisées, } Salifé- muschelkalk, } rien. grès bigarré,
		Permien. { grès vosgien. grès rouge.
3 ^e série.	Houiller supérieur. (Carbonifère).	
4 ^e série.	{ Houiller inférieur. Devonien ? Silurien ? Cambrien. Gneiss. Porphyres. Diorites. Granite.	

C'est entre la 1^{re} et la 2^e série que se placeraient la série 1, 2, 3, 4 des failles vosgiennes.

La direction de ces failles oscille entre les deux directions N. 21° E. (Système du Rhin) et N. 35° E. (Système du Mont-Seny).

Il s'en suivrait que ces deux systèmes de soulèvement seraient moins anciens qu'on ne le croit généralement, ils seraient tous deux postérieurs à l'époque jurassique supérieure.

Nous reviendrons sur ce point intéressant dans la 4^e partie de ce travail, car ces accidents se répètent sur les bords du plateau central et dans les Corbières.

Depuis lors il s'est certainement produit de nouvelles failles, car le tongrien est relevé et fracturé (Rouffach - Molsheim) ; les formations lacustres de miocène à *Cinnamomum polymorphum* de Schwabwiller (Bas-Rhin) en présentent également, mais elles n'ont pas l'importance des précédentes.

Cette dernière partie des *Etudes vosgiennes* doit servir de conclusion, car elle résume toutes les autres en un résultat stratigraphique unique.

Nous rappellerons en la finissant que la nouvelle théorie vosgienne que nous proposons n'est que le point de départ de travaux ultérieurs destinés à l'établir d'une manière définitive.

IV. ESSAI

D'UNE COMPARAISON DES ÉLÉMENTS LITHOLOGIQUES, PALÉONTOLOGIQUES, STRATIGRAPHIQUES DES TROIS MASSIFS.

Si de l'analyse précédente on veut passer à une synthèse, en condensant les conclusions afférentes à chacune des parties de ce travail, il est nécessaire, vu l'abondance des matériaux, de diviser le sujet en comparant terme à terme : 1^o la *lithologie*, 2^o la *paléontologie* et 3^o la *stratigraphie* de chacun des massifs.

1^o *Comparaison des résultats lithologiques.* (Roches cristallines anciennes, granite, gneiss, micaschistes ; roches réputées éruptives, ophite, porphyre) ; partout elles présentent la plus grande analogie et une certaine tendance à la sédimentation, très-évidente pour l'ophite et les porphyres, moins pour les granites.

Terrain de transition. Schistes graphitiques cambriens ? dans les trois massifs, schistes siluriens de composition minéralogique analogue ; dévonien, calcaire marmoréen à Encrines, dans les Pyrénées, sur le revers sud du plateau central et dans les Vosges (Russ, Schirmeck).

Permien. Plus détritique dans les Vosges que sur les contreforts du plateau central où la sédimentation chimique paraît l'emporter (voir lithologie du permien).

Commencement de l'ère des formations sédimentaires feldspathiques (porphyres, argilolithes, poudingues à pâte feldspathique).

Trias. Les trois termes de ce terrain sont assez irrégulièrement distribués, mais presque partout il existe des marnes iri-

sées, du gypse et quelquefois du sel gemme. Continuation de l'ère de la sédimentation feldspathique, poudingues du plateau central, ophites des Pyrénées (Albite et Amphibole).

Infrà-lias existant partout; calcaire en plaquettes un peu dolomitique? dans les Pyrénées, plus évidemment dolomitique et un peu gréseux dans le plateau central, plus ou moins gréseux en Alsace où il a les caractères du *Bone bed* des Anglais.

Lias (inférieur). Cargneules et dolomies, Pyrénées et Plateau central; dans les Vosges, calcaire marneux (moyen), schistes calcaires et argiles partout, un peu foncées dans les Pyrénées; (supérieur) schisteux partout. Avec le lias inférieur finit l'ère dolomitique du plateau central qui semble avoir commencé avec le permien; les formations de cette nature continuent à se déposer dans les Pyrénées jusqu'au Néocomien.

Oolithe inférieure. Très-ferrugineuse dans les Vosges et le plateau central, tendance à la formation d'oolithes dans les parties supérieures de cet étage, dolomitique dans les Pyrénées.

Oolithe moyenne. Calcaire et marnes dans les Vosges, calcaire schisteux dans le plateau central.

Oolithe supérieure. S'il est admis que les formations Néocomiennes du Midi sont contemporaines des formations Kimmeridgiennes du Nord, en comparant les deux étages au point de vue lithologique, on arrive à constater qu'ils se ressemblent assez peu; les calcaires néocomiens, les schistes aptiens ont dans les Pyrénées l'apparence de roches anciennes, tandis que partout le jurassique supérieur est marneux ou schisteux calcaire.

Craie n'existe que dans les Pyrénées.

Eocène. L'étage inférieur (marin) ne se retrouve ni en Alsace ni sur le revers S.-O. du plateau central, le supérieur est détritique à sa base, surtout vers les montagnes, les dépôts chimiques (marnes et calcaires) ne se montrent que plus haut.

Miocène. Le synchronisme des formations miocènes de la France n'est pas encore assez bien établi pour qu'on puisse risquer une comparaison.

Les Pyrénées semblent donc avoir été un centre de production de roches sédimentaires dolomitiques, car les formations de

ce genre s'y rencontrent depuis le silurien jusqu'à la craie moyenne ; sur les revers du plateau central, la production des dépôts chimiques de ce genre s'est arrêtée plus tôt (lias moyen), et dans les Vosges la dolomie est peu abondante.

La sédimentation chimique paraît avoir été très-active aux époques permienne et triasique : de puissants phénomènes d'érosion l'ont accompagnée, mais ils ont été d'autant plus puissants qu'on s'approche plus du Nord (grès bigarré, grès vosgien).

Comparaison des résultats paléontologiques. Les terrains de transition, dans les zones étudiées par nous sont trop pauvres en fossiles pour qu'on puisse en parler à ce point de vue.

Le *Houiller* du Lot, d'après notre savant maître M. le professeur Schimper, et d'après M. le docteur Bureau, a la même flore que les petits bassins de l'Alsace et les houillères de Saarbrück.

Le *Permien*, d'après M. Magnan, a tous les caractères paléontologiques des dépôts synchroniques de la Russie et de l'Allemagne. Il n'y manque que les brachiopodes (*Productus* et *Spirifer*).

Trias. Celui d'Alsace est certainement le plus riche en fossiles ; sur les revers du plateau central, dans les couches correspondantes au muschelkalk, on a trouvé *Gervillia socialis*, *Encrines*, *Gastéropodes*, indét., traces de *Calamites*, ossements de poissons, etc. (Et. des t. sec. du revers S.-O. du pl. c., Toul. 1868) ; dans les Pyrénées peu ou point de fossiles sinon traces d'*Encrines*.

Infrà lias. Partout fossilifère, faune comparable dans les trois massifs grâce à la présence des genres *Anatina*, *Cardinia*, *Hettangia*, etc., etc. L'*Avicula contorta* existe dans les Pyrénées avec une plicatule curieuse, *Pl. intusstriata* qui ne se rencontre pas dans le Lot.

Lias. C'est dans les Pyrénées que cet étage est le moins riche en fossiles : la faune au contraire est très-belle sur les revers du plateau central et dans les Vosges. Le *Sinemurien* n'a pas de gryphées dans les Pyrénées ; dans le Lot la *Gryphea obliqua* Goldf., est loin d'être aussi commune qu'en Alsace la *Gr. ar-*

cuata ; le *liasien* n'est riche en belles *gr. cymbium* que dans le Lot et le Tarn-et-Garonne ; dans les Pyrénées, la *Gryphea Maccullochii* semble la remplacer ?

Le *lias* supérieur est assez riche en fossiles partout et les faunes sont comparables dans les trois massifs.

Il en est de même pour l'*oolithe* prise dans son ensemble. M. le professeur Sandberger, qui est une autorité en pareille matière, ne voit aucune différence entre la faune du jurassique supérieur du Lot et celle du Wurtemberg, de la Bavière et même de l'Angleterre.

Les Pyrénées forment un type paléontologique spécial : elles sont pauvres en fossiles, probablement en raison de la nature lithologique (dolomitique) de ces étages.

Nous laissons à des observateurs plus autorisés que nous, le soin de comparer la faune du crétacé inférieur des Pyrénées à celle du jurassique supérieur du Lot, la faune de l'éocène et du miocène du bassin sous-pyrénéen à celle des terrains équivalents d'Alsace.

Comparaison des résultats stratigraphiques. On peut diviser ce sujet en trois parties : 1° Séries concordantes et discordantes ; 2° Dénudations ; 3° Failles.

1° Si l'on compare les tableaux des séries concordantes des trois massifs, il est facile de voir que dans les Pyrénées et le plateau central le permien, le trias et le jurassique sont concordants. Nous cherchons à faire prévaloir la même opinion pour les Vosges, dans la troisième partie de cet Essai, en nous fondant sur des observations multiples.

Les séries seraient dès lors à peu de chose près les mêmes dans les trois massifs. Elles ne dépasseraient pas le chiffre de quatre, correspondant à quatre périodes de grands bouleversements géologiques.

2° Le rôle des dénudations a été étudié avec le plus grand soin dans chacune des chaînes de montagnes ; dans chacune d'elles l'érosion a un caractère particulier.

Dans les Pyrénées, elle s'est surtout produite à l'époque crétacée moyenne et a formé, à l'aide de débris des roches antérieu-

rement existantes des collines de 800 mètres de hauteur ; plus tard, à l'époque éocène supérieure, ce sont des couches détritiques, grès, argiles, poudingues, d'une épaisseur de près de 1,000 mètres.

Le diluvium est le phénomène d'érosion le plus récent, mais ses dépôts sont irréguliers et ont une épaisseur très-variable que l'on ne peut estimer que très-approximativement.

Pour le plateau central, le phénomène n'est pas moins grande. D'après notre ami, M. Magnan, il y aurait eu en certains endroits jusqu'à 1,600 mètres d'enlevés. Ici les éléments détritiques ont été réduits en menus fragments qui ont formé le cénomanién et l'éocène.

Dans les Vosges, la dénudation s'est également produite, mais sur échelle moins grande et en rapport avec le peu d'étendue de la chaîne.

Si nos opinions sont justes, là où le granite est à nu dans nos montagnes, il a été primitivement recouvert du terrain de transition, du permien, du trias et du jurassique. Dès lors, en estimant au minimum l'épaisseur de ces différents étages, ainsi qu'il suit :

Terrain de transition	500 mètres ¹
» grès rouge	50 »
» grès vosgien.	300 »
» grès bigarré.	30 »
» muschelkalk.	100 »
» marnes irisées.	45 »
» jurassique (sans l'oolithe moy. et supérieure)	250 »
Total	1275 mètres.

On arriverait à estimer l'épaisseur des couches enlevées à 1275 mètres ! (Pl. IV. Essai d'une fig. schématique).

¹ Il ne sera pas question du terrain houiller qui est irrégulièrement distribué dans les Vosges et ne forme pas d'étage étendu en superficie.

Il faudrait donc à la hauteur de nos montagnes granitiques les plus élevées ajouter 1,275 mètres de hauteur, ce qui ferait de nos sommets de 1,400 mètres des pics de 2,675 mètres, comparables à ceux des Pyrénées et recouverts de neiges éternelles.

Cette altitude plus grande pourrait expliquer l'existence des grands glaciers du commencement de la période quaternaire ?

Cette dénudation s'est d'ailleurs exercée sur un champ bien moins vaste que dans les Pyrénées et le plateau central ; elle n'a agi avec une grande énergie que sur une bande de terrain d'environ 10 à 15 kil. de large, distance moyenne entre les limites extrêmes des formations sédimentaires du versant alsacien et celles du versant lorrain.

Sur les flancs des montagnes, là où affleure le trias, par exemple, elle n'aurait enlevé que 250 mètres environ de couches jurassiques.

Dans les Pyrénées elle paraît avoir agi bien plus violemment ; son action s'est étendue sur toute la longueur de la chaîne et sur une largeur de plus de 150 kil. Il en résulte que chez nous les phénomènes sont moins grandioses, tout en étant d'un grand intérêt pour l'histoire géologique de la chaîne vosgienne.

La dénudation a débuté probablement à la période éocène inférieure (conglomérat de blocs de l'Astartien, terrain pisolithique) ; elle a continué pendant les périodes miocène, pliocène et quaternaire, avec des variations d'intensité.

C'est surtout dans les collines sous-vosgiennes formées en grande partie de tongrien que nous croyons trouver des preuves de la grande puissance des phénomènes de dénudation.

Les cailloux roulés, les argiles, les grès, les blocs irréguliers de cet étage et du (pliocène ?) seraient en majeure partie arrachés aux montagnes. Descendus dans la plaine, ces débris s'y seraient peu à peu accumulés et stratifiés.

Les formations secondaires actuellement disparues de nos sommets auraient alimenté la sédimentation tertiaire plutôt que les roches sous-jacentes de la plaine. Ces dernières y ont certainement contribué, mais nous pensons qu'elles ont dû être bientôt recouvertes par les couches de marnes, de grès ou de poudingue

et dès lors *protégées contre toute érosion ultérieure.*

L'alimentation de ce foyer de sédimentation se serait faite dès lors par les blocs plus ou moins réguliers venant de la montagne, se réduisant en poussière pour former des marnes, perdant leurs angles pour former des cailloux roulés.

Le transport de ces éléments, leur provenance de distances assez grandes sont indiqués par leur nature physique même ; nous proposons donc cette nouvelle explication, qui d'ailleurs s'appuie sur des observations du même genre faites en France et rapportées par M. Magnan (p. 82. Et. des terr. sec.)

« A l'appui de la réalité du phénomène des érosions que j'invoque, je ferai remarquer :

« Qu'il existe, en certains points du plateau central, dans le
» Limousin, dans l'Aveyron, dans la Lozère, dans le Gard et
» dans l'Ardèche, à des altitudes considérables, plusieurs îlots
» triasiques et jurassiques, isolés au milieu des roches cristal-
» lines, indiquées depuis longtemps, par MM. Dufrenoy et Elie
» de Beaumont, sur la *carte géologique de France*, îlots qui sont
» des témoins de l'extension des anciennes mers secondaires.

« Je rappellerai que M. Ebray a prouvé que de puissants
» agents de destruction ont enlevé, dans le Morvan et la Nièvre
» (plateau central) 5 à 600 mètres de couches et qu'il est impos-
» sible de trouver aujourd'hui, dans ces régions, la trace des
» anciens rivages jurassique et triasique.

« Je dirai que M. Lory a fait voir que le terrain jurassique
» s'étendait autrefois sur le massif primordial des Alpes et qu'à
» la suite de dénudations immenses, il ne reste maintenant que
» des vestiges de ce terrain, perdus à plus de 3,000 mètres au-
» dessus du niveau de la mer.

« J'ajouterai que tout dernièrement, M. Jules Martin a prouvé,
» contrairement à ce que l'on prétendait, que la mer jurassique
» n'a jamais cessé de communiquer par le détroit séquanien ;
» que si les dépôts jurassiques supérieurs ne s'observent pas
» sur la ligne de faite, séparant les bassins méditerranéen et
» parisien, c'est parce qu'ils ont disparu à la suite d'érosions.

« Enfin je rappellerai que je viens de démontrer que sur les

» bords S.-O. du plateau central, presque dans la plaine, 1,630
» mètres de couches appartenant à une seule période ont été
» enlevés par les eaux.»

3° Les coupes perpendiculaires aux massifs, faites avec soin, rapprochées les unes des autres ont permis de déceler dans les trois massifs de nombreuses failles linéaires, dont l'importance peut être regardée comme capitale dans la formation des reliefs montagneux :

Dans les Pyrénées, elles sont orientées O. 15° N. ; dans les Corbières N. 35° E. ; dans les deux cas l'éocène lacustre participe à ces failles : c'est le dernier étage relevé par elles.

Sur les bords S.-O. du plateau central la direction N. 35° E. se retrouve dans les failles de la Monette et de Marnaves étudiées par M. Magnan ; on peut reconnaître dans les Pyrénées et le plateau central les accidents que l'on rapporte généralement dans le midi de la France aux systèmes du Thuringerwald et du Mont-Seny N.-O. et N.-N.-E. ; mais le permien et le trias étant concordants, ils n'ont pu se produire, comme le veulent M. Elie de Beaumont et M. Vézian, à la fin de la période triasique (p. 76. Et. des ter. sec.).

Ces accidents se seraient produits à une époque intermédiaire entre le dépôt des formations jurassiques supérieures et le dépôt de l'éocène supérieur en discordance de stratification avec la série concordante permien tria-jurassique.

Dans les Vosges, la direction principale de la chaîne vosgienne est S. 25° O. à N. 25° O. ; la direction du système du Rhin N. 21° E. à S. 21° O.

Les failles vosgiennes dont nous avons relevé le tracé provisoire ont à peu de chose près une direction de N. 21° E. à S. 21° O., cependant vers la hauteur de Saverne elles paraissent se diriger un peu plus vers l'est et prendre l'orientation de N. 35° E. qui est celle du Mont-Seny, que nous avons vu tout à l'heure dans les Cerbières et le plateau central.

Or, la série des terrains qu'accidentent ces failles orientées N.-N.-E. est absolument la même que celle qui a été indiquée

dans ces deux massifs, c'est-à-dire tous les terrains secondaires jusqu'à l'éocène.

On pourrait dès lors, si l'on admet la concordance du permien et du trias, que nous nous sommes efforcés de démontrer dans ce travail, dire que les Vosges sont de beaucoup postérieures à la période triasique, qu'elles se sont produites après le dépôt du jurassique supérieur et avant le dépôt de l'éocène.

Les systèmes du Thuringwald, du Mont-Seny et du Rhin seraient donc post-jurassiques.

Ce serait au moyen des séries concordantes, que le géologue arriverait à résoudre le problème de l'âge des montagnes.

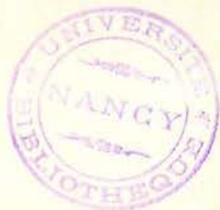
Ces séries concordantes seraient démontrées au moyen de coupes parallèles, nombreuses, perpendiculaires aux massifs.

Ces coupes et l'étude des failles génératrices des reliefs montagneux remplaceraient la recherche de l'orientation des chaînons, recherche compliquée qui permet de trouver dans une même chaîne toutes les directions possibles.

La géologie stratigraphique serait ainsi beaucoup simplifiée, car les séries concordantes sont peu nombreuses et les directions des failles faciles à démontrer.

Toutes ces dislocations, pour nous si importantes, se seraient produites à froid, car jamais, ni dans les Vosges, ni dans le plateau central, ni dans les Pyrénées, au fond des failles il n'existe de roches éruptives.

L'étude comparée de ces trois massifs permet donc, jusqu'à un certain point, d'admettre une grande analogie dans leurs formations considérées au point de vue lithologique, paléontologique et stratigraphique.



QUESTIONS PROPOSÉES PAR LA FACULTÉ

1. Question de Botanique.

Développement des mousses (*Musci frondosi*) depuis le moment de la germination jusqu'au moment de la fructification.

Signification morphologique et structure du fruit des mousses.

2. Question de Zoologie.

De la vertèbre considérée au point de vue philosophique.

PERMIS D'IMPRIMER,
Le Doyen de la Faculté des sciences,
Strasbourg, le 5 juillet 1870,

BACH.

VU ET APPROUVÉ,
Strasbourg, le 5 juillet 1870,
Le Recteur de l'Académie,

CHÉRUÉL.



1^{re} PARTIE. — ASSEMBLAGE DES COUPES PYRÉNÉENNES AVEC INDICATION DES FAILLES. (3 Coupes.)

Pl. I.

Echelle $\frac{1}{80,000}$, hauteurs doublées.

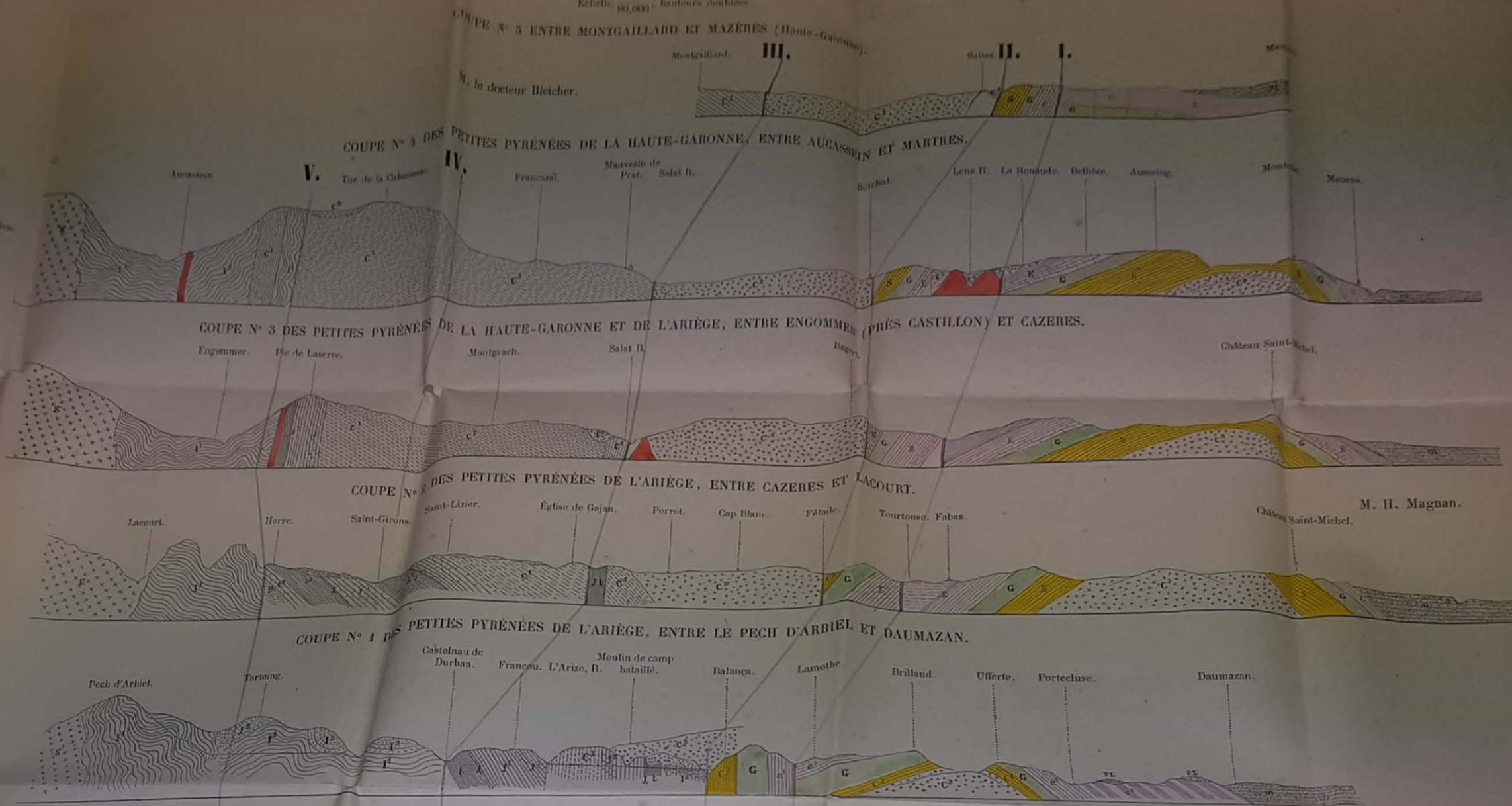
LÉGENDE

Pl	Placéne
M	Miocène
e ¹	Eocène
e ²	Eocène
C ³	S. Crase supérieure ou Sénonien
C ²	Crise moyenne
C ¹	Crise inférieure
J ³	Oolithe moyen
J ²	Oolithe inférieure
J ¹	Lias
J	Infralias
l	V, V', V'', trias
II	Houiller
I ²	Dévonien
I ¹	Silurien et Cambrien
G	Granite
P	Porphyre
E	Escène
S	Sénonien
G	Garumnien
O	Ophite
F	Failles

- I. Faille du Lens.
- II. Faille de Camarade.
- III. Faille de l'Arize.
- IV. Faille de Castelnau-Durban?
- V. Faille de Rivernert?

SUD.

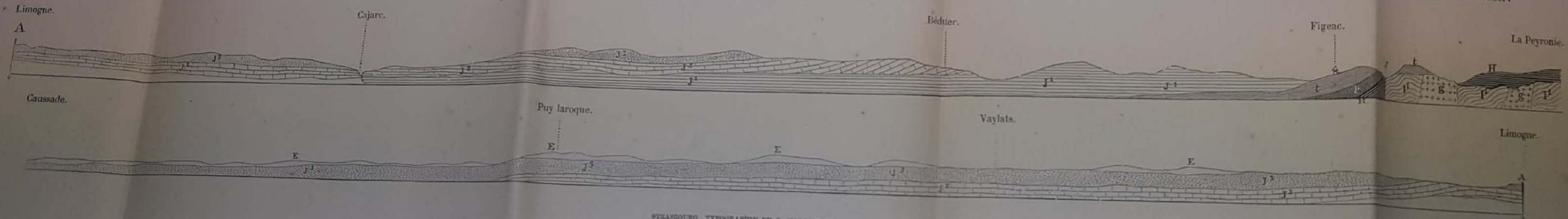
NORD.



2^{me} PARTIE. — BORDS SUD-OUEST DU PLATEAU CENTRAL.

98 kilom de long ou $\frac{1}{80,000}$, hauteurs doublées.

COUPE N° 1 DE LA PEYRONIE A CAUSSADE.

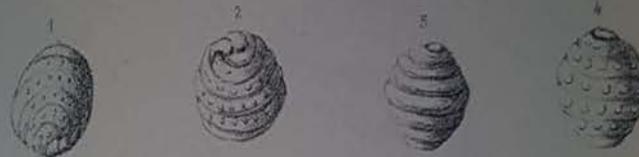


Scanned by CamScanner

Fossiles nouveaux découverts par l'auteur dans la formation d'eau douce
oolithique moyenne de Cajarc, département du Lot, déterminés et nommés par le
professeur Sandberger de Wurtzbourg: *Land- und Süsswasser-Conchylien* (Taf. I)



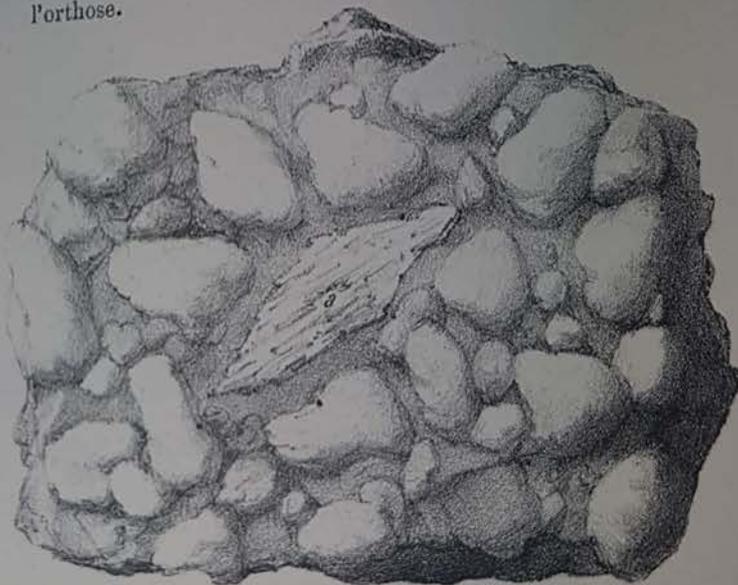
(1-1a) *Neritina bidens*. Sandb. — (2-2a) *Melania macrochiloides*. Sandb. — (3-3a) *Planorbis
calculus*. Sandb. — (4-4a) *Paludina? bulbiformis*. Sandb. — (5-5a) *Corbula raristriata*. Sandb.



(1-2) *Chara Bleicheri*, Sap. vu par côté et par-dessous, grossi 30 fois. — (3) Même
espèce, exemplaire décortiqué. — (4) Même espèce vue par côté, restaurée.

Origine sédimentaire du Feldspath.

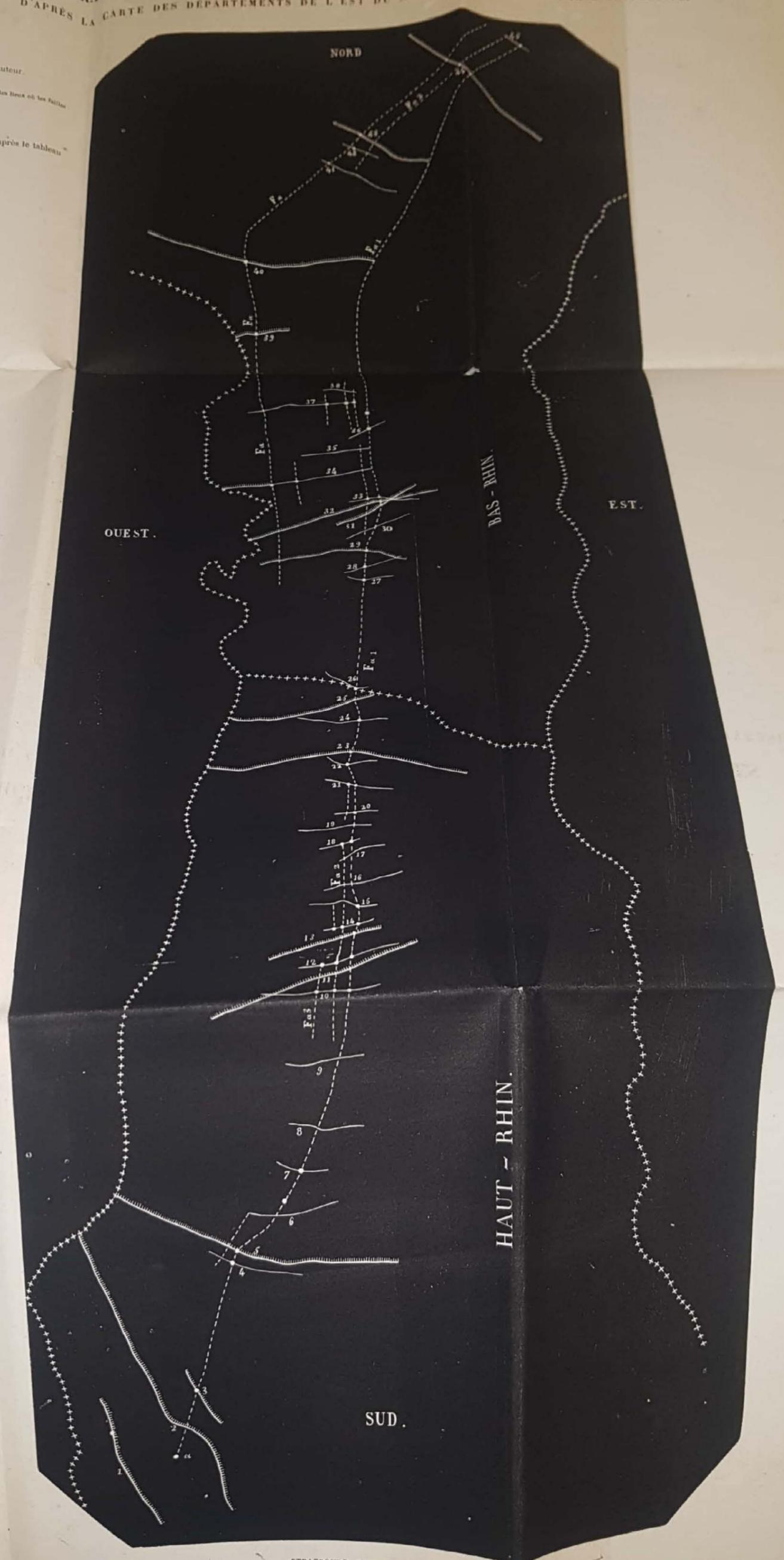
Poudingue de la base du trias du département du Lot (Figeac) à
cailloux roulés de quartz et de micaschiste, a, empâtés dans de
l'orthose.



Lith. E. Simon.

LÉGENDE.

- Coupes n'appartenant pas à l'auteur.
- Coupes appartenant à l'auteur.
- (NB. Les points blancs indiquent les lieux où les failles ont été observées.)
- Fa 1 Faille extérieure.
- Fa 2 — Fa 3 Rudiments de failles.
- Fa Faille de Saverne.
- 1 — 2 — 3 Numéros d'ordre des coupes d'après le tableau du Texte.
- +++++ Limites départementales.

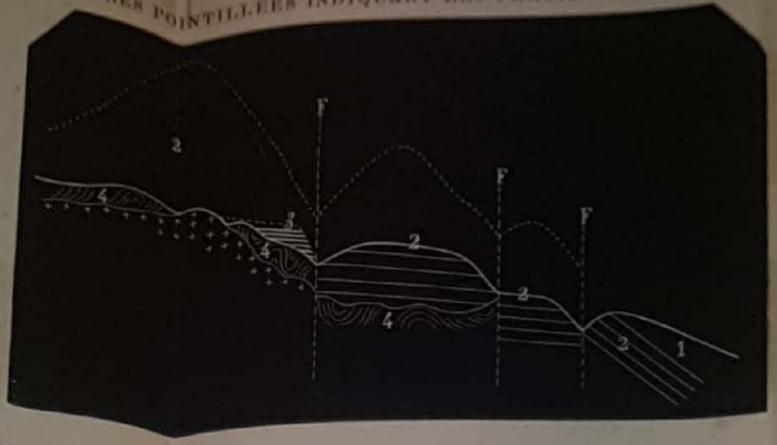


ESSAI D'UNE FIGURE SCHÉMATIQUE

REPRÉSENTANT
LES RAPPORTS RÉCIPROQUES DES QUATRES SÉRIES DISCORDANTES DANS LES VOSGES
(LES LIGNES POINTILLÉES INDICANT LES PARTIES DÉNUDÉES)

LÉGENDE.

- 1. Série Tertiaire.
- 2. " Permien.
- 3. " Trias.
- 4. " Jurassique.
- 5. " Houiller.
- 6. " Transition.
- F. Failles.

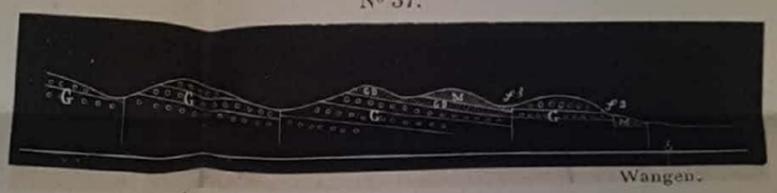


COUPES PERPENDICULAIRES A LA DIRECTION DES VOSGES

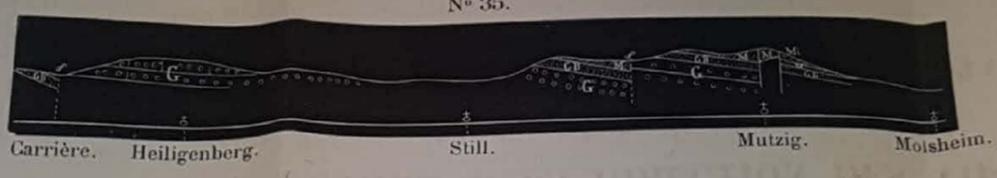
au $\frac{1}{80,000}$, hauteurs doublées (avec indication des failles).

NUMÉROTÉS D'APRÈS LE TABLEAU DES COUPES, P. , ET D'APRÈS LA PLANCHE III.
BAS-RHIN.

N° 37.

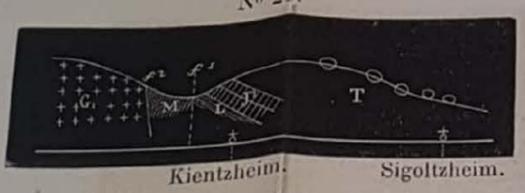


N° 35.

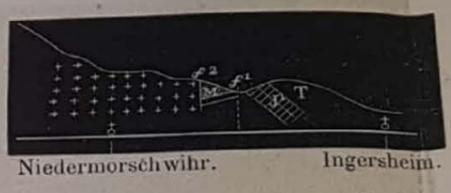


HAUT-RHIN.

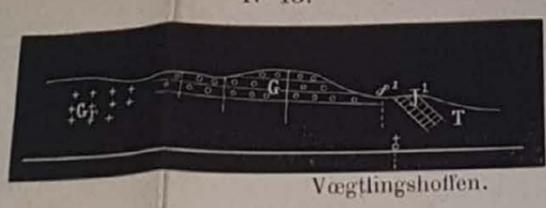
N° 21.



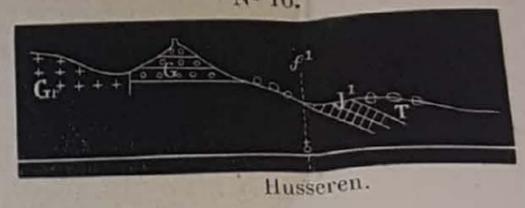
N° 49.



N° 15.



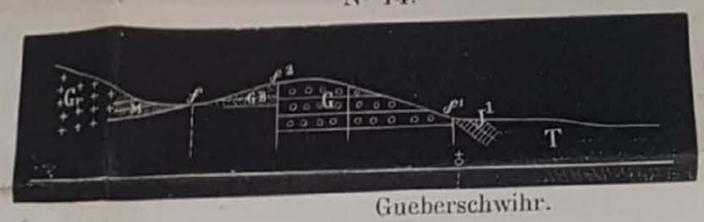
N° 16.



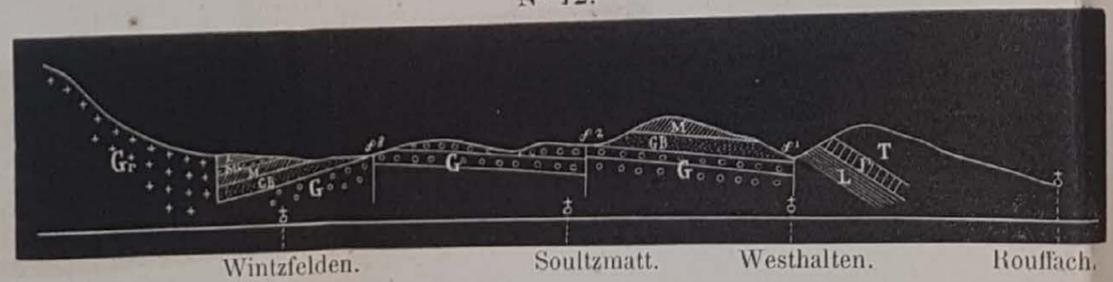
LÉGENDE.

- | | |
|----------------|--------------------|
| T | Tongrien. |
| J ¹ | Oolithe inférieur. |
| L. | Lias. |
| M ¹ | Marnes irisées. |
| M. | Muschelkalk. |
| GB. | Grès bigarré. |
| G. | Grès vosgien. |
| Tr | T. de Transition. |
| Gr. | Granite. |

N° 14.



N° 12.



N° 10.

