UNIVERSITÉ DE GENÈVE

Archive ouverte UNIGE
https://archive-ouverte.unige.ch

Livre 1859 Published version Open Access

This is the published version of the publication, made available in accordance with the publisher's policy.

Mémoire sur les terrains liasique et keupérien de la Savoie

Favre, Alphonse

How to cite

FAVRE, Alphonse. Mémoire sur les terrains liasique et keupérien de la Savoie. Genève : Jules-Gme Fick, 1859. (Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève) doi: 10.3931/e-rara-84938

This publication URL: https://archive-ouverte.unige.ch/unige:163939
Publication DOI: 10.3931/e-rara-84938

© The author(s). This work is licensed under a Creative Commons Attribution (CC BY)
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

ETH-Bibliothek
EM000005382195

~~8.1343~~ Rar 30361

Legat
von Herrn Professor
Oswald Heer.

Voyez aussi :

Favre, Oster, Moesch, Zschokke, Studer, Delaharpe, Martins.

MÉMOIRE

SUR LES

TERRAINS LIASIQUE

ET KEUPÉRIEN

DE LA SAVOIE

PAR

ALPHONSE FAVRE

Professeur de Géologie à l'Académie de Genève

Extrait du tome XV des Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève

---

GENÈVE

IMPRIMERIE DE JULES-G^me^ FICK

—

1859

MÉMOIRE

SUR LES

TERRAINS LIASIQUE

ET KEUPÉRIEN

DE LA SAVOIE

PAR

Alexandre FAVRE

Extrait du Tome XX des Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève.

GENÈVE
IMPRIMERIE DE JULES-G.ve FICK

1859

MÉMOIRE

SUR LES

TERRAINS LIASIQUE ET KEUPÉRIEN

DE LA SAVOIE.

Depuis quelques années la géologie des Alpes est devenue l'objet d'études si nombreuses et si variées et ces montagnes ont été décrites à tant de points de vue différents qu'il est difficile, lorsqu'on s'en occupe, d'énoncer des idées tout à fait neuves[1]. Mais, il est certaines circonstances où la répétition d'une idée peut constituer une vraie découverte. Je prends un exemple : si un géologue trouvait jamais dans les Alpes suisses ou savoisiennes des trilobites ou des productus qui fissent classer certains terrains dans les époques silurienne ou dévonienne, il aurait fait une vraie découverte, quoique MM. Brongniart[2], Buckland[3], de Charpentier[4], etc., aient annoncé, longtemps avant lui, la présence des terrains de transition dans les Alpes.

[1] Voyez un extrait de ce travail dans le Compte rendu de l'Académie des Sciences de Paris 1858, t. XLVII, p. 518.

[2] Ann. des Mines, 1821, t. VI, p. 560.

[3] Journal de Physique, 1821, t. XCIII.

[4] Ann. des Mines, 1819, t. IV, p. 535.

Il en est à peu près de même pour tous les terrains des Alpes, et l'on trouve presque toujours que l'opinion que l'on s'est formée d'une manière complètement indépendante a déjà été soutenue, combattue, réfutée, etc.

Cette position des gens qui travaillent et qui ont devant eux une tâche aussi belle et aussi grande, que celle de l'étude de la splendide chaîne des Alpes n'a pas d'importance pour le fond de la question. Pourvu que la vérité se fasse jour, peu importe celui qui l'a trouvée. Cependant chacun, suivant l'occasion, ne voit pas la chose d'une manière aussi désintéressée, et je crois qu'il est bon de chercher à se prémunir à l'avance contre des discussions et des réclamations qui pourraient avoir un côté pénible.

Ces réflexions me sont suggérées par les idées inscrites dans les pages suivantes. Elles touchent à plus d'un point de la géologie alpine, dont plusieurs savants géoloques se sont déjà occupés. Je le reconnais.

Au reste, j'ai cherché à nommer avec exactitude les auteurs qui ont étudié les sujets que je vais traiter.

Il faut pour la géologie des Alpes un certain ensemble d'études, les unes minutieuses, les autres plus générales. Les études que j'appelle minutieuses sont nécessaires par ce que ces montagnes sont formées de terrains morcelés, bouleversés en tous sens, et que l'absence des caractères distinctifs des formations les rendent difficiles à classer. A chaque pas les roches présentent des arrangements qui paraissent exceptionnels. — En voici la preuve :

En Tarentaise on trouve des fossiles houillers et jurassiques qui paraissent associés. La discussion soulevée par ces observations dure depuis trente ans. Elle touche aux bases de la Paléontologie[1].

Dans la vallée de Chamonix, ce sont des calcaires jurassiques qui sont placés au-dessous des roches de cristallisation[2].

[1] Bullet. Soc. Géol. de France 1855, t. XII, p. 580.

[2] De Saussure indique nettement cette structure dans la chaîne du Mont-Blanc. Voyages, §. 656, 788. — Ebel s'en est occupé dans son ouvrage : *Ueber den Bau der Erde*. Elle a été figurée par Necker. *Mém. sur la vallée de Valorsine*. Mém. de la Soc. de Phys. et d'Hist.

Dans la vallée du Reposoir, c'est un grand massif de roches contenant des ammonites et des bélemnites qui se trouve superposé aux couches à nummulites[1].

Aux cols de Coux et de Golèze, ce sont des roches liasiques ou plus anciennes encore qui sont superposées au terrain nummulitique.

A la base du Môle, c'est un terrain qui paraît néocomien par ses fossiles et callovien par sa position[2].

A deux pas de Genève, la montagne des Voirons présente une apparence du même genre.

Sur toute la lisière des Alpes, de Genève en Autriche, on voit au-dessous des terrains jurassiques des grès qui paraissent tertiaires.

Si je voulais indiquer les anomalies géologiques signalées par MM. Escher et Studer dans les Alpes suisses, j'aurais encore beaucoup à faire.

Malgré ces observations, je ne crois ni à la contemporanéité des fossiles houillers et des fossiles jurassiques, ni à l'infériorité de l'âge des ammonites à celui des nummulites, ni que les nummulites soient plus anciennes que le lias, pas plus que le néocomien n'est antérieur au callovien, ou les terrains tertiaires aux terrains secondaires.

Tous ces arrangements bizarres ne peuvent être exceptionnels; car les lois qui ont régi les temps anciens de notre globe étaient les mêmes que celles qui régissent le monde actuel. Elles n'admettent pas d'exceptions.

De Saussure a peint les difficultés de la géologie des Alpes en disant,

Nat. de Genève 1826, t. IV. *Par moi-même*, Archives des Sc. Phys. et Nat. 1848, t. VII, p. 265 et vivement discutée par *Sharpe*, Quart. Journ. Géol. Soc. London, février 1855. — Archives des Sc. Phys. et Nat. t. XXVIII, p. 270. Par *Forbes*, Edinburgh new Philos. Journ., avril 1856. — Archives des Sc. Phys. et Nat. 1856, t. XXXI, p. 281 ; et par *Portlock* dans son *Address* à la Soc. Géol. de Londres du 20 février 1856. Archives 1857, t. XXXI, p. 264.

[1] Archives des Sc. Phys. et Nat. 1849, t. XI, p. 114. — Bullet. Soc. Géol. de France 1849, t. VI, p. 476. — *Berichte* de Vienne 1849, t. VI.

[2] Pictet, *Matériaux pour la paléontologie Suisse*. 2e série, 1re liv. 1858. Archives des Sc. Phys. et Nat. 1857, t. XXXVI, p. 334.

§ 2301 : *J'ai reconnu qu'on pouvait assurer qu'il n'y a dans les Alpes rien de constant que leur variété.*

De Saussure s'est servi du mot « variété » qui n'indique rien d'exceptionnel, parce qu'il est évident que dans ce genre de recherches, les exceptions sont le résultat de la manière d'observer.

Mais que l'on ne se trompe pas au sens que je donne à ces mots; ce n'est point une imputation que je lance contre la manière d'observer de mes confrères en science. On vient de voir, en effet, que j'ai, moi-même, signalé à diverses reprises des arrangements dans les couches des Alpes qui jusqu'ici sont restés inexpliqués.

Au point où en sont maintenant les études géologiques dans les Alpes de la Savoie, il faut, par des études détaillées, se reliant à un plan général, chercher à rapporter aux lois connues et immuables, les phénomènes qui ont déterminé les bizarres arrangements que je viens de signaler et la *variété* dont parle De Saussure.

Dans ce travail je m'occuperai d'abord des roches de Meillerie et de celles des bords de la Dranse, puis j'étendrai à d'autres parties de la Savoie les conclusions auxquelles l'étude de ces localités m'aura conduit.

Je veux commencer par adresser mes sincères remercîments à M. Escher de la Linth qui m'a fourni, il y a quelques années, de précieux renseignements sur les environs de Meillerie et sur les bords de la Dranse. Je ne les ai pas beaucoup modifiés, mais je les ai complétés sur le terrain même où j'ai fait plusieurs courses, et j'ai interprété la coupe qui en est résultée.

I.

DES ROCHERS DE MEILLERIE.

Ces rochers qui ont une superbe apparence ont attiré l'attention de M. Elie de Beaumont. « On retrouve, dit-il, la direction du Lomont, « c'est-à-dire la direction du système du Tatra, du Rilo-dagh et de « l'Hœmus dans plusieurs accidents stratigraphiques remarquables « dans le versant nord des Alpes; notamment au midi du lac Léman, « dans le massif des dents d'Oche et des rochers de Meillerie, etc. [1]. »

Les grands escarpements qui se trouvent au bord du lac font partie d'une zône de terrain liasique qui traverse le Chablais (Savoie) des bords du lac de Genève à ceux de l'Arve, où elle se termine à une grande faille, c'est-à-dire qu'elle s'étend de Meillerie à la montagne du Môle.

Cette zône n'est pas rectiligne mais arrondie, comme le sont tous les terrains du Chablais. Elle se dirige approximativement du N 28° E. au S 28° O. On en trouve le prolongement dans les montagnes des environs de Montreux où M. Necker avait recueilli quelques mollusques fossiles et où M. Morlot en a récolté vingt-sept espèces appartenant aux divers étages du lias réunis dans la même couche [2]. Plus au nord on trouve évidemment le prolongement de cette chaîne dans la montagne du Stockhorn sur les bords du lac de Thoune [3], et on le retrouve également du côté du sud dans la montagne du Môle dont je parlerai plus tard.

Ces couches qui sont placées au Môle à six lieues de Genève, plongent dans les eaux du lac de ce nom à Meillerie et même les traversent. Ce manque de parallèlisme entre les bords du lac et les montagnes n'avait pas échappé à de Saussure, quand il disait, en s'appuyant uniquement sur

[1] *Notice sur les systèmes de Montagnes*, p. 495.

[2] Bullet. Soc. Vaudoise des Sc. Nat. 1857, t. V, p. 220.

[3] Brunner, *Descript. géognost. du Stockhorn.* Mém. Soc. helvét., t. XV.

la forme et la hauteur des montagnes[1]: « Le lac en se retournant à « l'Est se rapproche considérablement des chaînes centrales; je serai « même porté à croire qu'il manque dans cette partie quelques-uns « des gradins inférieurs du grand amphithéâtre des Alpes, et qu'ici le « lac qui est l'arène de cet amphithéâtre occupe la place de ces mon- « tagnes qui ont été détruites par quelques révolutions. » Ce que de Saussure appelle ici une révolution, paraît bien avoir eu lieu, car nous trouvons l'une des parties du lac les plus profondes[2] à peu près à la place que devraient occuper les chaînes extérieures à cette zône de lias et nous voyons sur les rives du lac le terrain diluvien reposer sur les couches triasiques.

Peu de savants se sont occupés des roches de Meillerie.

De Saussure n'en a pas longuement parlé.

M. Studer[3] décrit les roches de cette localité et indique quelques fossiles. — Ce sont les suivants :

Ammonites Bonnardi, d'Orb[4].
» *spinatus*, Brug.
» *Valdani*, d'Orb.
» *Boblayei*, d'Orb.
» *fimbriatus*, d'Orb.
» *cornucopiæ*, Yung.
Lima gigantea, d'Orb.
Pecten textorius?
Spirifer.

Il fait remarquer que la première de ces ammonites appartient à l'étage sinémurien, les quatre suivantes à l'étage liasien et l'*A. cornucopiæ* ainsi que la *Lima* au toarcien.

M. Escher m'avait communiqué quelques détails sur les rochers de

[1] *Voyages*, § 325.

[2] De la Bèche *Carte des principales sondes du lac Léman* 1827.

[3] Geol. der Schw. 1853, t. II, p. 25, 149, 478.

[4] Cette ammonite est celle que M. Mayor, avait indiquée comme provenant de Meillerie, *Actes de la Soc. helvét.* Soleure 1836, p. 87.

Meillerie. — Ils m'ont été fort précieux. Il les avait également envoyés à M. Mortillet comme on le voit dans la brochure qu'il a publiée sur le *Trias du Chablais* [1]. Dans son *Prodome d'une géologie de la Savoie*, ce dernier savant indique à Meillerie l'*Ammonites Aalensis*, Ziet. du lias supérieur ; l'*A. fimbriatus*, d'Orb., du lias moyen; l'*A. kridion*, Hehl., l'*A. bisulcatus*, Brug. ou *A. Bucklandi*, Sow. et le *Pecten Valoniensis*, Leym., du lias inférieur. La dernière de ces ammonites avait aussi été indiquée à Meillerie par M. Marcou [2].

Je passe maintenant aux observations que j'ai faites, à Meillerie, le long de l'admirable route ouverte par Napoléon Ier d'après des études faites par M. Albanis Beaumont[3]. Cette route coupe les couches d'une manière oblique. Ce n'est pas une circonstance favorable à l'observateur. Il en résulte que la section se présente mal. Une seconde circonstance également défavorable provient de ce que l'on est placé au pied d'un escarpement considérable dont la partie supérieure est masquée.

Le village de Meillerie, bâti dans un endroit charmant au pied d'immenses rochers, divise la masse jurassique en deux parties inégales. La partie de l'ouest s'étend jusqu'au Maupas et celle de l'est jusqu'à Leucon. Je ne donnerai qu'un résumé de la coupe de cette masse jurassique et je placerai les détails dans l'Appendice n° 1. L'inspection des roches (Fig. 1. Pl. I), leur disposition, leur structure, leurs fossiles, fait comprendre que les couches sont repliées sous la forme de la lettre majuscule U ou d'*Auges* d'après le nom consacré par M. Rogers dans son Mémoire sur les Appalaches [4]. Ces auges sont au nombre de quatre placées les unes dans les autres. Au centre se trouve des marnes, à droite et à gauche de ces marnes se trouvent des groupes de couches qui se correspondent deux à deux avec des épaisseurs qui ne sont pas les mêmes, mais avec des caractères qui ne laissent aucun doute.

1 *Soc. Florimontane d'Annecy*, 29 nov. 1855.

2 *Mém. sur le Jura Salinois*. Mém. Soc. Géol. de France. 2e serie, t. III.

3 Grillet Dict. t. II, p. 176. t. III, p. 26.

4 *On the Physical Structure of Appalachian chain* etc. Trans. of the associat. of Americ. Geolog. et Nat. Philadelphia 1843, p. 474.

PREMIER GROUPE (TOARCIEN). Les couches marneuses du centre sont très-développées; ce sont des marnes grises, en feuillets. Elles contiennent une grande quantité de rognons à peu près gros comme la tête d'un homme, qui sont exploités pour la fabrication du ciment. Elles renferment une grande quantité d'*Ammonites Aalensis*, Ziet. Je n'ai su y trouver que ce fossile qui indique l'étage supérieur du lias.

SECOND GROUPE (LIASIEN ET SINÉMURIEN). A droite et à gauche de ces marnes se trouve un second groupe formé par des calcaires bleuâtres de couleur plus ou moins foncée.

Les couches sont souvent imprégnées de silice et même de silex. On y voit des cavités remplies de bitume. Les fossiles répandus dans ces couches appartiennent aux étages liasien et sinémurien. Il y sont mélangés. — Ceux de l'étage liasien sont les suivants :

Ammonites Guibalianus, d'Orb.
» *planicosta*, Sow.
» *brevispina*, Sow.
» *spinatus*, d'Orb.
» *fimbriatus*, Sow.

Ceux de l'étage sinémurien sont :

Ammonites rarecostatus? Ziet.
» *bisulcatus*, Brug.
» *kridion*, Hehl.

TROISIÈME GROUPE (COUCHES DE KÖSSEN). Ce groupe est formé de calcaires bleus ou gris et de marnes noires. Il se trouve divisé en deux parties placées à droite et à gauche des précédents.

Ses principaux fossiles sont les suivants :

Cardinia?
Mytilus minutus, Goldf.
Avicula contorta, Portl.
Lima Hettangiensis, Terq.
Pecten Valoniensis, Leym.
» *Falgeri*, Mer.

Ostrea Pictetiana, Mort. J'ai encore quelques doutes sur la position exacte de ce fossile.

Anomya irregularis, Terq.

Terebratula biplicata, Sow.

Spirifer Munsteri, David.

Ces fossiles et quelques autres font partie d'une faune très-bien caractérisée. Elle appartient à l'époque encore peu connue qui est représentée en Autriche par les couches de Kössen. Elle me paraît être l'équivalent de ce que M. d'Archiac a nommé le quatrième étage du lias[1] et M. Marcou, couches de Schambelen[2].

QUATRIÈME GROUPE (MARNES IRISÉES). Enfin le quatrième groupe de couches, le plus extérieur se trouve au Maupas et à l'est des carrières de Meillerie. Il est formé par des calcaires dolomitiques celluleux ou *cargneules.* Ce nom dont je ne connais pas l'origine, commence à pénétrer dans le langage scientifique en France. Quoiqu'il n'ait pas encore trouvé sa place dans le dictionnaire de l'Académie il se trouve dans quelques ouvrages relatifs aux roches[3]. Avec la cargneule se trouvent au Maupas des marnes irisées semblables à celles du terrain keu-

[1] *Hist. des progrès de la géologie,* t. VI, p. 681.

[2] *Lettres sur les roches du Jura.* 1857 1re livraison, p. 23. Voyez aussi sur les couches de Kössen, Quensted, *der Jura.* Il les nomme *grès précurseur.*

[3] D'Omalius d'Halloy : *des Roches considérées minéralogiquement* 1841, p. 85. — Coquand. *Traité des roches,* 1857, p. 157. On nomme cette roche *rauchwacke* en Allemagne. M. le Professeur Marignac a bien voulu faire l'analyse d'un échantillon de *cargneule* provenant de l'une des couches de la grande série des calcaires magnésiens placée au-dessus de gypses sur les bords de la Dranse (voyez plus loin), et il a obtenu les résultats suivants. On sait que la cargneule est une roche celluleuse; les parois des cellules offrent la composition de la colonne I. Elles ne sont pas formées de dolomie, tandis que la partie pulvérulente qui se trouve dans l'intérieur des cellules offre la composition de la colonne II. C'est une dolomie.

	I.	II.
Carbonate de Chaux.....	79,64	55,44
Carbonate de Magnésie.....	9,35	41,16
Alumine et oxyde de fer.....	1,25	0,35
Argile.....	9,30	2,98
	99,54	99,93

périen. Cet ensemble de roches forme l'étage le plus ancien et le plus extérieur de tous ceux que nous avons indiqués.

La liste suivante donnera des détails sur les fossiles de la localité qui nous occupe et sur leur position exacte.

FOSSILES DE MEILLERIE.

Noms.	Figures.	Localités.	N° de la couche[1].	Etages.
Belemnites (fragments)	.....	.....	15 et 18	
Ammonites Guibalianus d'Orb.	d'Orb. Pl. 73	Calc. rouge du Maupas	11...	Liasien.
» *planicosta* Sow...	d'Orb. Pl. 65	»	11...	»
» *rarecostatus?* Ziet.	d'Orb. Pl. 54	»	11...	Sinémurien.
» *brevispina* Sow...	d'Orb. Pl. 79	La Balme..	15...	Liasien.
» *spinatus* Brug....	d'Orb. Pl. 52	» ..	15...	»
» » » ..	»	La Balle...	18...	»
» *bisulcatus* Brug...	d'Orb. Pl. 43	» ...	18...	Sinémurien.
» *kridion* Hehl.....	d'Orb. Pl. 51	» ...	18...	»
» *fimbriatus* Sow.[2]..	d'Orb. Pl. 98	» ...	18...	Liasien.
» *Aalensis* Ziet.....	d'Orb. Pl. 63	.....	16...	Toarcien.

Cardium Rhæticum Mér. Mém. Soc. helvét. des Sc. Nat. t. XIII, Pl. IV, f. 40 et 41.— Oppel et Suess, Acad. de Vienne, 8°, t. XXI, Pl. III.— *Cardium Philippianum* Quenst. der Jura, Pl. I, f. 38. — *Cardium striolatum* Portl. Rep. on Londonderry p. 107, 120.

Astarte? Petit fossile de la grandeur de celui figuré par Quenstedt, der Jura, Pl. I, f. 30, sous le nom de *bivalve incertaine*, mais celui de Meillerie est orné de stries concentriques. Carrière de la Balle, couche 19. Avec lui se trouve une autre *bivalve incertaine* figurée par Quenstedt, der Jura, Pl. I, f. 28.

Cardinia ou *Cardium*. Très-abondants dans la partie orientale de la carrière de la Balle avec l'*Avicula contorta* Portl. — Couche 19.

Cardinia ou *Hettangia*. A l'état de moules très-abondants. La Balle, couche 19 *d*.

Mytilus minutus Goldf. Acad. de Vienne 8°, t. XXI. La Balle, couche 19, avec l'*Avicula contorta* Portl. Se trouve aussi en Souabe dans les couches de Kössen ou couches de jonction de MM. Oppel et Suess. (Sur l'Equivalent des couches de

[1] Ces N^os^ se rapportent à ceux de l'appendice N° 1 et à ceux de la coupe, Pl. I, f. 1.

[2] On en trouve de grande et de petite taille.

Kössen en Souabe). Comptes Rendus de l'Acad. de Vienne, juillet 1856. — Quart. J. of G. S. of London 1857, XIII, Trans. et not. p. 1. — Archives 1857, t. XXXV, p. 65.

Mytilus. Autre espèce, couches 8, 9, 10. — Maupas.

Avicula contorta. Portl. Acad. de Vienne 8°, 1856, t. XXI, p. 546. Pl. II, f. 5. — Sous le nom d'*A. Escheri* Merian, Mém. Soc. helv. t. XIII, Pl. IV. Maupas, couche 5, où elle forme une lumachelle et la Balle, couche 19. Se trouve en Souabe, au Stockhorn, dans le Voralberg, dans les couches de Kössen de la Dranse correspondant aux couches 5 à 10 et 19 de Meillerie et dans les calcaires qui dominent la carrière de gypse de Matringe entre St. Jeoire et Taninge.

Lima Hettangiensis. Terq. Mém. Soc. G. de France, t. V, Pl. XXIII. Maupas, couches 8, 9, 10.

Lima Plebeia? Chappuis et Dewalque. Descript. des fossiles des terrains secondaires de la Province de Luxembourg, Pl. XXVIII, f. 1. Maupas, couches 8, 9, 10.

Lima semicircularis? Goldf., Chap. et Dewalq. (même ouvrage). Pl. XXX, f. 5. La Balle, couche 18.

Lima striata? Desh. La Balle, couche 19 *e*.

Lima. Autres espèces.

Pecten Valoniensis. Leym. Mém. Soc. Géol. de France, t. III. Pl. XXIV, f. 6. Maupas, couches 8, 9, 10 et la Balle 19 *c*. Voyez Escher et Merian, Mém. Soc. helvét. t. XIII. Mém. sur le Voralberg, et Oppel et Suess Acad. de Vienne 8°, 1856, Pl. II. C'est probablement des variétés de cette espèce, qui sont assez nombreuses, qui ont été indiquées par M. Brunner au Stockhorn et par M. Studer à Meillerie sous le nom de *P. textorius*.

Pecten demissus. Goldf. Pl. 99, f. 2. Maupas, couches 8, 9, 10.

Pecten Falgeri, Mer. Mém. helvét. t. XIII, Pl. III, f. 17. Maupas, couches 8, 9, 10 et la Balle 19 *c*.

Pecten textilis? Goldf. Pl. 89, f. 2. Maupas, couches 8, 9, 10.

Pecten. Autre espèce ; la Balle, couches 18, 19.

Spondylus obliquus Klipst. Escher, Voralberg. Mém. de la Soc. helvét., t. XIII, Pl. IV, f. 45. Maupas, couches 5.

Ostrea Pictetiana. Mort. Associat. florimontane t. I, 1855, p. 277. Non *O. Pictaviensis* Hebert. Bull. Soc. Géol. de France 1856, t. XIII, p. 216. — Maupas, couche 10. Quoique cette huitre soit assez abondante, je n'ai jamais pu la voir en place dans le rocher même, en sorte que j'ai quelques doutes sur sa position exacte. Dans les débris elle paraît associée aux fossiles des couches de Kössen.

Il est possible qu'elle appartienne à des couches Sinémuriennes en contact immédiat avec les couches de Kössen.

Cette huitre présente beaucoup de rapports avec l'*Ostrea irregularis* Goldf. Pl. 79, f. 5 (non Terquem) et avec l'*Ostrea anomala* Terquem. Mém. Soc. Géol. de France. 2e série, t. V, Pl. XXV, f. 4. Il est assez probable d'après ce que dit M. Terquem, p. 329, que dans les échantillons qu'il a recueillis, il y en avait de semblables à ceux de Meillerie. Celles-ci présentent des côtes concentriques très-marquées analogues à celles de l'*Ostrea irregularis* figurée par MM. Chappuis et Dewalque (ouvrage déjà cité) Pl. XXXIII, f. 3, et analogues aussi à celles de l'*Ostrea Suilla*, Scholth. Goldf. Pl. LXXXV, f. 3, qui se trouve dans le calcaire à gryphées arquées du département de la Meurthe (Hébert, même Mémoire). M. Brunner indique les gryphées arquées au Stockhorn, mais celles de cette localité que j'ai vues sont atrophiées et ressemblent à l'*O. irregularis* Goldf. — Les gryphées arquées manquent dans le Voralberg d'après M. Escher. Mais elles se rencontrent à Bex. Le véritable type de la gryphée arquée n'est pas commun dans le midi de la France d'après M. de Rouville. (Descript. Géol. des environs de Montpellier.)

Anomya irregularis. Terq. Mém. Soc. Géol. de France. 2e série, t. V, Pl. XXV, f. 6. La Balle, couche 19 *d*. Se trouve au Stockhorn.

Anomya? Fossile figuré par Quenstedt, der Jura, Pl. I, f. 16. La Balle, couche 19.

Terebratula biplicata. Sow. var. inflata, Buch. Mém. Soc. Géol. de France, t. III, Pl. XX, f. 1 ou *T. Cornuta* Sow. Suess, Denksch. der k. Akad. d. Wissensch. de Vienne, t. VII, Pl. III. Maupas, couche 7.

Terebratula numismalis? La Balle 19 *b*.

Spirifer Munsteri. Davids. Pal. Soc. Pl. III. — Suess, Denksch. der k. Akad. der Wissensch., t. VII, Pl. II, f. 1. — *Spirifer octoplicatus* Ziet. (non Sowerby). La Balle 19 *b*.

Coraux. Dans plusieurs couches et entre autres dans celles N° 6 et 19 *b*.

Il est fort probable qu'un nouvel examen des couches de Meillerie fera découvrir de nouvelles richesses paléontologiques.

Je reviens un instant sur l'âge des couches de Meillerie et je vois 1° que les marnes du centre appartiennent au lias supérieur, comme je viens de le dire; 2° que les fossiles du lias moyen et ceux du lias inférieur sont confondus dans les mêmes calcaires qui se trouvent à droite et à gauche des marnes précédentes; 3° la certitude de la présence des couches du quatrième étage du lias est d'un grand intérêt,

parce que nous pouvons conclure que les roches de marnes irisées et de dolomie qui se trouvent *en-dessous* appartiennent au terrain keupérien; c'est une démonstration positive de la présence de ce terrain qui n'avait pas été reconnu dans la région extérieure des Alpes[1].

II.

LES ROCHES DE LA DRANSE.

La gorge sauvage et pittoresque dans laquelle coule la Dranse, entre le pont de Bioge et le lac, était à peu près inaccessible, il y a quelques années. Maintenant elle est traversée par une route, qui permet de la parcourir facilement, et les observations géologiques que l'on peut y faire confirment celles que j'ai indiquées dans les environs de Meillerie. En effet, les couches de ces deux localités sont le prolongement les unes des autres, et d'une manière générale la partie nord de la coupe de la Dranse correspond à la partie occidentale de la coupe de Meillerie, tandis que la partie sud de la section de la Dranse est une continuation de la partie orientale de la coupe de Meillerie.

La structure en auge qui n'a été que démontrée à Meillerie, se voit ici à découvert, comme nous allons le dire. Mais avant de parler des terrains liasiques, je dirai quelques mots des terrains diluviens.

En remontant le cours de la Dranse, on ne voit dans les environs de Thonon que des terrains de cet ordre. Ils forment des terrasses remarquablement bien dessinées. Le diluvium glaciaire, l'alluvion ancienne et la couche contenant des lignites présentent un arrangement remarquable. Ces terrains ont attiré l'attention de M. Morlot, qui croit pouvoir établir qu'il se trouve ici deux terrains glaciaires et deux terrains dilu-

[1] Voyez Mortillet, Prodrome, p. 35.

viens intercalés[1]. — Ces dépôts recouvrent les roches liasiques et keupériennes sur toute leur étendue, et ne les laissent paraître que sur les bords de la rivière.

C'est un fait important à signaler que celui de la superposition immédiate des terrains diluviens sur les couches du lias et des marnes irisées. En se souvenant que cette localité est à la lisière des Alpes et que les terrains jurassiques supérieurs au lias sont très-bien caractérisés dans le voisinage, on est amené à conclure que si les terrains jurassiques proprement dits manquent dans cette localité, ce n'est pas qu'ils ne s'y soient pas déposés, mais c'est plutôt le résultat d'une grande dislocation qui les a fait disparaître.

Quoi qu'il en soit, on voit, en suivant la ligne de contact des terrains diluviens et des terrains anciens, combien le sol était accidenté, lorsque les premiers se sont étendus sur les seconds.

Les différents groupes de roches se succèdent ici de la manière suivante. C'est le même ordre qu'à Meillerie. (Voyez pl. I, fig. 2, et pour les détails l'appendice, n° 2.)

PREMIER GROUPE (ÉTAGE TOARCIEN). Cet étage est formé de marnes grises, qui se voient en-dessus du pont couvert; sur la rive gauche de la Dranse, elles sont recouvertes par des broussailles, mais sur la rive droite on voit leurs couches *plonger* d'abord au sud, puis peu à peu devenir horizontales et se *redresser* du côté du sud. Ici donc les couches sont visiblement recourbées et l'on voit le fond de cette auge, qui à Meillerie était indiquée par la structure générale des terrains. A Meillerie, il fallait une démonstration; ici c'est un fait.

SECOND GROUPE (ÉTAGES LIASIEN ET SINÉMURIEN). En amont et en aval des roches précédentes, l'on voit deux séries de couches formées par des calcaires bleuâtres, noirâtres, durs, très-siliceux, surtout dans leur partie inférieure.

Je n'ai pas trouvé de fossiles dans ces deux groupes. Ces rochers formant de grands escarpements et n'étant pas exploités ne sont pas dans

[1] Archives des Sc. Phys. et Nat. 1858, t. III, p. 127.

des circonstances favorables à la découverte de débris d'êtres organisés.

TROISIÈME GROUPE (COUCHES DE KÖSSEN OU QUATRIÈME ÉTAGE DU LIAS). Cet étage est en général formé de calcaires moins solides que ceux du groupe précédent. Ils sont de couleur grise, souvent en rognons. J'y ai trouvé l'*avicula contorta* Portl. et M. Escher m'a dit y avoir rencontré le *cardium austriacum*, la *plicatula intustriata*, la *gervillia inflata*, le *baktryllium striolatum*. Ces couches sont placées en amont et en aval du groupe précédent.

QUATRIÈME GROUPE (MARNES IRISÉES). Les groupes ci-dessus sont flanqués par des roches très-caractérisées. Ce sont des calcaires magnésiens, des dolomies, des cargneules, qui présentent des aspects variés. Cette formation, qui n'est pas très-développée près du pont de Bioge, dans la partie supérieure de notre section, atteint une puissance considérable dans la partie inférieure près d'Armoy. Quoiqu'on puisse la suivre sur le terrain pendant près d'une lieue, je n'estime sa puissance qu'à huit cents mètres environ. Mais cette épaisseur est encore considérable, et l'on ne peut évidemment négliger de classer ce terrain.

Cette énorme masse de calcaires magnésiens variés est divisée en deux parties par deux masses de gypse, dont la plus basse, celle d'Armoy, est d'une grande puissance et d'une grande beauté. Elle se voit sur la rive gauche de la Dranse, tandis que la seconde masse se trouve sur les deux rives. Sur la rive droite on la nomme gypse de Féterne, d'après le nom de la commune sur laquelle elle est située, et sur la rive gauche, gypse de l'Epine. Elle est placée fort au-dessous, mais à peu près au centre de la montagne d'Armone, qui paraît former une espèce de voûte en grande partie liasique.

Lorsqu'on va du gypse d'Armoy au gypse de Féterne, on trouve sur la gauche, à une certaine élévation au-dessus de la rivière, des traces de charbon fossile. Ce minéral est fort peu abondant. Il ressemble, dit-on, à du jayet. Quoique associé à des calcaires magnésiens et faisant partie de ce terrain, sa position n'est pas évidente, les couches étant peu inclinées et disloquées dans cette localité.

Ce charbon pourrait peut-être se comparer pour l'âge à ceux de Walmunster et de Noroy, qui se trouvent placés dans des couches qui ont de l'analogie avec celles-ci[1].

Peut-être aussi les charbons dont M. Gressly parle dans le terrain du keuper du Jura soleurois sont-ils de même âge[2].

On trouve parmi les calcaires magnésiens placés dans le voisinage du gypse et du charbon de la Dranse, des assises qui peuvent fournir des pierres lithographiques, quoiqu'elles ne soient pas de grandes dimensions.

Ce fait rappelle les pierres de même nature qui ont été signalées par M. Thirria dans le département de la Haute-Saône, dans un terrain qui paraît être l'équivalent de celui-ci[3].

Je dirai donc en résumé que sur les bords de la Dranse, mieux encore qu'à Meillerie, on voit que la formation des calcaires magnésiens, des cargneules et des gypses est placée en-dessous des couches de Kössen.

Dans des roches qui ne contiennent pas de fossiles, on ne démontre ordinairement l'âge d'un terrain que par sa position. Je viens d'employer cette méthode. Il reste cependant un autre moyen. On peut le faire en montrant que les roches sont minéralogiquement les mêmes que celles d'un terrain dont l'âge est déjà reconnu, et qu'elles se succèdent dans le même ordre. Ce genre de démonstration prend une valeur d'autant plus grande, que les roches sont d'une nature très-caractérisée et que les localités comparées ne sont pas éloignées. Or c'est ce qui a lieu entre les marnes irisées du Jura salinois et celles des bords de la Dranse.

Je compare en effet les couches de ces deux localités, en me laissant diriger par l'excellent travail de M. Marcou[4].

Je vois que dans le Jura salinois la couche inférieure du terrain du lias est le *Bone bed* et la couche à cardinia : dans les roches de la Dranse, je retrouve son équivalent dans les couches de Kössen.

[1] Explication de la Carte géol. de la France, t. II, p. 52, 59.

[2] Observ. géol. sur le Jura Soleurois. Mém. de la Soc. helvét. 1838, t. II.

[3] Statistique de la Haute-Saône, p. 293.

[4] Mém. Soc. Géol. de France, 2e série, t. III.

Au-dessous dans le Jura salinois vient le Macigno, quadersandstein et schilfsandstein. Cette couche paraît manquer vers la Dranse.

Dans le Jura salinois, je trouve au-dessous, des calcaires cloisonnés et fétides. Je vois leur équivalent dans les calcaires dolomitiques bréchiformes N° 4 [1].

Dans le Jura salinois j'arrive à des schistes ardoisiers et à des calcaires à *cypricardia;* sur les bords de la Dranse je vois des marnes argileuses verdâtres et des calcaires dolomitiques N° 3 leur correspondre.

Dans le Jura salinois je rencontre le grès de Boisset; sur les bords de la Dranse cette roche est peu caractérisée, cependant j'ai noté à ce niveau un calcaire dolomitique passant au grès N° 2.

Dans le Jura salinois, je trouve des calcaires et marnes argileuses irisées avec couche de dolomie, formant *une énorme série*; sur les bords de la Dranse je trouve également *une énorme série* de calcaires magnésiens ou de cargneule, et de marne verdâtre N° 1.

Dans le Jura salinois, l'étage moyen du terrain keupérien commence par du gypse; je trouve à ce niveau sur les bords de la Dranse le gypse de Féterne et de l'Épine N° 1 *a*.

Au-dessous dans le Jura salinois, on rencontre le 3e banc de dolomie : sur les rives de la Dranse je trouve la cargneule N° 1 *b*.

Je trouve encore dans le Jura salinois le gypse blanc compacte et amygdaloïde; à la Dranse je rencontre à ce niveau la masse de gypse d'Armoy N° 1 *c*. Dans le Jura salinois je remarque les marnes gypseuses rouge lie de vin et le 2e banc de dolomie; sur les bords de la Dranse les roches ne se voient pas, elles sont recouvertes.

Enfin dans le Jura salinois l'étage inférieur du terrain des marnes irisées commence par des marnes, grès micacés et houille; à ce niveau je vois sur les bords de la Dranse un grès marneux que l'on peut nommer le Flysch (voyez l'appendice).

Mais autant les rapprochements nombreux que je vois dans cette comparaison me convainquent que les terrains des bords de la Dranse sont l'équivalent du groupe keupérien du Jura salinois, autant je trouve que

[1] Ces N^{os} sont tirés de l'appendice N° II.

le rapprochement de la couche du Flysch avec l'assise nommée, grès micacé et houille, est douteux [1].

Le tableau suivant montre avec évidence la correspondance des terrains. Il fait ressortir la similitude de la succession des couches à caractères si tranchés, qui sont formées de deux masses de gypse séparées par un banc de dolomie et surmontées par une énorme série de cette dernière roche. La coïncidence des couches des environs de Salins avec celles des bords de la Dranse ne peut être fortuite.

	Coupe prise dans le Jura salinois par M[r] Marcou.	Coupe prise le long de la Dranse.
	Bone bed et couche à Cardinia, du lias inférieur	se retrouve.
Etage supérieur	Macigno, quadersandstein, schilfsandstein.....	manque.
	Calcaires cloisonnés et fétides.....	se retrouve.
	Schistes ardoisiers et calcaire à Cypricardia.....	se retrouve.
	Grès de Boisset.....	se retrouve?
	Marnes argileuses et calcaires, irisées avec couche de dolomie. — énorme série.	se retrouve en énorme série.
Etage moyen	Gypse blanc et grès	se retrouve à Féterne, à l'Épine.
	Troisième banc de dolomie	se retrouve.
	Gypse blanc compacte et amygdaloïde.....	se retrouve à Armoy.
	Marnes gypseuses, rouge lie de vin	on ne voit aucune roche.
	Second banc de Dolomie.....	on ne voit aucune roche.
Etage inférieur	Marne, grès micacé et houille.....	Flysch (douteux).
	Gypse noirâtre et rouge, cristaux de sulfate de chaux.....	La configuration du sol ne permet de voir aucune des roches inférieures au Flysch.
	Premier banc de Dolomie	
	Marnes salifères.....	
	Sel gemme	

[1] Je remarque que cette coupe présente beaucoup d'analogie avec celle du Zimperspitze en Tyrol, donnée par M. Studer. Sauf les couches de grès quarzeux que ce savant a indiquées au-dessous du second banc de dolomie et en-dessus du second banc de gypse, la succession des couches est la même et je vois sur l'horizon géologique du Flysch de la Dranse des schistes noirs rapportés aux marnes irisées. Geol. der Schweiz, t. II, p. 18. Voyez aussi d'Archiac, Hist. t. VII, p. 350, 351.

On voit par ce tableau que près de la Dranse on ne peut découvrir aucune des assises qui forment l'étage inférieur du terrain keupérien dans le Jura salinois, et que c'est à la base de cet étage que se trouvent les masses salifères. Ne pourrait-on pas en conclure, que s'il y a quelques chances de rencontrer des eaux ou des roches fournissant du sel dans les chaînes extérieures de cette partie des Alpes, ce serait en faisant des recherches dans la vallée de la Dranse entre Armoy et le lac de Genève? Il semble en effet qu'en descendant au-dessous de la surface du sol dans cette région, on doit infailliblement rencontrer les couches qui fournissent le sel dans les environs de Salins. Il faut se souvenir cependant que la localité savoisienne dont je parle se trouve à la lisière des Alpes, et que presque partout sur cette lisière, il y a eu de gigantesques bouleversements. C'est donc une question à étudier.

III.

LE GRAMMONT.

Les deux démonstrations précédentes de l'âge du terrain de cargneule peuvent être complétées par la description de quelques autres localités.

Je parlerai en premier lieu du Grammont, qui s'élève pas loin de Meillerie à la hauteur de 2178 mètres au-dessus du niveau de la mer, c'est-à-dire à environ 1800 mètres au-dessus de Meillerie. On y trouve encore le lias. Il se fait reconnaître par des fossiles assez nombreux, répandus à la surface des roches et dans les pâturages de la montagne des Crosses au sommet du Grammont.

Le district où il se trouve est un de ceux de la Savoie dont il est le plus difficile de comprendre la structure géologique, tant les dislocations sont grandes, les renversements fréquents et les fossiles rares. Le pays

est même difficile à parcourir. Je m'y suis égaré pendant longtemps au milieu de passages assez mauvais, en voulant aller du Grammont à la mine de Combre.

J'ai visité le Grammont lui-même et ses environs en 1847, 1856 et 1858. J'ai été consolé du peu de satisfaction que me donnait l'observation géologique de ces montagnes par la jouissance que j'éprouvais à les parcourir. Rien en effet n'est plus gracieux que le lac de Taney, rien n'est plus beau que la vue du sommet du Grammont.

Les fossiles qui se trouvent épars dans les pâturages dépendants du chalet des Crosses, sont placés dans un calcaire gris, noir, siliceux et veiné de spath blanc. Il se décompose en terre jaunâtre. M. Studer[1] rapporte les fossiles de cette localité aux espèces suivantes :

Nom des espèces.	Etages.
Ammonites interruptus? d'Orb.....	Bajocien, Pal. fr. T. Juras. I. 569, Prodr. Et. 10, n° 16 ou lias supérieur.
Terebratula vicinalis, Schl.....	Oxfordien.
» *maxilata*, Sow.....	Bajocien.
» *concinna?* Sow.....	Bathonien.
Pentacrinites	
Defrancia clypeata..... ou *Pelagia clypeata*	Bathonien.

D'après ces déterminations le savant géologue de Berne classe l'ensemble de ces fossiles au-dessus du lias dans le terrain jurassique inférieur.

Je diffère de lui relativement à cette détermination.

L'examen que j'ai fait non pas sur les échantillons mêmes qui ont été recueillis par M. Studer, mais sur des fossiles que j'ai ramassés exactement dans la même localité, me porte à croire qu'ils appartiennent aux espèces suivantes :

Nom de l'espèce.	Terrain auquel elle appartient.
Ammonites Bonnardi, d'Orb.....	Sinémurien.
Gastéropodes (indéterminables)	

[1] Geol. der Schw. t. II, p. 42.

Nom de l'espèce.	Terrain auquel elle appartient.
Cardium cloacinum? Quenst.	Lias inférieur.
Ostrea, voisine de l'*O. irregularis*. Terq. ou de l'*O. Pictetiana*. Mort., trouvée à Meillerie	Lias inférieur.
Rhynchonella Moorei, Davids. Elle se rapproche de la *T. angulata*. Sow. Davids. (British fossils), Elle a été prise pour la *T. Concinna*	Lias supérieur.
Rhynchonella plus petite	
Terebratula numismalis. Davids	Liasien.
Spiriferrina verrucosa, d'Orb. ou *Spirifer verrucosus*, Ziet. Buch. Mém. S. G. de Fr. IV, 202 ou *S. rostratus*. Davids. Paléontog. S. 3e P., pl. III, fig. 1	Sinémurien.

D'après les noms de ces espèces, je n'ai aucun doute que le sommet de la montagne du Grammont n'appartienne au lias. — Il semblerait aussi que les fossiles des divers étages du lias soient associés dans une même couche. Ces roches sont évidemment le prolongement de celles de Meillerie, et ces deux localités sont reliées par quelque ondulation gigantesque, que jusqu'à présent je n'ai pas réussi à comprendre d'une manière positive.

Du côté de l'est, le Grammont présente une structure intéressante. Lorsqu'on examine les immenses escarpements qui dominent la porte de Scex et le village des Evouettes: que des environs de Port-Valais, on regarde les couches qui dominent le Boveret et qu'enfin on parcourt la montagne entre son sommet et le village des Evouettes, on voit qu'elle présente la structure indiquée dans la Pl. II, fig. 4. C'est une voûte immense dont le jambage septentrional est replié de manière à ce que les tranches des couches sont redressées contre le lac. Ici encore je remarque que la cargneule et le gypse, associés à des marnes rouges et à des grès noirs, sont placés au-dessous du lias. En effet, ces roches se trouvent à une certaine hauteur au fond de la combe des Evouettes et au centre de la voute liasique que le Grammont forme au-dessus d'elles.

Sur le côté méridional du Grammont s'appuyent des étages jurassiques moins anciens que le lias. Ils forment le grand rocher de Chambairy.

IV.

LE MÔLE ET LA POINTE D'ORCHEZ.

Ce fut en 1758 que de Saussure monta pour la première fois au sommet du Môle[1]. Il décrivit plus tard cette montagne dans ses *Voyages*, § 279. Depuis lors, malgré les nombreuses courses qui y ont été faites, son étude géologique n'a pas fait grand progrès. —Elle a été coloriée toute entière dans la carte géologique de la France, de la teinte qui indique le terrain crétacé inférieur, quoique je ne connaisse aucune roche de cet âge dans la partie supérieure de la montagne ; dans la carte géologique de la Suisse, les couleurs indiqueraient que la partie supérieure appartient au terrain jurassique, et la base du côté du sud au terrain crétacé inférieur. Cette dernière donnée se rapproche beaucoup plus de la vérité que la première.

On peut, en effet, diviser le Môle en deux parties bien distinctes. La première que j'ai nommée ailleurs, *les bases du Môle,* est formée en majeure partie par le terrain oxfordien recouvrant une assise qui paraît callovienne par sa position et qui contient des fossiles néocomiens[2]. La seconde est formée par la masse même de la montagne; elle est composée de terrain jurassique. Je ne parlerai ici que de cette dernière partie.—La structure en est fort compliquée, comme on le verra par la description donnée par de Saussure, et quoiqu'il puisse y avoir de l'intérêt à compléter ce qu'il dit de cette montagne, à discuter les observations d'une haute importance qu'il a faites sur la structure des chaînes voisines, et à y introduire quelques observations nouvelles, je ne m'en occuperai pas pour le moment, ce travail n'ayant pas pour but spécial la description des montagnes.

[1] L'absence de végétation au sommet de la montagne aurait été la source de l'étymologie de son nom : *Moël* en gallois et *Moal* en bas breton signifient chauve, pelé. (Mallet, *Journal de Genève*, 11 avril 1789.)

[2] Pictet, Paléontologie suisse, monographie des Voirons. Archives des Sc. Phys. et Nat. 1857.

Je veux arriver directement au fait le plus saillant. C'est la découverte d'un grand nombre de fossiles. — « Je n'ai trouvé sur le Môle, dit « de Saussure, que des vestiges imparfaits de pétrifications. » Il est vrai que la montagne en recèle fort peu; cependant, après des recherches nombreuses et sur les indications fournies par un guide fort intelligent, j'ai trouvé un rocher, un seul rocher, qui renferme une vraie collection. — Les fossiles y sont entassés pêle-mêle; il faut presque toujours en détruire plusieurs pour en obtenir un. Ils ont la plus grande ressemblance avec ceux de la *grosse pierre* du col des Encombres découverts par M. Sismonda, et si bien décrits par M. Elie de Beaumont[1]. Du reste ce sont des fossiles du même âge qui se trouvent dans des roches exactement semblables. Ce fait montre que cette couche liasique, quoique peu connue encore, s'étend des confins de la Maurienne à ceux du Chablais et qu'elle est immensément riche en fossiles.

En descendant du sommet du Môle, du côté du sud-est, on suit pendant quelque temps une arête, puis on arrive dans une espèce de cirque où se trouve un bloc erratique de protogine, qui est sans aucun doute l'un des plus élevés de la Savoie[2]. Les pâturages de ce cirque portent le nom de Champ-Fleuri, et sont situés au-dessus des chalets des Places. — C'est dans la partie de gauche de ce cirque que se trouve un escarpement de rochers de 10 à 12 pieds de hauteur, formé d'un calcaire noir bréchiforme, renfermant des silex et des fossiles entassés les uns sur les autres.

Ceux que j'ai réussi à déterminer sont les suivants :

FOSSILES DU MÔLE.

Noms des espèces.	Observations.	Etages.
Belemnites Bruguieranus ? d'Orb.	d'Orb. Pal. fr. ter. jurassiq. Pl. 7.....	Liasien.

[1] Comptes rendus de l'Acad. des Sc., 1857; t. XLV, p. 947.

[2] Il est probable que ce bloc est celui dont parle M. Guyot, comme se trouvant sur la face du Môle opposée au défilé de Cluses, à la hauteur de plus de 4700 pieds. (Note sur la dis-

Noms des espèces.	Observations.	Etages.
Nautilus Schlumbergeri? Terq.	Mém. S. G. de Fr. t. V.. Pl. XII.	Grès Infraliasique d'Hettange et calc. à gryphées arquées.
» *intermedius*, Sow....	d'Orb. Pl. 27.	
ou		
» *striatus*, Sow.....	d'Orb. Pl. 25..... ...	Sinémurien.
Ammonites Conybeari Sow...	d'Orb. Pl. 50	id.
» *Kridion* Hehl.....	d'Orb. Pl. 51	id.
» *liasicus* d'Orb.....	d'Orb. Pl. 48	id.
» *Birchii* Sow.....	d'Orb. Pl. 86	id.
» *torus* d'Orb.....	d'Orb. Pl. 53	id.
» *bisulcatus* Brug. .	d'Orb. Pl. 43	id.
» *Nodotianus* d'Orb.	d'Orb. Pl. 47	id.
» *planicosta*[1] Sow..	d'Orb. Pl. 65	Liasien.
» *Regnardi* d'Orb...	d'Orb. Pl. 72	id.
» *armatus* d'Orb....	d'Orb. Pl. 78	id.
» *brevispina* Sow...	d'Orb. Pl. 79	id.
» *muticus* d'Orb.....	d'Orb. Pl. 80	id.
» *Bechei* Sow.....	d'Orb. Pl. 82.....	id.
» *fimbriatus* d'Orb..	d'Orb Pl. 98.....	id.
» *communis* Sow..	d'Orb. Pl. 108	Toarcien.
» *Levesquei* d'Orb..	d'Orb. Pl. 60.....	id.
» *Germainii* d'Orb..	d'Orb. Pl. 101	id.
» *Holandrei* d'Orb..	d'Orb. Pl. 105.....	id.
» *heterophyllus* Sow.	d'Orb. Pl. 109	id.
Pleurotomaria densa Terq.....	Mém. Soc. G. de Fr. t. V... Pl. XVII, f. 1.....	Grès infra liasique d'Hettange.
» voisin de *P. Precatoria* Desh..	d'Orb. Pal. Fr. T. J. Pl. 351.	Liasien?
» Plusieurs espèces indéterminables.		

persion du terrain erratique entre le Jura et les Alpes, dans la Suisse occidentale et en Savoie. *Bull. de la Soc. des Sc. Nat. de Neuchâtel.*) De l'autre côté de l'Arve, j'ai trouvé deux autres blocs erratiques de protogine placés près du sommet du mont Brezon. Le plus élevé est à la hauteur de 1665 mètres au-dessus du niveau de la mer.

[1] Trouvé dans un bloc près La Tour.

Noms des espèces.	Observations.	Etages.
Lima dentata? Terq.....	M. S. G. de Fr. t. V. Pl. XXIII, fig. 4.....	Grès infra liasique d'Hettange.
» *punctata?* Sow.....	Sowerby, min. conch. Pl. 113. Cette espèce se retrouve à Meillerie et au Stockhorn.	
Avicula sinemuriensis d'Orb...	Golf. Pl. 118, fig. 1	
» plus grosse, voisine de		
» l'*A. inæquivalvis*..	.....	Sinémurien.
Gervillia bipartita? Mer	Mém. soc. helvétiq. t. XIII, Pl. IV, fig. 25.....	Couches de Kössen.
Plicatula spinosa? Sow.....	Goldf. Pl. 107, fig. 2.....	Liasien.
Pecten Valoniensis Leym.....	M. S. G. de Fr. t. III, Pl. XXIV, fig. 6. Suess et Oppel. Acad. de Vienne, 8°, 1856, t. XXI, Pl. II.....	Couches de Kössen.
» *dextilis* Munst.	Goldf. Pl. 89, fig. 3.... .	Toarcien.
Rhynchonella furcillata Davids.	Mém. soc. paléontographique. Pl. XIV, fig. 2, 5.....	Lias moyen.
» *tetraedra* Davids.	Mém. soc. paléontographique. Pl. XVIII.....	Lias moyen, lias supérieur ou oolite inférieure.
Spiriferrina Hartmanii d'Orb.	d'Orb. Prodr. 8, 227, ou *spirifer rostratus*. Schl. Davids. Paléontog. soc. Pl. XI. Buch. M. S. G. de Fr. IV. Pl. X.	Liasien d'Orb., dans les trois étages du lias, (Davids).
» d'une taille plus grande que celle de la fig. 10. Pl. II. Paléontog. soc. Davids.		
Terebratula punctata Sow.....	Davids. Paléont. soc. Pl. VI.	Liasien.
Terebratula indentata Sow....	Davids. Paléont. soc. Pl. V.	Liasien.
Discoïdea.....	Le Prod. de M. d'Orb. n'en indique aucun dans le lias.	

Tous ces fossiles appartiennent à une seule et même couche. Malheureusement le rocher où ils ont été trouvés, est placé de manière à ne pouvoir fournir aucun renseignement sur la position de cette couche. On ne voit ni les roches en dessus ni celles en dessous et la cargneule en est fort éloignée.

J'ai pu recueillir dans différentes localités du Chablais et du Faucigny quelques fossiles qui dénotent la présence du lias en divers endroits, mais la description de ces localités éparses m'entraînerait trop loin et je ne parlerai que de celle voisine de la pointe d'Orchez, avant de continuer mon étude sur les relations du lias et du keuper.

LA POINTE D'ORCHEZ connue sous le nom de la *Vuarde*, est une montagne haute de 1343 mètres au-dessus du niveau de la mer, d'après la grande carte de Savoie et de 1356 mètres d'après une mesure barométrique que j'ai prise au sommet. On y trouve assez fréquemment des fossiles liasiques dans un calcaire noir avec des rognons de silex. Ce calcaire est placé près du village de Vellard. Il est exploité pour des fours à chaux. Quoique j'aie parcouru cette montagne quatre fois (en 1846, 1847, 1851 et 1854) je n'ai pu recueillir que les ammonites suivantes :

Ammonites kridion Hehl.		de l'étage	sinémurien.
»	*Maugenestii* d'Orb.	»	liasien.
»	*Regnardi* d'Orb,	»	liasien.
»	*Levesquei?* d'Orb.	»	toarcien.

Il semblerait qu'ici encore on trouve le mélange des fossiles des divers étages du lias dans une même couche.

V.

SUR LES FOSSILES DE DIVERS ÉTAGES PLACÉS DANS UNE SEULE COUCHE.

Avant de continuer à rechercher les preuves de la présence du terrain triasique, je veux m'arrêter un moment sur le fait qui ressort des listes de fossiles que je viens de donner. Elles prouvent avec évidence que les fossiles des divers étages du lias sont associés dans une seule et même couche.

Cette association ou ce mélange paraît ne pas s'être fait toujours de la même manière, mais il existe dans un grand nombre de localités ; en voici la preuve :

A *Meillerie*, ce sont les fossiles de l'étage moyen et inférieur qui sont associés, et sur 9 espèces d'ammonites j'en trouve :

6 de l'étage liasien et
3 de l'étage sinémurien.

Au *Môle*, il semble que les fossiles des quatre étages du lias soient associés. Je trouve en effet dans la liste que j'ai donnée:

6 espèces appartenant au toarcien;
10 » liasien;
9 » sinémurien;
4? » aux couches de Kössen ou 4e étage du lias.

Ces observations semblent être confirmées par celles du *Grammont* et de la *Pointe d'Orchez*, mais les fossiles y sont trop peu nombreux pour qu'on y attache une grande importance.

Ces faits ne sont pas exceptionnels et l'on peut en trouver une éclatante confirmation dans d'autres localités.

Dans la liste des fossiles recueillis à *Montreux* dans le canton de

Vaud, par M. Morlot, et déterminés par M. Ooster[1], on voit que les espèces caractérisant chacun des étages du lias sont associées, et l'on trouve:

9 espèces appartenant à l'étage toarcien;
11 » liasien;
8 » sinémurien.

Les rochers de Montreux sont le prolongement de ceux de Meillerie. Mais je dois dire que dans cette note un trop grand nombre d'espèces sont d'une détermination douteuse, pour qu'on puisse en tirer une conclusion positive.

Dans la partie orientale du canton de Vaud près de *Bex*, M. Renevier a trouvé réunis les fossiles du lias supérieur et ceux du lias moyen; ceux du lias inférieur paraissent avoir un gisement distinct[2].

Au *Stockhorn* les fossiles des étages liasien et sinémurien paraissent être mélangés, d'après les listes données par M. Brunner[3].

Dans le *Voralberg*, les fossiles du lias moyen sont associés avec ceux du lias supérieur, d'après M. Escher, dans la couche portant le n° 11 de son mémoire[4].

Dans la liste des fossiles du *col des Encombres* donnée par M. Sismonda[5], on trouve:

5 espèces appartenant au lias inférieur;
14 » moyen;
12 » supérieur.

M. Omboni[6] a fait connaître que de l'autre côté des Alpes dans le Tessin, le marbre exploité sous le nom de *marbre de Saltrio et Arzo* occupe à peu près la partie inférieure du terrain jurassique. Il y a recueilli:

[1] Bullet. soc. vaudoise des sc. nat., 1857; t. V, p. 220.
[2] Bullet. soc. vaudoise des sc. nat., 1852; t. III, p. 139.
[3] Mém. Soc. helvétiq. t. XV.
[4] Mém. Soc. helvétiq. des sc. nat., 1853; t. XIII. Geol. Bemerkungen, etc., p. 7.
[5] Voyez l'appendice, n° III.
[6] Bullet. Soc. géol. de Fr.; 2e série, t. XII, p. 517.

1 espèce appartenant à l'étage toarcien;
5 » liasien;
10 » sinémurien;
2 » salifèrien;

ce qui indique peut-être la présence des couches de Kössen. Les cinq autres espèces sont oxfordiennes et bajociennes. Dans le *calcaire rouge ammonitique* qui se trouve au-dessus le mélange existe encore, mais la majorité des espèces est en rapport avec leur position et indique un âge plus jeune que celui de la roche précédente.

15 appartiennent à l'étage toarcien;
5 » liasien;
1 » sinémurien;
8 autres aux terrains jurassiques plus jeunes.

Enfin cette association de fossiles de divers étages, dans une même couche, a été signalée d'une manière très positive dans les Cévennes et dans les environs de Montpellier, par MM. de Rouville et Dumas[1].—Dans cette région le calcaire à gryphées arquées, qui dans le Jura salinois présente une épaisseur de 6 mètres, atteint 300 mètres, et sur 18 espèces de mollusques énumérées par M. Dumas:

2 appartiennent au lias supérieur;
10 » moyen;
6 » inférieur.

Ces faits sont complétés et appuyés par ceux du même ordre signalés, il y a longtemps, par M. Fraas, dans la couche de St.-Vigor et des Moutiers en Normandie[2], et par M. Renevier sur le terrain crétacé des Alpes. Ce savant a dernièrement attiré l'attention de la Société helvétique des sciences naturelles, sur un mélange remarquable de fossiles cénomaniens et de fossiles du Gault dans les Alpes vaudoises[3].

Tous ces faits observés par des géologues différents dans des locali-

[1] Descript. géol. des environs de Montpellier, p. 143.

[2] Descript. géol. des environs de Montpellier, p. 145. Leonhard et Bronn, Neues Jahrbuch, 1850, p. 138. Quarterly J. geol. S. of London, t. VII, misc. 61.

[3] Archives des sc. phys. et nat., 1858; t. III, p. 133.

tés éloignées les unes des autres ont une importance paléontologique, qu'on ne peut méconnaître[1].

En recherchant les causes qui ont pu faire naître ce mélange, je ne puis les voir que *dans des circonstances particulières contemporaines* de ces dépôts, comme l'a dit M. d'Archiac[2]. Aucune circonstance postérieure à leur formation n'a pu avoir d'influence sur l'association de ces êtres organisés.

Ces circonstances me paraissent pouvoir être de deux espèces : 1° La nature physique du milieu dans lequel les animaux vivaient. On a souvent fait remarquer combien les faunes fossiles sont semblables dans des milieux semblables. On a constaté, par exemple, certaines analogies entre la faune des marnes du lias, celle des marnes oxfordiennes et celle des marnes néocomiennes. On a également fait remarquer les ressemblances qui se trouvent entre les terrains coralliens des différents âges du globe. Il se peut que si dans certaines localités de la mer liasique, les étages se sont succédé sans changer de nature, la faune qui vivait dans ces localités ait été moins modifiée que dans les lieux où un changement physique dans la nature des sédiments s'est fait sentir avec force[3]. 2° On peut trouver la seconde cause du mélange en recherchant l'état de la contrée dans laquelle on l'observe, à l'époque où les animaux vivaient. — Mais, pour le bien comprendre, il faudrait pouvoir se représenter exactement le fond de la mer à cette époque reculée, et l'on peut tout au plus en avoir une idée générale. — La science est assez avancée pour que l'on puisse retracer sur des cartes géographiques ce qui était

[1] On ne peut, je crois, rien conclure du nombre des espèces de chaque terrain dans les observations indiquées ci-dessus : 1° parce que les collections qui ont servi à établir chacune des listes citées n'ont peut-être pas été faites de manière à ce que les rapports de ces nombres fussent bien déterminés ; 2° parce que tous les ouvrages de paléontologie ne sont pas d'accord sur l'âge exact de chacune des espèces qui composent ces listes. Or, cet accord devrait être la base de ce genre de recherches.

[2] Hist., t. VII, p. 703.

[3] Il en résulte aussi que deux étages qui sont formés exactement des mêmes roches sont faciles à confondre en un seul.

terre et ce qui était mer avant l'apparition de l'homme, mais elle ne peut que bien difficilement nous apprendre la forme du fond de l'espace qui était sous l'eau. Or c'est ce qu'il faudrait connaître.

Cependant je serais porté à croire que le mélange s'est produit dans des régions dont le sol, alors assez accidenté, présentait des ondulations de terrains, qui mettaient les animaux en partie à l'abri des circonstances qui renouvelaient les espèces dans d'autres régions. — Cette seconde cause est évidemment inséparable de la première.

Je prends les Alpes pour exemple et je crois qu'à l'époque liasique le sol sous-marin de l'emplacement où se trouve maintenant cette chaîne, était accidenté. En effet les végétaux terrestres si nombreux qui accompagnent les anthracites des Alpes, nous prouvent qu'à l'époque carbonifère une partie de cette grande chaîne était émergée. C'est ce qui a été tracé approximativement sur la carte de géographie du monde de cette époque publiée par Beudant, d'après les travaux de M. Elie de Beaumont[1]. Un peu plus tard, à l'époque triasique, la mer recouvrit de nouveau l'emplacement des Alpes, comme le montreront la suite de ce mémoire et la figure 19 de la planche III. Mais le fond de la mer n'en conserva pas moins une protubérance considérable, plus ou moins articulée. C'était le commencement de la chaîne des Alpes. L'époque liasique trouva cette région dans cet état; et les animaux de cette époque pouvant vivre dans des bassins plus ou moins fermés, dans les anfractuosités ou dans les golfes sous-marins de cette terre immergée, ont peut-être été préservés de la destruction qu'ils ont trouvée ailleurs.

Il en est à peu près de même des terrains des environs de Montpellier et des Cévennes. Cette région était dans le voisinage des montagnes du centre de la France émergées à l'époque du lias, d'après la carte de la mer jurassique publiée par Beudant, et par conséquent le fond de la mer présentait probablement de nombreuses anfractuosités.

D'après ces hypothèses, ce serait donc dans la continuation des sédiments de même nature et dans une configuration de terrain fortement

[1] Cours élément. d'hist. nat. Géolog., p. 295.

accidentée qu'on devrait chercher la cause de l'association des fossiles des divers étages, dans une seule et même couche[1].

VI.

MATRINGE.

Le petit village qui porte ce nom est situé dans la province de Faucigny, sur la rive droite du Giffre, entre St.-Jeoire et Taninge, pas loin de Mieussy. Près de ce village on exploite une carrière de gypse, dont la position présente de l'intérêt. On y voit (pl. II, fig. 5) un énorme massif de couches jurassiques (1, a) ayant peut-être plus de 1000 pieds d'épaisseur reposer sur les couches de Kössen. Ce terrain jurassique, qui sans doute appartient en grande partie au lias, est formé de couches de calcaire noir alternant avec des ardoises noires et des calcaires qui sont parfois brèchiformes ou à l'état de conglomérat. Dans une autre publication j'avais désigné *provisoirement* ce terrain sous le nom de *Calcaire du Chablais*[2]. Il constitue la montagne nommée Dent de Marcely ou Pointe de Taninge et présente exactement la même apparence que certains terrains de la Tarentaise que l'on classe également dans le lias. Les couches de Kössen (1. b. c. d.), qui ont environ 50 pieds d'épaisseur, présentent différentes assises. Elles renferment les fossiles suivants :

[1] M. le professeur Pictet a parlé à plusieurs reprises de ces associations, dans les considérations générales qui accompagnent son traité de Paléontologie (2de édit., 1853). Dans les quatre causes qu'il signale à la p. 78, comme pouvant produire la destruction des faunes, j'en trouve trois qui, tout en étant des causes qui peuvent s'étendre à de grandes distances dans certaines circonstances, sont cependant de nature à ménager les animaux vivants dans les golfes, anfractuosités du sol ou bassins plus ou moins fermés, dont j'ai parlé.

[2] *Bullet. soc. géolog. de France*, 1849 ; t. VII, p. 50. — *Archives des sc. phys. et nat.*, 1849 ; t. X, p. 315. — 1858, t. I, p. 165. — Studer, Mittheil. der Nat. Ges. in Bern, n° 216 *bis* 218.

Avicula contorta, Portl., très-abondants.
Anomia irregularis, Terq.
Cerithium Jobæ, Terq.
Sardontomicus? Quenst. Der Jura. Pl. II, fig. 34.

La couche n° 1, b. est un calcaire noir, formé de plusieurs bancs. Elle est placée au-dessus d'une petite couche de charbon (1. c.) d'assez bonne qualité, mais trop mince pour être exploitée.

Il faut remarquer ici que ce charbon se trouve évidemment dans le terrain jurassique, et qu'il ne serait pas impossible qu'il se rencontrât quelque part ailleurs dans les Alpes où il a peut-être été confondu avec le charbon du terrain anthracifère ou terrain houiller.

Au-dessous de la veine de charbon, se voient encore un ou deux petits bancs de calcaire (d.) associés à une mauvaise mine de fer de trois pouces d'épaisseur. Puis vient une couche d'ardoise pourrie (1 pied) et au-dessous un calcaire en rognons d'un gris blanchâtre. Cette couche présente une épaisseur de 6 à 8 pieds.

Plus bas encore, on voit une couche (2. a) qui offre un intérêt tout particulier; c'est un calcaire marneux rouge avec quelque taches vertes, qui présente une épaisseur de 80 à 100 pieds.

Je n'ai vu nulle part cette couche aussi bien développée dans les Alpes de la Savoie, sauf peut-être sur son prolongement près de la Pointe d'Orchez, de l'autre côté de la rivière du Giffre. Cette couche appartient-elle au terrain du lias comme le calcaire rouge de la Lombardie et celui de Chenou, près Marsigny, dans le département de Saône-et-Loire, ou aux marnes irisées? N'ayant pu y découvrir aucun fossile, je ne puis user de la paléontologie pour la solution de cette question. Mais au point de vue de la stratigraphie il me paraît cependant, que ce calcaire rouge se trouvant au-dessous des couches de Kössen, ou quatrième étage du lias, est placé sur le même horizon géologique que certaines couches des Alpes allemandes, auxquelles M. de Hauer avait donné, il y a quelques années, le nom provisoire de Muschelkalk supérieur ou couches de Hallstadt, qui paraissent être des

[2] D'Archiac, hist., t. VII, p. 375, 376, 383, 385, 389.

marnes irisées[1]. D'après le savant géologue de Vienne que je viens de nommer, ces couches renferment l'*ammonites aon*, et se trouvent à Wengen, St-Cassian, etc. La couche de Matringe me semble être encore sur le même horizon géologique, que les couches de Raibl, également décrites par M. de Hauer, dans un mémoire plus récent[2]. Elles forment, dans une partie des Alpes autrichiennes et des Alpes vénitiennes, la partie la plus élevée du terrain triasique. Lors même que ce calcaire rouge ne serait pas exactement l'équivalent des couches de Hallstadt ou de celles de Raibl, il doit être rapporté au terrain des marnes irisées. M. Oppel range, en effet, dans ce dernier terrain, les couches placées au-dessous de la zône du *Bone bed*, caractérisées par l'*Avicula contorta* Portl[3]. Or, c'est évidemment la position du calcaire rouge de Matringe.

Au-dessous de cette grande assise l'on trouve les couches (n° 2) que je range également dans les marnes irisées. C'est d'abord une dolomie grise, blanche ou rose, ayant environ 30 à 40 pieds d'épaisseur. Puis, la cargneule et le gypse, qui ont une épaisseur d'environ 50 pieds, ce dernier est en couches fortement contournées. Il est blanc dans certaines parties; mais, en général, il est sale et même noir dans d'autres places. — Il paraît former une couche placée dans la même position que les rochers entre lesquels il est resserré.

Il est donc évident que dans cette localité, comme partout, les cargneules et les gypses sont au-dessous du quatrième étage du lias.

La coupe de la localité que je décris ne serait pas complète si je n'indiquai en dessous du gypse une grande couche de calcaire gris, veiné de blanc (x), de 150 pieds d'épaisseur. Elle renferme quelques rares bélemnites et quelques coraux. Mais cette grande masse est indépendante et sans liaison avec les terrains précédents. Elle est presque verticale et à sa gauche l'on voit une grande masse jurassique, composée de calcaire, de marnes et de grès en assises fortement contournées (y), renfermant beaucoup de fucoïdes.

[1] D'Archiac, hist., t. VII, p. 375, 376, 383, 385, 389.

[2] Sitzungs. d. k. Akad. d. Wissenschaften 1857. t. XXIV, p. 537.

[3] Bullet. S. G. de Fr. 2e série, t. XV, p. 657.

La découverte de fossiles caractérisant les couches de Kössen dans la partie inférieure des roches de la pointe de Taninge ou Dent de Marcely, me fait croire que la plus grande partie des calcaires variés qui forment cette énorme montagne, appartient au lias.

Cette classification d'un système de couches qui présente un prolongement facile à constater jusque sur les bords du lac de Thoune, dans des terrains des Alpes suisses, dont l'âge est encore incertain, peut avoir quelque importance et faciliter leur détermination.

VII.

TANINGE.

Près de la petite ville de Taninge, les couches liasiques de la Dent de Marcely sont placées au-dessus du terrain anthracifère ou terrain houiller. Je ne veux pas décrire ce dernier terrain, ni démontrer son âge, ce qui serait facile au moyen des végétaux fossiles qu'il renferme. Ils ont été examinés par MM. Brongniart, Heer et Schimper[1]. Je veux pour le moment faire ressortir un seul fait. C'est celui de la présence d'une couche de gypse entre le lias et le terrain houiller.

Si on remonte le torrent du Foron, en marchant tantôt sur ses rives tantôt dans son lit, on arrive dans un endroit qui est connu sous le nom du Creux de Nonthey[2]. En reprenant la coupe de haut en bas, on obtient la section suivante : on voit dans la partie supérieure les calcaires variés associés à des ardoises, etc. (n° 1. Pl. II, fig. 6). Je les rapporte au lias. Ils font partie de la Dent de Marcely. A la partie inférieure on

[1] Archives des sc. phys. et nat., 1858; t. I, p. 165.

[2] On doit prononcer le *th.* à l'anglaise.

devrait trouver les couches de Kössen, mais je n'ai pu y reconnaître aucun fossile.

Plus bas vient le calcaire rouge (2. a), dont j'ai déjà parlé dans la coupe de Matringe. Puis au-dessous on rencontre le gypse et la cargneule (2), et enfin plus bas encore, se trouve le grès houiller parfaitement caractérisé.

Le gypse est donc placé ici dans la position que doit occuper le trias.

VIII.

CONSIDÉRATIONS DIVERSES.

Je crois que les démonstrations précédentes suffisent pour conclure: *que la plupart des couches de cargneule et de gypse des Alpes de la Savoie appartiennent au terrain des marnes irisées, et cet âge me paraît démontré pour toute couche de cargneule ou de gypse, qui se trouve associée au terrain jurassique inférieur*[1].

Cette loi, si j'ose lui donner ce nom un peu ambitieux, aura, je crois, une assez grande importance pour la géologie des Alpes; les cargneules et les gypses étant fort répandus dans ces montagnes.

Jusqu'à présent, les cargneules avaient échappé aux classifications. N'est-il pas remarquable de voir Deluc[2] prendre pour des tufs, les cargneules de la vallée de Montjoie, et de Saussure confondre les tufs et les cargneules[3]. Ce dernier s'occupe même des causes qui ont pu former un tuf (qui n'est autre qu'une cargneule), sous l'ancienne mer à la grande hauteur du col de St.-Théodule[4].

[1] Cette classification peut sans aucun doute s'étendre à une grande partie des Alpes suisses et françaises, comme je chercherai à le montrer par une ou deux sections placées plus loin.

[2] Lettres physiques et morales, t. V, p. 399.

[3] Voyages, §§ 707, 762, 846, 2273.

[4] Voyages, § 2261.

Brochant de Villiers, si exact d'ordinaire, confond aussi les cargneules et les tufs[1]. Je pourrais facilement indiquer encore des descriptions géologiques plus modernes, accompagnées de coupes, s'occupant de régions où les cargneules et les gypses jouent un rôle important, et dans lesquelles ces roches ont été négligées.

On a cru que les gypses ne se montraient dans les Alpes qu'en amas isolés. Mais la carte géologique d'une partie de la Savoie, que j'ai à peu près terminée, montre que les lignes de cargneule et de gypse ont jusqu'à vingt et trente lieues de longueur, et qu'elles s'étendent du canton du Valais, en Dauphiné, en traversant toute la Savoie.

Ces lignes sont donc l'affleurement d'une véritable couche analogue à l'affleurement de toutes les autres couches des terrains de sédiments. Les dislocations qui ont donné au terrain jurassique ses formes ont affecté ces roches de la même manière.

La nature de ce gisement, doit, il me semble, faire renoncer à l'idée que l'on avait émise sur l'origine des masses de gypse. Dès 1778, Deluc regardait les gypses du Cramont comme étant une altération de la matière *primordiale*[2]. C'était un aperçu de ce que l'on a appelé depuis, le métamorphisme. Lamanon, au contraire, pensait que les gypses avaient été déposés dans les lacs d'eau douce[3]. Brochant de Villiers ne s'occupant pas de l'origine des gypses, mais de leur âge, montra contrairement à l'opinion accréditée par Freisleben, de Buch, Dolomieu, etc., mais d'accord en partie avec de Saussure[4], que les gypses des Alpes n'étaient pas primitifs : « Le gypse des Alpes, dit-il, n'est point contem-« porain, mais postérieur au schiste micacé, et il n'y a aucune raison « pour le regarder comme primitif[5]. »

Charpentier, en 1819, démontra que non-seulement les gypses de Bex, mais encore une partie des gypses des Alpes étaient placés dans le

[1] *Journal des Mines*, t. XXIII, p. 338.

[2] Lettres phys. et mor.; t. V, p. 429.

[3] *Jour. de phys.*; t. XIX, p. 185. — Il paraît que c'était également l'opinion du père Pini.

[4] Voyages, § 1208 (1796).

[5] Annales des mines, 1817; t. II, p. 257 et 294.

calcaire de transition, qui depuis lors a été classé dans les terrains jurassiques. « On y trouve, dit-il, en couches subordonnées, du gypse, « du schiste argileux, etc.[1] »

Mais, en 1823, Jacquemont fit une tentative, infructueuse à mon avis, pour montrer que certains gypses étaient primordiaux, et en amas[2]. On ne crut pas à l'âge qu'il leur assignait, mais on crut à la forme qu'il leur donnait. Depuis lors on s'était arrêté à l'idée que les gypses se trouvaient dans les Alpes en amas isolés, mais alignés[3]. Relativement à l'origine de cette matière on adopta l'idée de Deluc en la modifiant, et l'on pensa que les gypses étaient une transformation du calcaire[4]. Il faut cependant se rappeler que les gypses des Alpes ne proviennent pas directement du calcaire, parce qu'il est bien reconnu qu'ils ont pour origine l'hydratation de l'anhydrite. Dans cette théorie, ce serait donc cette dernière substance qui devrait provenir du calcaire.

Toutefois cette idée sur la transformaion du calcaire était admissible pour expliquer l'origine des gypses, lorsqu'on les croyait en amas. Mais maintenant qu'il est bien constaté qu'ils forment des couches[5], quoiqu'ils ne soient pas visibles partout, l'on doit nécessairement admettre que ces couches se sont formées de la même manière que celles du terrain triasique du Jura salinois, celles de Lorraine ou celles d'Allemagne. Tout en admettant que les gypses de nos Alpes sont une transformation de l'anhydrite, on ne peut plus supposer que les couches d'anhydrite soient une transformation directe du calcaire.

[1] Annales des mines, 1819.

[2] Soc. d'hist. nat., de Paris, 4 juill. 1823.—Bullet. philomat., 1823, p. 105.—Annal. des sc. nat. Sept., 1828, p. 87.—Bullet. de géol. de Férussac ; t. V, p. 20.

[3] Studer, Geol. der Schweiz; t. I, p. 410.

[4] Beudant, *Traité de minéralogie*, t. I, p. 595. —Cette idée a été généralement adoptée et elle a été appuyée par des considérations qui ne manquent pas de force. Elie de Beaumont, Bullet. soc. géol. de Fr., 1837; t. VIII, p. 174.

[5] On retrouve des traces de cette opinion dans l'ouvrage de *Ebel*, sur la structure de la terre, dans le mémoire de *Charpentier*, déjà cité, et dans celui de *Lardy*, Constit. géograph. du St.-Gothard. Mém. de la soc. helvétiq., 1833; t. I, p. 252.

Toutes les observations montrent également que les gypses sont inséparables des cargneules, et cette dernière roche est également en couche.

Ces réflexions assimilent complétement le terrain triasique des Alpes au terrain triasique des autres pays et détruisent l'une de ces exceptions dont on s'était plu naguère à parsemer la géologie des Alpes. Pour ma part, je cherche depuis longtemps à les faire toutes rentrer dans les lois connues.

Je dois dire, cependant, qu'il existe des cargneules et des gypses qui paraissent plus récents que le terrain triasique. Telle est, par exemple, la bande formée par ces roches, entre Manigod et le Bouchet, au sud de la ville de Thônes. Elle est placée dans un énorme massif de grès à fucoïdes, supérieur au calcaire nummulitique, qui d'une manière générale forme les contreforts du mont Charvin et de la Tournette.

M. Gras pense que les cargneules appartiennent à tous les âges[1].

Quelques savants se sont également occupés, non pas précisément de l'âge de la cargneule mais de son mode de formation. M. Haidinger[2] croit que cette roche provient de la transformation partielle de la dolomie en carbonate de chaux, sous l'influence d'une dissolution de gypse; c'est une dédolomisation.

L'opinion de M. Brunner[3] est que dans les soulèvements « les fentes « restant ouvertes laissèrent un passage aux gaz qui produisirent la « cargneule en se dégageant de l'intérieur. » Quoique j'estime très hautement les mémoires de ce savant, je ne puis être d'accord avec lui par la raison fort simple que la cargneule ne se trouve pas dans les fentes, mais elle est placée au-dessous de tous les terrains jurassiques, et si

[1] Annales des mines, 1854; t. V, p. 473.

[2] Haidinger, Bullet. de la soc. des amis des sc. de Vienne, 23 juill. 1847, p. 97. — Arch. des sc. phys. et nat., 1848, t. VII, p. 325.

[3] *Sur les phénomènes de soulèvement dans les Alpes suisses*, Biblioth. Univer. de Genève 1852.—Abdruck, a. d. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Gesells. Jahrg., 1851.— *Geogn. Besch. der Gebirge des Stockhorns.*—Mém. de la Soc. helvét. des sc. nat. t., XV.

je me représente facilement l'influence que peut avoir un dégagement de gaz dans une fente ou sur un amas, je ne comprends pas sa manière d'agir sur toute une couche. Il faut remarquer encore que dans la chaîne du Stockhorn décrite par le même savant, la cargneule est plus liée avec le lias inférieur qu'avec aucun autre terrain : que celui-ci ne se montre pas une fois sans la cargneule, et que sur quatre bandes de cargneule qui sont tracées sur la carte, il y en a trois qui sont associées au terrain jurassique inférieur.

M. Logan croit que les roches magnésiennes sont le résultat de l'action du carbonate de soude sur l'eau de la mer[1].

M. Delesse a étudié la composition des cargneules, dans son travail sur le *Métamorphisme exercé par les roches granitiques sur les roches calcaires des Alpes suisses*[2]. Les calcaires magnésiens caverneux, les *rauhwackes*, dont il parle, sont des cargneules. Ce mémoire, fait avec soin et avec un savoir qui est précieux, ne prouve pas cependant que ces roches soient le résultat de l'action des roches granitiques sur les roches sédimentaires. C'est ce que M. Delesse exprime lui-même en ces mots : « Il est difficile de dire si cela (la structure plus cristalline du « calcaire à mesure qu'on se rapproche de la roche granitique) résulte « d'une action immédiate de la roche granitique, ou bien de la forma- « tion même des montagnes. » Je crois avec M. Delesse que la magnésie du calcaire caverneux a été originairement déposée dans les couches calcaires, et lui-même semble appuyer l'idée de M. Haidinger lorsqu'il dit : « Il semblerait donc qu'un calcaire magnésien peut per- « dre de sa magnésie lorsqu'il est en contact avec une roche trappéenne « ou granitique; c'est sans doute à cette circonstance qu'il doit alors « sa structure caverneuse. »

[1] Litt. Gaz., 1857, p. 1028.— Archives, 1857, t. XXXVI, p. 268 et t. XXXV, p. 293.
[2] Archives des sc. phys. et nat., 1858, t. I, p. 344.

IX.

QUELQUES PARTIES DES TERRAINS LIASIQUE ET TRIASIQUE DANS LES CHAINES EXTÉRIEURES DU CHABLAIS ET DU FAUCIGNY.

L'âge que j'ai assigné aux cargneules et aux gypses ne serait pas suffisamment démontré si je ne donnais pour preuve que les localités de la Dranse, de Meillerie, du Grammont, de Matringe et de Taninge. Pour mieux prouver cet âge, je vais passer en revue quelques-unes des localités où le terrain triasique est bien développé. Disons d'abord quelques mots des chaînes extérieures.

Le terrain du lias occupe à lui seul en Chablais et dans une partie du Faucigny, un espace d'environ quinze lieues carrées[1]. Cette espèce de grand quadrilatère, qui contient des montagnes élevées telles que la Pointe de Marcely, le Roc d'Enfer, la Pointe de Grange, la Mossetta, les Hautforts, etc., est borné de tous les côtés par les gypses et les cargneules, qui se trouvent à sa base. Sur sa limite placée du côté du nord, la zone des gypses et des cargneules n'est pas toujours à découvert, mais les localités où l'on peut voir ces roches sont assez nombreuses et se suivent d'assez près pour prouver avec évidence qu'elles appartiennent à une seule et même couche. Elles se trouvent sur une ligne qui s'étend des environs de Thiez près Bonneville, à la chapelle d'Abondance, et peut-être à Vionnaz en Valais.

La limite du quadrilatère de lias est mieux déterminée encore du côté du sud-est. Les gypses et les cargneules y forment une zone continue. M. de Charpentier l'a signalée depuis longtemps dans le Val d'Il-

[1] Sans compter quelques massifs détachés; mais en y comprenant le grand massif de serpentine que j'ai décrit. — *Bullet. de la classe d'industrie de Genève*, 23 octobre 1854.

liers[1]. Les mines de sel de Bex[2] se trouvent dans son prolongement, et ce savant a montré que du côté du nord-est cette zône s'étendait jusqu'au lac de Thoune. Dans le Val d'Illiers, elle renferme les eaux minérales de Morgins, très-riches en sel, ce fait établit un rapprochement avec ce qui se trouve à Bex. Cette zône se prolonge par les cols de Coux et de Golèze jusque dans les environs de Samoëns; on la retrouve dans le ruisseau nommé Valentine et à Rivière-Enverse. Elle paraît se terminer près du col de Châtillon. Le dernier point où cette zone de cargneule et de gypse se laisse voir est un puits placé près des maisons du village de Châtillon, au-dessus de l'église; on y voit le gypse sous une épaisseur de seize mètres de diluvium glaciaire. Il en sort un fort dégagement d'hydrogène carboné, comme on l'a déjà dit[3]. Il était assez considérable et assez uniforme pour pouvoir servir de gaz d'éclairage dans les maisons voisines, et pour donner lieu au phénomène connu sous le nom de Fontaine-Ardente. On a dérangé ce dégagement par des fouilles dirigées dans le but d'en chercher la cause. En 1858, lorsque je visitai cette localité il était encore fort considérable. Quelques jours avant que je vinsse, un paysan ayant lancé une allumette enflammée dans le puits, il en était résulté une forte explosion qui avait fait sauter les planches et les madriers qui servaient à recouvrir l'orifice. Cette explosion avait crevassé le terrain dans les environs, et la flamme avait même fait courir quelques dangers aux maisons voisines.

Peut-être ce dégagement est-il lié à la présence souterraine du terrain houiller de Tanninge? Quoi qu'il en soit, il est vraisemblable que ce dernier terrain est situé, sur ce point, à une énorme profondeur.

[1] *Annales des mines*, 1819.

[2] Je dois à l'obligeance de M. de Charpentier des gryphées arquées qui proviennent de la mine, dite du Fondement. Il en résulte qu'il y a au moins une des couches de gypse des mines de Bex, peut-être même les deux, qui sont placées au-dessous du calcaire à gryphées arquées. Les gypses et le sel de ces mines seraient alors triasiques.

[3] *Courrier des Alpes*, 27 septembre 1855.

X.

AFFLEUREMENTS ET COMPOSITION DU TERRAIN TRIASIQUE DANS L'INTÉRIEUR DES ALPES.

Je poursuis maintenant mes observations, en me rapprochant de la chaîne centrale des Alpes. Je rencontre bientôt une des couches de cargneule et de gypse des plus remarquables. Elle commence à Saillon en Valais. Elle passe par les hautes sommités de Fouilly et près du village de Morcle. Elle redescend aux bains de Lavey; se trouve au col de Salanfe, à cinq heures au-dessus de St.-Maurice. Elle passe par les cols d'Emaney, de Barberine; se voit dans la sauvage vallée d'Entraigues, à l'est du Buet; remonte sur le Buet; se trouve au col de Salenton; passe à Moïde et à Servoz. Il est très-probable que cette même couche suit l'Arve, se montre de nouveau à St.-Gervais, à St.-Nicolas de Véroce, au col Joly, au lac de la Girotta, à Beaubois, Arèche, au col de la Bâtie et à la Roche-Cevins en Tarentaise.

Une couche de cargneule qui a déjà été fort remarquée, est celle qui se montre sur le col de la Forclaz, près de Martigny en Valais. On la retrouve au col de Balme. Elle suit la base septentrionale de la chaîne du mont Blanc jusqu'au village des Contamines. Elle continue par N.-D. de la Gorge, à Roselen. Elle passe à la chapelle de St.-Guérin, vallée de Poncelamont, au col de la Louza, d'où elle descend par le Val de la Grande-Maison et Naves, à Petit-Cœur et à Douci en Tarentaise. Cette couche de cargneule et de gypse, qui est placée à Chamonix, sur le revers nord du mont Blanc, paraît être la même que celle qui se retrouve sur le revers méridional de la montagne placée à l'est de la Roche-Cevins, au bord de l'Isère, quoique cette montagne soit regardée comme étant le prolongement de la chaîne du mont Blanc.

Une autre couche de cargneule que j'ai, il est vrai, moins bien suivie que les précédentes, aboutit au col des Encombres. On peut la suivre de la vallée de la Thuile et du petit St.-Bernard, dans la vallée de l'Isère et dans celle de Belleville.

Ces différentes couches de cargneule et de gypse sont placées en dessous des terrains jurassiques, comme on va le voir par les diverses coupes que je vais donner. Elles reposent tantôt sur le terrain anthracifère, tantôt sur les schistes cristallins. Je reviendrai sur ce sujet.

On ne peut cependant s'assurer sur chaque point des lignes que j'ai indiquées, de la position des roches qui composent le terrain triasique. Les dislocations du sol et les éboulements sont tels, qu'il n'y a que quelques points privilégiés où les coupes décisives puissent se prendre.

Le terrain triasique de la contrée qui nous occupe, n'est pas uniquement composé de cargneule et de gypse. Avec les affleurements de ces masses minérales, on voit aussi d'autres roches qui font également partie du terrain triasique. M. Fournet en a parlé, il y a quelques années, dans un mémoire fort savant et malheureusement trop court[1].

Les principales de ces roches sont :

1° *Un schiste argilo-ferrugineux rouge et vert*, qui se trouve en dessous de la cargneule. La base de cette roche est d'un rouge lie de vin. Elle est parsemée de taches d'un vert clair. «C'est, dit M. Necker[2], un « *psammite schistoïde*, de Brongniart, à grains si fins, qu'il paraît une « roche homogène, un *phyllade pailleté* du même auteur.» Quoique plus dure que les marnes irisées, cette roche leur ressemble beaucoup. Il est vraisemblable que cette dureté est le produit d'une action métamorphique, que l'on reconnaît dans presque tous les terrains de sédiments, qui entrent dans la composition des Alpes.

2° Un grès siliceux que l'on a nommé Arkose. Il est quelquefois

[1] *Note sur quelques résultats d'une excursion dans les Alpes.* Soc. d'agriculture. d'hist. nat. de Lyon, 19 avril 1850.— *Bullet., soc. géol. de France*, 1850, t. VII, p. 548. —*Archives des sc. phys. et nat.*, 1851, t. XVII, p. 72.

[2] *Mémoire sur la vallée de Valorsine.*— Mém. soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève, 1828, t. IV.

formé de grains fins de couleur un peu verdâtre, d'autres fois les grains sont plus gros et peu arrondis. On y voit toujours des fragments de quarz rose, qui souvent forment la roche à eux seuls. — Ces grès sont placés en dessous de la roche précédente. Ils correspondent à une partie du Verrucano de M. Studer[1]. On voit dans l'excellent ouvrage publié par ce savant sur la géologie de la Suisse, que les trouvailles de M. Curioni, sur le revers méridional des Alpes, font rapporter au trias le Verrucano de ces montagnes

Ces grès ont été décrits par M. Necker. Il les regarde comme la couche la plus ancienne des terrains de sédiment. Cependant, ils reposent souvent sur les grès anthracifères, comme on le verra dans les coupes suivantes. Ils reposent aussi, à stratification discordante[2], sur des roches rougeâtres schisteuses, qui paraissent cristallines.

XI.

QUELQUES COUPES DU TERRAIN TRIASIQUE.

Afin de faire mieux saisir l'uniformité qui existe dans la composition du terrain triasique, je vais donner quelques coupes prises dans les grands affleurements que j'ai signalés et dans quelques autres localités. Je les décrirai en les suivant de haut en bas.

[1] Geol. der Schweiz, t. I, p. 412.

[2] Voyez sur cette discordance, *Charpentier. Mém. cité.— Ma notice sur la position relative des terrains des Alpes.* Bullet., soc. géol. de France, 1847, t. IV, p. 996, ou archives, 1847, t. V, p. 120, et celle *sur les environs de Chamounix*, Archives, 1848, t. VII, p. 279. Dans ce temps, je confondais le trias avec le terrain anthracifère.

RAVIN DU METTENBACH.— Ce ravin est situé sur les flancs de la Jungfrau. Je l'ai traversé en allant de Lauterbrunnen au Roththal, localité célèbre en géologie par la manière dont le gneiss repose sur le calcaire . La section que je vais donner présente à mes yeux le double avantage d'être prise dans une localité fort éloignée de celles sur lesquelles je donnerai ensuite des détails, et de montrer par conséquent qu'un terrain triasique semblable à celui de la Savoie se trouve dans le centre de la Suisse. Elle permet, en second lieu, de distinguer d'une manière certaine deux roches que l'on pourrait être tenté de confondre, savoir : l'oolite-ferrugineuse, contenant des ammonites et des bélemnites, et le schiste argilo-ferrugineux rouge et vert. Je n'ai pas retrouvé dans la Savoie un équivalent certain de la première de ces deux roches, qui est répandue dans les Alpes suisses.

Dans le ravin du Mettenbach, on voit les couches suivantes :

TERRAIN JURASSIQUE.

1° [2] Il est formé de *calcaire noir* dans le haut et de l'*oolite ferrugineuse* avec ammonites, et bélemnites, à la partie inférieure.

TERRAIN TRIASIQUE.

2° *Calcaire dolomitique*, d'un jaune paille; c'est une espèce de cargneule;

3° *Schiste argilo-ferrugineux, rouge et vert*, alternant avec des quartz compactes.

5° *Grès arkose* contenant de petits cailloux et des noyaux de quartz.

ROCHES CRISTALLINES.

8° *Gneiss*, contenant des noyaux d'une autre roche cristalline formée de quartz et de mica.

Je crois cette coupe fort exacte, quoiqu'elle présente quelques différences avec celle que M. Studer a donnée[3].

[1] Hugi, *Nat. Alpenreise* : un vol in-8°, 1830. Studer, *Bullet., Soc. géol. de France*, 1831, t. II, p. 51. — 1846, t. IV, p. 208. *Lehrbuch der Physikalisch. Geograph. und Geol.*, 1847, p. 217.—*Geol. der Schweiz*, t. I, p. 428.

[2] Tous les N^os^ des couches se rapportent à ceux de la coupe générale des terrains, fig. 3, planche II.

[3] *Geol. der Schweiz*, t. I, p. 429.

Dans la SECTION PRISE SUR LA RIVE DROITE DU RHONE, PRÈS DE MORCLE, à la limite du Valais et du canton de Vaud, dans les Alpes suisses, on voit les terrains suivants (Pl. II, fig. 7):

1° TERRAIN JURASSIQUE composé de *schiste argileux* et de *calcaires* plus ou moins noirs.

TERRAIN TRIASIQUE formant une grande couche qui s'étend de Saillon aux bains de Lavey, en recouvrant les roches cristallines et anthracifères. Il est composé des roches suivantes:

2° *Cargneule*, la couche est très-développée, particulièrement au lieu nommé Guer-de-Cor.

3° *Schiste argilo-ferrugineux rouge et vert.*

5° *Grès arkose à grains de quarz rose.*

ROCHES CRISTALLINES.

8° *Schistes cristallins.*

Dans le point où j'ai pris cette section, le grès paraissait reposer sur les roches cristallines. Il est évident, cependant, que lors même qu'il en serait ainsi sur ce point, les poudingues et les schistes avec les magnifiques empreintes de fougères qui appartiennent au terrain anthracifère, et qui les uns et les autres sont si bien développés près de là, à Derbignon, se trouvent placés entre le terrain triasique et les roches de cristallisation.

Le grès arkose de cette localité avait attiré l'attention de M. de Charpentier, en 1819[1]. « Cependant, dit-il, ce calcaire de transition (qui est « maintenant rangé dans les terrains jurassiques) ne repose pas im- « médiatement sur le terrain primitif; il en est séparé par un grès « formé de petits fragments légèrement arrondis, de quarz et de feld- « spath, agglutinés par un ciment argileux à peine visible. Le quarz « ainsi que le feldspath sont rougeâtres, jaunâtres ou verdâtres; l'acide « nitrique y fait reconnaître la présence d'un peu de chaux carbonatée.

« Ce grès que l'on peut considérer, à cause de son gisement, comme « une variété de grauwacke, forme une couche d'environ 30 pieds d'é- « paisseur. »

[1] *Mém. cité.*

Studer[1] et Lardy[2] ont également parlé de ce grès qu'ils nomment grès *arkose*. Le premier de ces savants l'a nommé, plus tard, *verrucano*.

Au COL DE SALANFE, sur la rive gauche du Rhône, entre la montagne du Salentin et la dent du Midi (Pl. II, fig. 8), on voit la coupe suivante dans des couches qui sont le prolongement de celles que je viens d'indiquer. Les couches se succèdent dans l'ordre suivant :

TERRAIN JURASSIQUE.

1° *Calcaire* d'un gris bleuâtre, contenant des bélemnites.

TERRAIN TRIASIQUE.

2° *La cargneule.*

3° *Le schiste argilo-ferrugineux rouge et vert.*

4° *Une couche d'ardoise mince;*

5° *Le grès arkose;*

ROCHES CRISTALLINES.

8° *Les schistes cristallins* qui passent à la protogine rose.

L'on voit dans la montagne du Salantin des porphyres gris et roses, d'où proviennent sans aucun doute les cailloux erratiques de cette roche, qui se trouvent épars dans le bassin du lac de Genève, et dont pendant longtemps on a ignoré l'origine. Cette montagne du Salantin appartient à la même chaîne que celle dans laquelle M. Necker a décrit des porphyres de la vallée de Valorsine.

Du col de Salanfe on peut facilement traverser les beaux pâturages qui portent le même nom. Ils sont placés dans l'un des cirques des Alpes les plus remarquables. Le fond est une plaine unie et peu inclinée, au milieu de laquelle l'on voit quelques grands rochers probablement erratiques, et une petite ville d'affreux chalets où l'hospitalité que l'on reçoit, quoique très-cordiale, est peu attrayante. Le fond si uni de ce cirque est, sans doute, la moraine profonde des anciens glaciers qui descendaient des hauteurs qui en forment les bords. Il a été tout à la

[1] *Alpes occidentales*, p. 162.

[2] *Naturgeschichtliche Umrisse, Geognostisches und Mineralogisches.*

fois nivelé et sillonné par les eaux résultant de la fonte de ces glaciers. Ces derniers qui avaient autrefois des dimensions bien plus considérables, sont encore fort grands. On les voit descendre des différents pics de la Dent du Midi, formés de calcaire jurassique. M. Necker la regardait comme inaccessible, lorsqu'il a publié ses *Etudes géologiques dans les Alpes*[1]; mais j'ai pu la gravir en 1851, et beaucoup d'autres personnes ont également atteint son sommet. La Tour Saillière occupe le fond du cirque de Salanfe. Elle est également formée de calcaire jurassique. Dans sa partie supérieure qui, à ma connaissance, n'a été atteinte que par deux chasseurs de chamois, l'on pourrait peut-être trouver quelques formations plus récentes. Sa hauteur est plus grande que celle de la Dent du Midi. Ses glaciers sont bien plus considérables encore. Les plus grands descendent du côté de la vallée de Sixt, d'autres se trouvent au-dessus de la vallée de Clusanfe et au-dessus de Barberine. Du côté de Salanfe, on ne voit guère qu'un seul glacier et il présente ceci de singulier, qu'il n'est pas en communication avec les névés et qu'il n'est entretenu que par les avalanches qui tombent de la Tour Sallière.

La Pointe d'Emaney forme le troisième côté de ce cirque. C'est une montagne moins remarquable et moins élevée que les précédentes. Elle est formée de roches cristallines.

C'est dans ce cirque de Salanfe que se trouvent les sources de la cascade de Pissevache, dont les eaux descendent en franchissant les immenses gradins qui relient le pic du Salantin, sur la rive gauche, au prolongement de la Pointe d'Emaney, sur la rive droite.

Au fond du cirque se trouve un passage nommé le COL D'EMANEY. Il est placé entre les terrains jurassiques de la Tour Sallière et les schistes cristallins de la Pointe d'Emaney. On y rencontre les roches du terrain triasique. Elles s'y trouvent dans le même ordre et présentent la même succession que celles que j'ai indiquées au col de Salanfe. Je crois donc qu'il est inutile d'en donner une coupe détaillée.

[1] T. I, p. 75. — La mesure barométrique que j'ai prise au sommet, m'a donné une hauteur de 3287 mètres au-dessus du niveau de la mer.

LE GRENAIRON ET LA VALLÉE D'ENTRAIGUES. J'arrive maintenant à une coupe prise dans une localité que je crois complétement inconnue. Elle est placée dans le fond de la vallée nommée Entre-les-Eaux ou Entraigues, comme M. Necker l'indique sur sa petite carte des environs de Valorsine. En patois on la nomme *Intre-les-Iwes*. Cette vallée se trouve au pied oriental du Buet. Elle descend du col du Génévrier, qui la sépare du vallon des Vieux-Emoussons. Le grand glacier qui provient du Buet la traverse et la ferme près de sa partie supérieure. Elle débouche dans la vallée de Valorsine en face de la Poyaz, entre le mont Oreb, qui sert de base au Buet, et le mont Loria. C'est une des vallées les plus sauvages et le moins visitées des Alpes de la Savoie; et certes, ce n'est pas sans raison, car elle n'est pas facile à parcourir. Je la traversai en allant de Sixt à Argentière par le passage du Grenairon. Cette journée fut longue et ce ne fut pas sans quelques peines que mon compagnon[1] et moi nous nous tirâmes d'affaire.

La structure des montagnes qui bordent la vallée de Sixt présente un grand intérêt, mais sa description m'entraînerait trop loin pour que je veuille la faire ici.

Je ferai simplement remarquer qu'une grande partie des schistes calcaires noirs, qui parfois ont une apparence légèrement talqueuse, et qui forment la plus grande partie de la montagne du Grenairon que l'on nomme quelquefois aussi le *Vieux-cheval-blanc*, appartient au terrain oxfordien inférieur ou étage callovien. Les fossiles suivants que j'ai ramassés dans ce passage en sont la preuve :

Belemnites hastatus Blainv.
Ammonites Bakeriæ Sow.
» *tortisulcatus* d'Orb.
» *Zignodianus?* d'Orb.
» *lunula* Ziet.
» *Aptychus lamellosus Munst.*

[1] M. C. de Candolle.

Dans ces mêmes schistes noirs on trouve de nombreuses empreintes de fucoïdes.

Ces couches sont évidemment le prolongement des roches de même nature qui forment un peu plus à l'Est le col de Tanneverge, élevé de 2500 mètres au-dessus du niveau de la mer. Cette mesure obtenue par une observation barométrique que j'ai faite en 1847, n'est peut-être pas très-exacte, car je me suis trouvé par un très-mauvais temps à ce passage.

Dans cette course au col de Tanneverge, je ramassai une *ammonites Bakeriæ* Sow. près du sommet du passage. Depuis lors M. V. Payot, naturaliste de Chamonix, a eu l'obligeance de me communiquer les fossiles suivants qu'il a recueillis dans la même localité, et qui caractérisent l'étage callovien.

Belemnites hastatus Blainv.
Ammonites athleta Ph.
» *lunula* Ziet.
» *Bakeriæ* Sow.
» *macrocephalus* Schl.
» *viator?* d'Orb.
» *Zignodianus* d'Orb.

Quelques-unes de ces espèces fossiles se retrouvent au fond de la *Combe* de Sixt, près du col du *Sçageroux*. Mais elles sont plus abondantes encore dans les hautes montagnes placées à la limite du canton de Vaud et du Valais au col nommé les *Frètes de Saille*, entre le grand Moveran et la Dent de Morcle; c'est la continuation de la chaîne du Buet et de Tanneverge sur laquelle se trouve le passage du Grenairon. A ce dernier passage on voit d'autres roches à peu près de même nature, cependant plus calcaires encore placées à la partie supérieure des schistes noirs. Elles renferment des bélemnites allongées, déformées par le clivage et traversées par de nombreuses veines de spath calcaire. L'un de ces fossiles moins déformés qu'ils ne le sont ordinairement paraît pouvoir se rapporter à la *belemnites hastatus* Bl. Ces schistes calcaires à bélemnites se trouvent, comme on le sait, au sommet du Buet. On voit dans le

Musée académique de Genève deux ammonites qui ont été recueillies par M. Necker, dans les escarpements de cette montagne du côté d'Entraigues et qui sont déterminées sous le nom d'*ammonites variabilis* d'Orb. du lias. Mais ces deux échantillons ressemblent bien plus à l'*a. Murchisonæ* Sow. de l'oolite inférieure ou à l'*a. lunula* Ziet, de l'étage callovien qu'à l'*a. variabilis*. — Ces déterminations qui sont faites sur des échantillons en mauvais état offrent, il est vrai, peu de certitude. Mais les renseignements qu'elles donnent, au sujet de l'âge des roches du sommet du Buet, s'accordent avec ce que j'ai vu en passant le Grenairon. Du sommet de ce passage les roches du Buet paraissent être le prolongement de celles du Grenairon qui, avons-nous dit, appartiennent au terrain callovien. De l'autre côté du Buet, les couches de son sommet paraissent être le prolongement de la longue crête, où se trouve les Frètes de Moïde, placées entre le Buet lui-même et les Fiz. Cette crête renferme beaucoup de fossiles calloviens, comme je le dirai plus loin. Je crois donc que les schistes calcaires à bélemnites du sommet du Buet, appartiennent à l'un des étages jurassiques supérieurs au lias, probablement à l'étage callovien.

Le sommet du mont Joly, près de St.-Gervais, est formé par des roches semblables appartenant, je crois, au même étage. En effet, le Musée de Genève possède encore sous le nom d'*am. variabilis* d'Orb., un fossile semblable à ceux du Buet, que j'ai également rapporté à l'*am. Murchisonæ* Sow. ou à l'*am. lunula* Ziet.

Je crois cependant que le lias entre dans la constitution géologique du Buet, du mont Joly et de la chaîne dont ces pics élevés font partie. Ces montagnes sont assez considérables, pour que si la détermination que je viens de donner se vérifie, il y ait place pour le lias, entre leurs sommets calloviens et le trias qui se trouve à la base de chacune d'elles.

On voit encore au-dessus des schistes calcaires noirs du col de Tanneverge, une immense masse calcaire qui forme la *Pointe de Tanneverge*, bien plus élevée que le col de ce nom. L'ascension de cette sommité n'a été faite que par Claude Gurlie de Vallon et par François Fa-

vre, tous deux hardis montagnards et guides excellents. Le premier, avec lequel j'ai souvent voyagé, m'a rapporté de cette sommité l'*ammonites plicatilis* d'Orb., qui caractérise l'étage oxfordien. En sorte que les roches de la Pointe de Tanneverge appartiennent à cet étage. Cette observation m'a confirmé dans l'idée que j'avais depuis longtemps que la sauvage et profonde vallée de Sixt n'était qu'une grande crevasse, un cratère ou un cirque analogue à ceux de l'intérieur du Jura, mais infiniment plus grand. Cette déchirure s'est étendue jusqu'au terrain triasique que l'on voit dans le fond ; les parois sont probablement formées des différents étages du terrain jurassique, mais jusqu'à présent, je ne connais que les fossiles calloviens que je viens de nommer, et qui se trouvent, comme je l'ai dit, à une assez grande élévation au-dessus du terrain du trias pour laisser croire à la présence du terrain liasique dans ces montagnes. Là où la rupture s'est faite le calcaire oxfordien manque; mais à l'extrémité orientale de la fente, là où la rupture s'est arrêtée, on retrouve ce calcaire qui fait partie de l'énorme massif, encore bien peu connu, formé par la Pointe de Tanneverge, le mont Roan, la Pointe de Barberine et les Tours Saillières. Il est placé comme la clef de la voûte gigantesque et à jambages inégaux dont on reconnaît les traces dans la grande dépression qui forme la vallée de Sixt.

On me pardonnera, j'espère, cette longue digression sur les étages callovien et oxfordien en réfléchissant combien la géologie de ces grandes et belles montagnes est encore peu avancée.

Je reviens maintenant à l'étude du trias dans la vallée d'Entraigues.

Dans la partie de cette vallée placée en dessus du glacier du Buet, on voit la coupe suivante (Pl. II, fig. 9).

1° TERRAIN JURASSIQUE de la base du Grenairon. Il présente à peu près cette succession de couches :

a) *Schistes calcaires noirs;*

b) *Grès ferrugineux micacé* alternant avec des ardoises;

c) *Calcaire schisteux;*

d) *Calcaire schisteux gris*, avec apiocrinites.

Au-dessous du terrain jurassique, on voit le

TERRAIN TRIASIQUE contenant :

2° *Cargneule*;

3° *Schiste argilo-ferrugineux, rouge et vert;*

5° *Grès arkose*, très-bien développé. Dans certaines parties il est complétement pénétré de pyrites.

ROCHES CRISTALLINES.

8° *Schiste cristallin,* rougeâtre, bien cristallisé et bien schisteux, suivant la direction N. 20 à 25 E.

Pas loin de là SUR LE REVERS SUD-EST DU BUET (pl. II, fig. 10) et au-dessus du mont Oreb, j'ai encore trouvé la coupe suivante :

1° LE TERRAIN JURASSIQUE du Buet, il est formé des couches suivantes :

a) *Schistes* plus ou moins calcaires ou argileux, contenant des bélemnites[1];

b) *Calcaire* d'un rouge terne qui se retrouve aux chalets d'Ayer près de Servoz, et qui est probablement le même que j'ai signalé à Matringe au-dessous du terrain jurassique, p. 135.

TERRAIN TRIASIQUE, contenant les roches suivantes:

2° *Cargneule*, elle est associée à de la chaux carbonatée et à de la baryte sulfatée. Elle ne se voit que sur l'arête du côté de la vallée d'Entraigues, lorsqu'il n'y a pas beaucoup de neige;

3° *Schiste argilo-ferrugineux, rouge et vert;*

5° *Grès arkose* qui peut se diviser ici en deux parties :

a) *Grès non effervescent*, verdâtre et rosâtre en haut;

b) *Grès effervescent*, plus quarzeux, à grains roses.

ROCHES CRISTALLINES.

8° *Schistes cristallins* lie de vin, et plus bas la *protogine* rose.

En suivant toujours la même zone, j'arrive AU COL DE SALENTON

[1] M. Necker en a donné la coupe dans son *Mém. sur la vallée de Valorsine.*

(pl. III, fig. 11), localité fréquemment visitée, bien connue, décrite par M. Necker[1] qui en donne une coupe spéciale, et par M. Studer qui en identifie la coupe avec celle des Frètes de Moïde, dont nous allons parler[2].

Je trouve la succession suivante :

1° TERRAIN JURASSIQUE formé de calcaires et de schistes argileux, contenant des bélemnites. J'en ai trouvé à dix pieds au-dessus de la cargneule.

TERRAIN TRIASIQUE

2° *Cargneule* et calcaire blanchâtre;

3° *Schiste argilo-ferrugineux, rouge et vert;*

4° *Ardoise,* couche mince que j'ai déjà indiquée au col de Salanfe, et qui n'est pas mentionnée par M. Necker;

5° *Grès arkose* qui se divise en deux couches :

a) *Grès non effervescent* à la partie supérieure et

b) *Grès effervescent* à la partie inférieure.

ROCHES CRISTALLINES.

8° *Schistes cristallins* couleur lie de vin.

Protogine rose plus bas.

En suivant ces terrains plus au sud-ouest, nous pourrons prendre une nouvelle coupe AUX FRÈTES DE MOIDE (pl. III, fig. 12), dont le prolongement, le col d'Anterne, est dominé par la montagne des Fiz. En joignant la coupe de cette dernière montagne à celle prise aux Frètes de Moïde, on trouve à peu près dans un seul et même escarpement la succession de toutes les couches qui entrent dans la constitution géologique des Alpes. En effet, dans les Fiz placés au-dessus des terrains jurassiques dont nous allons parler, se trouvent du bas en haut : le terrain néocomien, l'étage urgonien, probablement l'étage aptien, le grès vert, la craie, les diverses parties du terrain nummulitique surmonté

[1] Mém. cité *sur la vallée de Valorsine.*

[2] *Geol. der Schweiz*, t. I, p. 358.

du grès de Taviglianaz (Voyez la fig. 19). Cet escarpement renferme donc la série complète des couches, des terrains tertiaires aux terrains granitiques; mais je me borne pour le moment à parler des terrains jurassiques et de ceux qui sont au-dessous. On trouve donc aux Frètes de Moïde :

1° LE TERRAIN JURASSIQUE formé de calcaires et de schistes plus ou moins doux au toucher, et qui par conséquent paraissent contenir une petite quantité de matière talqueuse. On y a recueilli :

Belemnites hastatus Blain.
» *excentricus* Blainv.
Nautilus.
Ammonites Lamberti Sow.
» *Zignodianus* d'Orb.
» *plicatilis* d'Orb.

Ces fossiles qui appartiennent au terrain oxfordien inférieur ou étage callovien, ne laissent aucun doute sur l'âge de ces roches assez énigmatiques. En réunissant ces faits à ceux que j'ai signalés à propos du passage du Grenairon, ils prouvent que l'étage callovien joue un rôle considérable dans ces hautes montagnes. Il est probable qu'au-dessous de cet étage le LIAS, se trouve également mais je n'en connais aucun fossile.

TERRAIN TRIASIQUE.

2° *Cargneule.*

3° *Schiste argilo-ferrugineux rouge et vert.*

M. Studer le place d'une manière différente. Il l'indique *au-dessous* des schistes anthracifères à empreintes de fougères, et M. Necker ne le mentionne pas.

5° *Grès arkose.* Il est peu caractérisé dans cette localité; c'est plutôt une roche de quarzite plus ou moins compacte.

TERRAIN ANTHRACIFÈRE.

6° On trouve à la partie supérieure *un schiste argileux avec des empreintes de fougères,* alternant avec un grès micacé à grains fins. Cet étage est fort épais et les couches sont fortement contournées.

7° A la partie inférieure, on voit *un grès avec des gros rognons et des veines de quarz*, qui, je crois, est l'équivalent du poudingue de Valorsine.

ROCHES CRISTALLINES.

8° *Leptinite et schistes cristallins* des bords de la Dioza et de la chaîne du Brevent.

On retrouve dans la coupe que je viens de donner celle qui a été indiquée, il y a longtemps, par M. Necker, mais avec quelques modifications.

Cette coupe curieuse montre avec la dernière évidence que le terrain triasique ne repose pas toujours sur les roches cristallines, et que l'on voit quelquefois au-dessous de lui les roches du terrain anthracifère. Je tiens à insister sur ce point parce que je ne puis me ranger à la manière de voir que M. Necker a exposée dans son mémoire, du reste très-remarquable, sur la vallée de Valorsine. Je crois qu'il y a lieu de faire une rectification dans l'ordre de superposition qu'il a assigné aux couches de sédiments. M. Necker donne la coupe suivante des terrains en allant de haut en bas.

TERRAIN JURASSIQUE[1].

6° Schistes calcaires à bélemnites.

5° Schistes argileux noirs onctueux.

4° Calcaire noir d'un gris bleuâtre, très-foncé. Au-dessous de ce terrain, ce savant indique la *cargneule* et une couche de *quarz en masses* grenues blanches.

3° *Schistes noirs à empreintes de fougères.*

2° *Schiste argilo-ferrugineux rouge et vert.* Dans la chaîne des Céblancs (près du col de Balme), il alterne, d'après M. Necker, avec les couches du poudingue de Valorsine, qui n'est autre chose, d'après lui, qu'un schiste semblable rempli de cailloux arrondis de gneiss.

1° *Grès à grains moyens* formé de très-nombreux grains de quarz mêlés à quelques grains cristallins de feldspath.

Enfin la *protogine.*

[1] Ces N^os^ sont ceux indiqués par M. Necker.

Je crois qu'il y a deux remarques importantes à faire sur cet ordre des terrains :

1° *Le grès à grains moyens* que M. Necker considère comme étant la roche la plus ancienne des terrains de sédiment, est celui que je nomme arkose avec MM. de Charpentier et Lardy, et Verrucano avec M. Studer. M. Necker lui assigne cet âge parce qu'il semble baser ses observations sur la section prise au col de Salenton. Mais les détails que j'ai donnés sur cette localité, montrent que l'ordre de succession des couches est différent de celui donné par M. Necker. Quoique la formation anthracifère manque ou ne se reconnaisse pas au col de Salenton, il n'en est pas moins vrai que le grès arkose se trouve *au-dessus* d'elle, comme je l'ai déjà dit à propos des frètes de Moïde, et comme je vais le montrer encore. Nulle part je n'ai su voir le schiste noir à empreinte de fougères *au-dessus* du schiste argilo-ferrugineux rouge et vert.

2° Le poudingue de Valorsine et le schiste argilo-ferrugineux rouge et vert, ne sont pas une seule et même roche. Si elles ont quelques rapports dans certaines localités, elles sont d'âge très-différents, le schiste argilo-ferrugineux est supérieur au grès arkose et le poudingue de Valorsine lui est inférieur.

J'espère que ces rectifications, qui sont appuyées sur les coupes naturelles que j'ai données et sur la section suivante, jetteront quelque jour sur la question relative à l'ordre et à l'âge comparatif des divers étages du terrain triasique.

L'une des coupes où la manière de voir que je soutiens est exposée avec le plus de netteté, est celle que l'on fait en montant des chalets de Charamillan ou du village du Tour, placés près du fond de la vallée de Chamonix, à l'AIGUILLE DES POSETTES (pl. III, fig. 13), en parcourant les environs de cette sommité et en descendant du côté de Valorsine ou de la Poyaz.

TERRAIN JURASSIQUE.

1° Il est formé par des *schistes argilo-talqueux* :

a) Qui constituent le sol de la vallée. Leur prolongement va former les sommités de la Croix-de-Fer près du col de Balme.

b) *Calcaires gris à Bélemnites.* Ils se voient bien dans le voisinage des chalets de Balme.

En continuant à se rapprocher des Posettes, on trouve des *ardoises noires* (c) à peu près verticales et *un grès gris micacé* (d) avec des taches argileuses. La coupe du terrain jurassique est complétée par une couche de *calcaire noir contenant des pentacrinites* (e) qui se trouve entre la première des couches que j'ai indiquées et la chaîne centrale du mont Blanc. Ce serait une couche appartenant au terrain jurassique inférieur, si l'on admet relativement à la vallée de Chamonix l'opinion de M. Studer que j'exposerais bientôt.

En effet, cette couche est en conctact avec la *cargneule* (2) qui elle-même est recouverte par les *schistes cristallins* (8) de la chaîne du mont Blanc. Cette structure laisse quelques doutes sur l'ordre de superposition des couches du terrain jurassique, mais au-dessous de ce terrain nous trouvons des couches plus anciennes en montant à l'Aiguille des Posettes. Elles se succèdent dans l'ordre suivant :

TERRAIN TRIASIQUE.

Je n'ai pas su trouver la cargneule dans cette localité. Mais on voit *le schiste argilo-ferrugineux rouge et vert*, n° 3, qui passe quelquefois à l'état de grès ou qui contient des cailloux, en sorte qu'il offre quelques ressemblances minéralogiques avec les poudingues.

5° *Grès gris*, renfermant beaucoup de petits cailloux; il est exploité pour la fabrication des meules de moulin. C'est le grès arkose.

TERRAIN ANTHRACIFÈRE.

Il est formé de deux couches :

6° *Ardoises avec empreintes de fougères*, alternant avec des grès micacés. Cette couche est connue depuis longtemps. Elle a fourni de nombreuses empreintes végétales qui, dans les collections et dans les ouvrages, portent le nom du col de Balme.

7° *Poudingue de Valorsine.* Il forme le sommet de la montagne des Posettes. Ses couches sont presque verticales; c'est le prolongement de la couche des Céblancs dont de Saussure et Necker ont parlé. M. Necker classe ce poudingue dans le grès rouge ancien des Anglais, ou dans

le grès rouge intermédiaire des géologues du continent. Il semble que de Saussure le rapporte au Todtliegende des géologues allemands (§699). Mais je crois que c'est une forme du grès houiller.

ROCHES CRISTALLINES.

Schistes cristallins. Ils touchent par leur partie supérieure au poudingue et par leur partie inférieure aux roches granitiques, n° 9, qui forment le versant de la montagne du côté de Valorsine.

Les poudingues et les schistes cristallins ont une très-grande analogie. La base des deux roches a souvent la même apparence, et si les poudingues ne contenaient pas de cailloux, on pourrait facilement les ranger quoique à tort, parmi les roches de cristallisation au lieu de les classer dans les roches de sédiments.

Cette coupe est belle. Elle est instructive. Elle montre que le grès arkose n'est pas la roche la plus ancienne de cette contrée, parmi les roches de sédiments. Elle montre encore qu'il est placé *au-dessus* des schistes à fougères du terrain houiller, et qu'il est recouvert par le schiste argilo-ferrugineux rouge et vert que M. Necker avait confondu avec le poudingue de Valorsine, mais qui en est séparé, comme on le voit, par deux couches très-caractérisées.

La longueur de cette dissertation doit avoir pour excuse l'importance du mémoire que j'avais à combattre. Il faut des détails circonstanciés pour apporter des modifications aux observations faites par un géologue aussi savant, aussi consciencieux et aussi bon observateur que M. Necker. Il faut également tenir compte de l'importance du sujet. Or, pour l'histoire géologique des Alpes et pour la confection des cartes géographiques de l'Europe antérieure à la création de l'homme, il y a de l'importance à savoir si la mer triasique a formé ses dépôts là où se trouvent aujourd'hui les Alpes centrales de la Savoie.

Quoique les preuves que je viens de donner soient, à mon sens, bien positives, je tiens à constater l'étendue de ce terrain par quelques descriptions encore.

On voit le terrain triasique à la hauteur de 2944 mètres au-dessus

du niveau de la mer, près du sommet de la plus haute des AIGUILLES-ROUGES (pl. III, fig. 14). J'ai trouvé, il y a quelques années, que ce sommet était formé par le terrain jurassique. J'en ai donné la description[1], mais je veux reproduire ici la coupe avec quelques modifications, non pas dans l'ordre de succession des terrains, mais dans leur groupement et dans leur classification.

Au sommet on trouve : 1° LE TERRAIN JURASSIQUE formé dans le haut de *calcaire schisteux* avec ammonites, bélemnites et encrines, et dans le bas d'*ardoises noires* et de *calcaires gris bleuâtres* avec des veines de fer hydroxidé.

Vient ensuite le TERRAIN TRIASIQUE formé des roches suivantes :

2° *Cargneule.*

3° *Schiste argilo-ferrugineux rouge et vert*, dont le prolongement se retrouve beaucoup plus bas près du village d'Argentière.

5° *Grès quarzeux*, mélangé de parties talqueuses verdâtres dans sa partie supérieure. Il est plus pur et à grains roses dans sa partie inférieure. Son épaisseur est de quatre mètres environ.

ROCHES CRISTALLINES.

8° *Schistes cristallins*, couleur lie de vin.

Dans les environs de FLUMET, vallée de Mégève (pl. III, fig. 15) on voit :

1° LE TERRAIN JURASSIQUE[2] formé de calcaires et de schistes argileux.

LE TERRAIN TRIASIQUE contenant :

2° *La cargneule* qui renferme souvent des gypses. La partie nord de la ville de Flumet est bâtie sur la cargneule et la partie sud sur le grès arkose.

Le schiste argilo-ferrugineux rouge et vert est peu ou pas développé.

[1] *Archives*, 1848, t. VII, p. 265, et *New. Edinburg, Philosph.* J., *July* 1848, t. XLV.

[2] La figure 15 semble indiquer le terrain jurassique bien plus rapproché de Flumet, qu'il ne l'est réellement.

Je n'ai pas su reconnaître sa présence, et je vois dans l'ouvrage de M. Studer[1] que, si je diffère de ce savant sur la succession des couches, je suis d'accord avec lui sur l'absence de cette roche.

5° *Le grès arkose* blanc et rose, mieux développé que partout ailleurs. Il contient des cailloux de quarz mal roulés, souvent roses, qui ont jusqu'à six pouces de diamètre.

ROCHES CRISTALLINES

8° *Schistes cristallins*, couleur lie de vin, qui paraissent être en couches verticales et qui sont semblables à ceux du Buet. Les affleurements de ces diverses couches sont remarquables sur les bords de la grande dépression qui sépare Bellecombe de Crévolent.

A ALLEVARD, localité que je n'ai point étudiée avec soin, on trouve, d'après M. Gueymard[2], *le calcaire à bélemnites, le gypse* qui est associé à la *cargneule*, un *grès* et un *schiste talqueux*.

En 1850, M. Fournet avait reconnu que le grès d'Allevard appartenait au trias[3], et, en 1857, M. Lory avait fait la même remarque[4].

On sait que depuis trente ans on discute les observations faites à PETIT-CŒUR en Tarentaise. D'après M. Elie de Beaumont et plusieurs autres savants, qui l'ont constaté après lui, l'on voit dans cette localité une couche contenant des empreintes de fougères identiques à celles du terrain houiller placée entre deux couches contenant des bélemnites (pl. III, fig. 16). Ce singulier arrangement a donné lieu à de nombreux travaux et souvent encore on cherche à expliquer ce fait unique dans la science par des théories qui, une fois admises, seraient loin de s'accorder avec les idées résultant d'études très-sérieuses sur la succession des êtres organisés à la surface du globe.

La question de Petit-Cœur peut devenir une question de paléontolo-

[1] *Geol. der Schweiz*, t. II, p. 141.

[2] *Statistique du département de l'Isère*, p. 89.

[3] *Ann. de la Soc. d'agriculture de Lyon*, 19 avril 1850.

[4] *Bullet. soc. géol. de France*, 1857, t. XV, p. 10.

gie pure, si l'on admet le fait constaté dans cette localité sans interprétation. Mais ce fait unique n'ayant pas été généralement admis, j'ai toujours eu l'impression que cette question devait rester entièrement dans le domaine de la géologie, et que sa solution n'affecterait nullement la paléontologie, la première de ces sciences devant expliquer tôt ou tard ce qu'il y avait de problématique dans cette localité.

Dans l'explication du problème de Petit-Cœur que je vais essayer de donner, je ne pense pas avoir éclairci complétement la question; mais je crois que l'idée de classer les cargneules dans le terrain triasique apporte quelque clarté dans le sujet et confirme l'opinion des géologues qui ne croient pas à la présence des plantes houillères dans le terrain du lias. Cette opinion a été soutenue par plusieurs savants, et complétement adoptée par Léopold de Buch, comme on peut le voir dans la lettre qu'il écrivait, en 1850, au professeur Heer[1].

La cargneule que j'ai observée à Petit-Cœur, se voit sur le chemin en zig-zag, qui monte de ce village à celui de Naves. Personne n'a tenu compte de cette couche dans aucune des coupes de cette localité. Cette cargneule appartient à une zone de cette roche qui renferme beaucoup de gypse, et que l'on peut suivre par le vallon de la Grande-Maison et le col de la Louza à une grande distance, comme je l'ai dit (p. 145).

Quoi qu'il en soit de la grandeur de cet affleurement du terrain triasique, on trouve à Petit-Cœur la *cargneule* (*c*). Elle est placée, comme l'indique la fig. 16, entre le *grès anthracifère* (*g*) et les *schistes calcaires à bélemnites* supérieurs (*j*). Ces schistes sont en face du village de Naves. A gauche des grès anthracifères (*g*), on trouve, comme on le sait, les *schistes argileux* contenant les empreintes de plantes (*f*) qui accompagnent le terrain houiller. Puis une petite couche d'*anthracite* (*a*); des *ardoises* renfermant des bélemnites (*j'*); un *grès* (*g'*) et les *schistes cristallins* (*s*). Cette coupe ne diffère, je crois, que par la présence de la cargneule de celle qui est généralement adoptée. Cette cargneule est placée là où doit être le terrain triasique, c'est-à-dire entre le terrain anthracifère et le terrain juras-

[1] *Archives des Sc. phys. et nat.*, 1858, t. II, p. 164.

sique; en sorte que dans la partie de droite cette coupe présente les couches dans un ordre normal, savoir en commençant par le haut: les roches à bélemnites (*j*), qui sont jurassiques; la cargneule triasique (*c*) et le grès anthracifère ou grès houiller (*g*). A partir de ce grès nous retrouverions un ordre inverse, mais très-normal aussi, si l'on arrivait à découvrir une seconde couche de cargneule entre les schistes à empreintes de fougères (*f*) et les schistes à bélemnites (*j'*), comme je l'ai indiqué dans la fig. 17. Nous aurions, en effet, le grès anthracifère (*g*), les schistes à empreintes (*f*) (la couche de charbon (*a*), dont il est inutile de tenir compte parce que dans les Alpes ces couches n'ont pas de suite), la cargneule triasique (*c'*) et le schiste jurassique à bélemnites (*j'*).

Dans cette hypothèse il y aurait donc à Petit-Cœur, une masse de terrain anthracifère flanquée de terrain triasique, lequel à son tour serait recouvert de roches jurassiqnes. On pourrait donc y voir un pli en forme de voûte semblable à celui qui est indiqué par la ligne pointée de la fig. 17; ce qui simplifierait beaucoup la géologie de cette petite mais importante localité[1].

On fera peut-être des objections à cette manière de voir. Je conviens qu'elle n'en est pas à l'abri. La première et la plus forte peut-être sera que j'ai supposé la présence d'une couche de cargneule. En effet, je n'ai pas su voir la couche (*c'*). Mais il faut dire qu'il n'est pas facile de la chercher, le sol des environs de Petit-Cœur étant fortement accidenté et recouvert de terre végétale.

En résumé, quoique la solution du problème de Petit-Cœur ne soit pas complète, il sera maintenant difficile d'attacher encore une grande importance à l'examen de cette localité, et de baser des théories sur la présence des bélemnites dans le terrain houiller, ou sur les plantes carbonifères qui se sont déposées dans le terrain liasique. On saura qu'il suffit de la découverte de la couche de cargneule (*c'*) pour les annuler. Cette découverte ne se fera peut-être pas attendre longtemps.

[1] La découverte de la cargneule est venue me confirmer dans l'idée que j'avais émise en 1841, sur la localité de Petit-Cœur. Voyez *Remarques sur les anthracites des Alpes*. Mém. de la Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève, t. IX.

LE COL DES ENCOMBRES (pl. III, fig. 18) est situé sur les confins de la Maurienne et de la Tarentaise. Cette localité est devenue célèbre dans la science par la découverte d'une véritable collection de fossiles liasiques[1] qui y a été faite, il y a quelques années, par M. le professeur Sismonda. J'attachais un grand intérêt à voir la position de ces fossiles par rapport aux couches triasiques et anthracifères. Aussi, mon compagnon[2] et moi, avons-nous relevé avec soin la coupe de ce col en passant des couches anciennes aux couches récentes, c'est-à-dire en allant de l'est à l'ouest, des environs du Bettex dans le haut de la vallée de St.-Martin de Belleville, au lieu dit la *Grosse-Pierre*, et de là au col du Chatelard, voisin de celui de l'Argentière. On traverse ainsi, perpendiculairement à sa direction, la vallée longitudinale au sommet de laquelle le col des Encombres se trouve placé. J'ai eu la satisfaction de trouver que cette section s'accordait entièrement avec ma manière de voir relative à la position du terrain triasique. Afin de mieux faire ressortir l'analogie qui existe entre cette coupe et les précédentes, je la donne ici en décrivant les terrains de haut en bas. Elle est fort simple en elle-même, quoiqu'il y ait un renversement de couches très-nettement indiqué. C'est un genre d'accident fréquent dans les Alpes, et, si je ne me trompe, il se trouverait au petit St.-Bernard.

On voit au col des Encombres :

LE TERRAIN JURASSIQUE

1° Il est composé d'*ardoises noires* (*a*) dans la partie supérieure. Elles sont associées à des grès et des schistes calcaires. Elles forment de hautes montagnes dont les flancs sont sillonnés par de grandes ravines noires.

Au-dessous on trouve *les calcaires contenant les fossiles du lias* (*b*). Ils sont assez bien conservés, quoiqu'ils soient soudés à une roche très-dure. Cette roche est semblable à celle du Môle qui contient des fossiles de même âge. Elle est donc peu altérée. D'après les recherches de M. Sismonda, ces fossiles qui appartiennent aux trois étages du lias

[1] Voyez l'appendice, n° III.

[2] M. H. de Saussure.

sont réunis ici dans une seule et même couche. Mais, comme nous l'avons déjà vu, ce n'est pas un exemple unique de ce genre d'association.

TERRAIN TRIASIQUE

Il se trouve au-dessus du précédent en apparence, mais en tenant compte du renversement, il est placé au-dessous. Il est formé par un *calcaire cristallin blanchâtre dolomitique* qui est associé à la *cargneule* et au *gypse* (2). Ces roches ont une puissance très-variable, et l'on peut les voir sur une grande étendue, sur la rive droite de la vallée, tantôt au pied des escarpements, tantôt plus haut.

3° *Schiste argilo-ferrugineux rouge et vert.*

5° *Grès arkose* très-bien développé.

TERRAIN ANTHRACIFÈRE

7° Grès semblables à ceux du terrain houiller. Ils présentent une très-grande étendue et une structure en éventail assez bien accusée. Ces grès renferment des fossiles végétaux, ainsi que trois veines de charbon (*c*) visibles dans la partie supérieure de la vallée de Belleville, à environ deux heures du col des Encombres.

Je n'ai pas poussé mes observations plus au sud, mais il est aisé de reconnaître ce que j'appelle le terrain triasique, dans les grès grossiers, dans les poudingues de teintes variées et dans les quarzites blancs et colorés, toujours placés entre le grès anthracifère et le calcaire jurassique, dont M. Lory a constaté la présence dans le Briançonnais[1].

Il va sans dire que je range dans le terrain triasique les couches de gypse qui limitent si nettement le MASSIF DU MONT-BLANC de tous les côtés : au nord, du col de la Forclaz près Martigny en Valais jusqu'au col du Bonhomme; au sud, du Chapiu jusque près de Martigny, en passant par le col de la Seigne, les environs de Cormayeur et le val Ferret.— C'était, au reste, l'opinion de Brochant de Villiers. Cet habile

[1] *Esquisse d'une carte géologique du Dauphiné.* — Bullet. S. G. de France, 1857, t. XV, p. 18.

et consciencieux observateur, disait en parlant des gypses de l'Allée-Blanche[1] : « Le gypse repose sur les tranches des couches d'un terrain « à anthracite bien caractérisé. Le gypse, continue-t-il, paraît donc « avoisiner un terrain d'anthracite, comme celui de la Tarentaise, et « être également d'une formation postérieure à ce terrain. »

Lorsqu'on songe à l'époque où cette phrase a été écrite et à l'autorité de celui qui a exprimé ainsi sa pensée, on ne peut méconnaître qu'elle renferme une opinion décisive.

Le mont Blanc est donc entouré par le terrain des marnes irisées.

Mais les sections ne sont pas faciles à prendre sur l'affleurement des gypses et de cargneules qui forme le pourtour de ce grand massif. Je n'ai pu en effet trouver de section présentant les différentes couches du terrain triasique, et je vois que M. J. Ruskin n'a pas été plus heureux que moi[2]. Ces couches se trouvent là dans un ordre de superposition inverse de l'ordre normal, et ce renversement sur lequel on a eu longtemps des doutes me paraît complétement prouvé par la position des gypses et des cargneules triasiques.

Je présentais, en 1848, à la Société helvétique, réunie à Soleure plusieurs grandes coupes géologiques prises en Savoie, et en particulier, celle de la chaîne du mont Blanc, telle qu'elle est réduite, fig. 19, pl. III. On voit qu'elle était tracée de manière à montrer que sur le revers méridional du mont Blanc, les couches jurassiques forment un demi-anneau et sont renversées soit sous cette chaîne, soit sous celle du mont Chétif.—C'était, je pense, la première fois que l'on parlait de cette structure en forme de demi-anneau. Mais sur le revers septentrional, je n'avais pas indiqué une forme semblable. Il me semblait que les couches, tout en plongeant sous le mont Blanc, ne plongeaient pas sous les Aiguilles-Rouges. —M. Studer a publié plus tard, en 1853, la coupe

[1] *Ann. des Mines*, 1817, t. II, p. 284.

[2] Notice respecting some artificial sections illustrating the geology of Chamouni. Procedings of roy. soc. of Edinburg.

de cette même chaîne dans sa géologie de la Suisse[1], et il admit que le terrain jurassique présente la forme d'un demi-anneau sur l'un et l'autre versant. — Cette différence d'opinion a été, pendant quelque temps, la cause d'une petite querelle, qui, du reste, n'a jamais troublé la bonne amitié dont M. Studer veut bien m'honorer. Cette querelle se terminera ici par mes observations sur la position des gypses et des cargneules dans la série des terrains. Il est évident, en effet, que ces roches appartenant au trias sont placées au-dessous des calcaires jurassiques qui sont en contact avec elles, malgré l'apparence qu'elles présentent dans la chaîne du mont Blanc, où les cargneules et les gypses sont placés au-dessus des calcaires à bélemnites. Cette position démontre un renversement, et l'on peut en conclure que la forme en demi-anneau est bien la véritable forme des couches jurassiques et triasiques. Par conséquent, si j'avais donné avec raison, au terrain jurassique placé au sud de la chaîne du mont Blanc, la forme d'un demi-anneau, j'avais eu tort de ne pas reconnaître cette même forme dans le terrain jurassique placé au nord de cette chaîne. Je dois avouer que la victoire est restée au savant professeur de Berne, dans cette querelle amicale qui s'était élevée entre lui et moi.

On ne peut donc nier que la classification des gypses et de la cargneule, que je propose, ne facilite les observations faites dans les Alpes. Ces roches peuvent aisément servir d'horizon géologique. On peut voir, en suivant la ligne pointée de la fig. 19 (qui, je dois le dire, n'était pas tracée sur la planche que j'ai présentée à Soleure, en 1848), la régularité de la structure de ce gigantesque massif du mont Blanc et la symétrie des chaînes placées sur ses deux versants. L'on doit, cependant, se souvenir qu'il y a peu de temps encore, la structure de ce massif dans lequel on voyait, avec étonnement, le terrain jurassique plonger sous les roches cristallines (car on ne parlait pas des cargneules), était regardée comme étant à peu près inexplicable.

[1] Voyez la fig. 20, pl. III, qui est tirée de la Geol. der Schweiz, t. I, p. 175. Cette figure a été retournée pour qu'elle se trouvât placée de la même manière que la fig. 19. Les lettres ont

XII.

ANALOGIES ENTRE LE TERRAIN KEUPÉRIEN DES ALPES ET CELUI D'AUTRES PAYS.

Cette manière de classer la cargneule et les gypses en les regardant comme la partie supérieure du terrain triasique, n'a rien que de très-naturel. Je tiens à l'appuyer sur des faits qui montrent que dans d'autres pays on lui assigne cet âge.

J'ai observé dans la vallée de Nans située au nord-est de Champagnole dans l'intérieur du Jura, que le terrain du lias repose sur une couche de gypse associé à une couche de cargneule de quarante pieds d'épaisseur, qui appartient aux marnes irisées.

Dans toute l'Argovie que j'ai beaucoup parcourue, on voit des dolomies plus ou moins à l'état de cargneule placées à la partie supérieure de la formation des marnes irisées [1].

Le terrain keupérien des Alpes offre beaucoup d'analogies avec celui du département de Saône-et-Loire, décrit par M. Manès. « Le terrain « keupérien, dit ce savant, se compose de deux étages distincts de ro- « ches, qui sont caractérisées, savoir : l'étage inférieur par ses arkoses, « et l'étage supérieur, par ses marnes irisées [2]. » — Ces deux étages correspondent à nos arkoses et à notre schiste argilo-ferrugineux rouge et vert.

On reconnaît facilement la cargneule dans la dolomie cellulaire et cloisonnée dont M. Manès parle en décrivant le terrain du keuper du département de Saône-et-Loire; mais il la classe dans la partie moyenne

été changées contre les chiffres dont je me sers dans ce mémoire. Quoiqu'il y ait quelques différences dans les noms des montagnes, ces deux coupes sont à peu près les mêmes.

[1] Voyez aussi Mæsch, Das Flözgebirge im Kanton Aargau.—Nouv. mém. de la Soc. helvét. des sc. nat., t. XV.

[2] *Statistique min., géol. et métal. du départ. de Saône-et-Loire*, 1847, p. 124.

de ce terrain. « Elle est semblable, dit-il, à la pierre nommée *Crapaud* en Franche-Comté », et d'après l'explication de la carte géologique de France[1], le *Crapaud* est une dolomie qui se présente en morceaux informes, caverneux, d'un tissu varié. Le muschelkalk ne se trouve ni dans le département de Saône-et-Loire ni dans les Alpes.

Au Mont-Dor lyonnais, on trouve des calcaires magnésiens au-dessous du Choin-bâtard qui représente la partie la plus inférieure du lias[2].

On peut lire dans l'*Explication de la carte géologique de France* certains passages qui semblent s'appliquer aux Alpes, quoique les auteurs de ce travail nous disent que les cargneules des Alpes et les marnes bariolées des mêmes couleurs que les marnes irisées qui les avoisinent, appartiennent à des formations toutes différentes que celles du centre de la France[3].

« Les marnes irisées, est-il dit[4] en parlant du terrain triasique du « Nivernais, caractérisées par leur position et leur nature le sont en- « core davantage par la présence des bancs de gypse. » Et plus loin[5] : « La découverte du plâtre dans des localités assez éloignées les unes « des autres montre que les bancs de gypse, dont nous venons de « donner la description, forment des couches continues à une hauteur « constante dans les marnes irisées, seulement l'épaisseur de ces cou- « ches n'a pas partout la même importance. »

On retrouve dans cette phrase une partie de la thèse que je soutiens.

Plus loin on lit encore[6], en parlant du *calcaire caverneux* qui n'est autre chose que la cargneule: « Cette couche est la dernière du système « des marnes irisées. Un calcaire gris compacte bien stratifié la recou- « vre immédiatement. Ce dernier calcaire appartient au calcaire à gry- « phées arquées. »

[1] *Explic. de la carte géol. de France*, t. II, p. 70.
[2] Leymerie. *Mém., Soc. géol. de France*, 1838, t. III, p. 349.
[3] *Explic. de la carte géol. de France*, t. II, p. 94.
[4] *Explic. de la carte géol. de France*, t. II, p. 117.
[5] *Explic. de la carte géol. de France*, t. II, p. 118.
[6] *Explic. de la carte géol. de France*, t. II, p. 123.

Dans les environs de Clain[1], on voit que les dolomies servent de séparation ou de limite entre le calcaire à gryphées et les marnes irisées.

Dans un mémoire récent de MM. Reynès et de Rouville, il est dit que dans les départements de l'Aveyron et de l'Hérault, la partie supérieure des marnes irisées est formée par des calcaires argileux tuffacés et magnésiens contenant du gypse. Les gens du pays donnent le nom de *Pierre-trouée* à cette roche[2]. C'est évidemment la cargneule.

M. Kœchlin-Schlumberger a montré que, dans le département du Haut-Rhin[3], la cargneule occupe encore la même position, c'est-à-dire qu'elle est placée au-dessous des grès que l'on a souvent appelés infraliasiques.

Je pourrais multiplier ces citations, mais celles-ci sont suffisantes pour montrer : 1° que la cargneule n'est pas spéciale aux Alpes; 2° que dans le Jura et dans une grande partie de la France, les cargneules et les gypses se trouvent à la partie supérieure des terrains des marnes irisées.

Les masses ou les sources salées qui se trouvent à Bex, à Lavey, à Saxon, à Morgins, aux environs de Moûtiers et d'Arbonne en Tarentaise, etc., sont toutes associées à des gypses et à des cargneules. Elles donnent à l'ensemble du terrain keupérien des Alpes, un nouveau caractère qui le rapproche encore du terrain triasique des autres pays, le sel étant, on pourrait presque le dire, une roche caractéristique des marnes irisées. Il n'est pas jusqu'à l'importante observation de M. de Charpentier, savoir que : « Le gypse est, dans l'intérieur de l'anhydrite, « et à la surface du sol, du gypse hydraté[4], » qui ne rapproche les gypses des Alpes des gypses triasiques des autres régions. En effet,

[1] *Explic. de la carte géol. de France*, t. II, p. 124.

[2] *Mém. de l'Acad. de Montpellier*, 1858, t. IV.

[3] *Etudes géol. dans le Haut-Rhin*. Bullet. Soc. géol. de France, 1856, t. XIII, p. 735 et suivantes.

[4] Cette observation avait été faite en 1810 par MM. de Buch, Rengger et Lardy qui avaient trouvé l'anhydrite dans le gypse du mont Cenis. — *Notice sur M. de Buch, par Lardy*. N. Jahrbuch, 1853.

l'anhydrite est une roche fort répandue dans les marnes irisées.—A Noroy près Vittel, on trouve plusieurs couches de cette roche[1]. Elle est associée au gypse et au sel gemme dans les mines de Vic et de Dieuze[2], qui sont exploitées dans le terrain keupérien. On la retrouve encore dans le Mansfeld associée aux roches de cette époque, etc.[3]

Le schiste argilo-ferrugineux rouge et vert représente très-exactement les marnes irisées des autres pays, par ses couleurs et par son apparence, quoiqu'il soit un peu plus dur et un peu plus ardoisier que cette roche. Il les représente également par sa position. Je vois, par exemple, dans le mémoire de MM. Reynès et de Rouville[4], que dans les départements de l'Aveyron et de l'Hérault, les marnes irisées sont placées au-dessous des calcaires magnésiens celluleux, de même que dans les Alpes le schiste argilo-ferrugineux rouge et vert est au-dessous des cargneules.

Il n'y a aucun doute que le grès arkose caractérisé par les jolis grains de quarz roses n'appartienne au groupe des terrains compris entre le terrain anthracifère ou terrain houiller, sur lequel il repose souvent, et le terrain jurassique. Mais on peut se demander si ce grès, qui est dépourvu de fossiles, et qui est à stratification concordante avec le schiste argilo-ferrugineux rouge et vert, appartient au groupe des marnes irisées ou au grès bigarré. La question est difficile à résoudre, et je n'ose la décider. Mais il est évident que rien n'indique dans les Alpes de la Savoie la présence du muschelkalk. Par conséquent, si l'on rapporte aux marnes irisées le grès arkose des Alpes en le comparant aux arkoses de la Bourgogne, les terrains compris entre les marnes irisées et le terrain houiller manqueraient dans cette chaîne. Cette lacune paraît peut-être moins extraordinaire que si l'on range ce grès arkose dans le grès bigarré.

Cependant quelque singulière que paraisse cette dernière classifica-

[1] *Explication de la carte de France*, t. II, p. 60.

[2] *Explic. de la carte de France*, t. II, p. 61 et 85.

[3] Beudant. *Traité élém. de min.*, t. I, p. 595.

[4] Déjà cité.

tion, la lacune qui en résulterait dans la succession des terrains ferait naître un rapport de plus entre le trias des Alpes, celui du midi de la France[1] et celui des départements de la Côte-d'Or, de Saône-et-Loire et du Rhône, où le muschelkalk manque. Il en est de même dans le département de l'Allier[2]. Dans cette région, d'après M. Boulanger, le terrain du *Tryas* n'est pas complétement développé. Il repose sur le terrain houiller. On y trouve du gypse. La base de cette formation est occupée par des grès à grains de grosseur variable, parmi lesquels on trouve même des poudingues, etc. Cette description ne s'applique-t-elle pas au trias des Alpes?

On peut voir l'équivalent du grès arkose dans des conglomérats quarzeux que MM. Reynès et de Rouville ont remarqués au-dessous des marnes irisées (départements de l'Hérault et de l'Aveyron), et qu'ils rapportent au grès bigarré. Mais sauf des rapprochements de ce genre qui ne sont pas très-concluants, je ne vois pas encore de raison pour décider d'une manière très-positive la place que ces grès doivent occuper dans la série des terrains.

XIII.

RÉFLEXIONS SUR LE TERRAIN DES MARNES IRISÉES ET SUR LE MÉTAMORPHISME.

Je sais fort bien que si dans ce travail j'ai donné la description de plusieurs localités nouvelles, j'ai parlé aussi de localités connues. Mais j'ai toujours apporté quelques modifications à leur description, ce qui était indispensable pour éclaircir ce sujet. Il en est de même des idées que je viens d'émettre : si elles ne sont pas entièrement nouvelles, je crois

[1] *Explication de la carte de France*, t. II, p. 99.

[2] Statistiq. min. et géol. du départ. de l'Allier, p. 175 et suivantes.

au moins avoir donné de la consistance aux travaux antérieurs relatifs à ce sujet, en les précisant, en les développant, en les rectifiant, en montrant qu'à Meillerie et sur les bords de la Dranse, la cargneule et le gypse se trouvent au-dessous des couches de Kössen, et enfin en prouvant la constance et l'uniformité qui règnent dans la composition du terrain triasique sur une grande étendue.

Il y a quelques années que M. Fournet avait dit[1] : « Je pus voir le « trias tyrolien aboutir par le lac de Côme aux environs du lac Majeur. « D'autre part, à l'ouest, ce même terrain est accusé en plusieurs points « dans le Jura; enfin, on le retrouve jusque dans le département du « Var. Il était donc naturel de supposer que la région intermédiaire « devait également montrer la même formation. »

Le raisonnement du savant professeur de Lyon me paraît d'autant plus juste que le terrain anthracifère (qui n'est autre que le terrain houiller) et le lias s'étendent dans une grande partie de cette région des Alpes; le trias doit donc, très-vraisemblement, se trouver entre eux deux.

Cependant depuis que M. Fournet avait publié cette intéressante notice, M. Studer[2] et M. Mortillet[3] avaient exprimé tous deux l'idée qu'ils ne croyaient pas à la présence du trias dans les Alpes de la Savoie.

Mais pourquoi, dira-t-on, ces terrains ne présentent-ils pas exactement les mêmes caractères minéralogiques que ceux des plaines?

Une réponse satisfaisante et complète à cette question constitue à elle seule un travail grand et difficile. Sans avoir la prétention ni de le faire, ni même d'en fixer les bases, je crois être entièrement d'accord avec l'observation en remarquant que dans l'emplacement occupé par les Alpes, les roches ont supporté une action qui les ont altérées. Il est certain que cette action, nommée métamorphisme, s'est passée au-dessous de la surface de la terre avant le soulèvement des

[1] Fournet. *Soc. nat. d'agr. d'hist. nat., etc. de Lyon,* 19 avril 1850.

[2] *Geol. der Schweiz*, t. II, p. 14.

[3] *Trias du Chablais*. Bullet. Assoc. florim. d'Annecy, 29 nov. 1855. — *Prodr. d'une géol. de la Savoie*, p. 35.

montagnes. Sans pouvoir rien préciser, je crois qu'on l'a beaucoup exagérée. J'en ai pour preuve les fossiles liasiques trouvés au Môle et ceux du col des Encombres. Les premiers sont placés dans une chaîne extérieure des Alpes, les seconds dans une chaîne centrale. Les uns et les autres sont renfermés dans des calcaires assez durs, il est vrai, mais qui, cependant, sont bien peu métamorphiques, puisqu'ils contiennent des fossiles bien conservés. Ces roches qui renferment les fossiles mélangés des différents étages du lias appartiennent au lias inférieur, et non pas au lias moyen ou supérieur, car au col des Encombres elles reposent sur le terrain du trias et sont à une petite distance du terrain anthracifère. Si donc les couches jurassiques inférieures n'ont presque pas été altérées, *il n'y a pas dans cette région des Alpes de terrains jurassiques fortement métamorphiques.* Je suis porté à croire que les roches qu'on nomme *terrain jurassique modifié* ne sont dans cette région que le terrain anthracifère ou terrain houiller, lequel est formé de grès plus ou moins micacé, ayant parfois assez d'analogie avec les roches que l'on nomme «métamorphiques.» La coupe du col des Encombres tendrait à le prouver.

Je ne parle pas ici du métamorphisme des ardoises du terrain jurassique. Ces roches proviennent sans aucun doute des roches argileuses; mais leur métamorphisme est probablement plus mécanique que chimique, d'après les observations qui ont été faites récemment[1]. Je crois donc que l'action métamorphique s'est exercée sur les terrains alpins, mais elle a cessé d'être puissante après le dépôt du poudingue de Valorsine. Elle n'a guère altéré que cette roche. J'en ai pour preuve les belles empreintes de plantes de l'assise supérieure du terrain houiller alpin. L'altération subie par les roches triasiques a été faible.

Encore un mot sur ce métamorphisme et je termine. Il existe des faits que l'on a de la peine à expliquer dans le terrain anthracifère ou terrain houiller des Alpes. On voit, par exemple, dans une localité le grès arkose, ou pour parler d'une manière plus générale, les roches

[1] *Archives des sc. phys. et nat.*, 1856, t. XXXI, p. 257.

triasiques s'appuyer sur le terrain houiller, à Tanninge (fig. 6), à Moïde (fig. 12), aux Posettes (fig. 13), à Petit-Cœur (fig. 16), et au col des Encombres (fig. 18); tandis que souvent aussi ces mêmes roches reposent sur des masses qui paraissent appartenir aux schistes cristallins, comme on le voit aux environs de Morcles (fig. 7), au col de Salanfe (fig. 8), dans la vallée d'Entraigues (fig. 9), au Buet (fig. 10), au col de Salenton (fig. 11), aux Aiguilles-Rouges (fig. 14), à Flumet (fig. 15), et autour du mont Blanc et du mont Chétif (fig. 19).

Quoique un semblable arrangement de couches ait pu avoir lieu, il semble, cependant, qu'il présente quelque chose d'anormal. La succession des terrains serait en effet plus régulière si l'on pouvait démontrer que, dans ces localités, qui sont voisines les unes des autres, les roches triasiques reposent toujours sur le même terrain.

Ne pourrait-on pas trouver l'explication de cet arrangement dans l'idée que souvent on ne peut distinguer les roches du terrain houiller, des schistes cristallins? On voit fréquemment des enchevêtrements de terrains et des structures de roches qui semblent le montrer, et le raisonnement suivant me porterait à admettre cette idée.

Lorsqu'on regarde le poudingue de Valorsine qui appartient au terrain anthracifère, on voit qu'il est formé de cailloux roulés, enveloppés d'un ciment de schiste cristallin se rapprochant d'un schiste talqueux. La forme des cailloux leur a été donnée par l'eau, c'est évident, et c'est après avoir été roulés qu'ils ont été enveloppés dans une boue ou dans une vase également amenée par les eaux, laquelle a été convertie en une roche semblable au schiste cristallin par une action métamorphique. Ce poudingue de Valorsine, ne passe donc pour une roche de sédiment que parce qu'on y voit des cailloux roulés. Mais il se peut que ces cailloux ne se soient pas déposés sur toute l'étendue de la couche, et qu'il y ait des points où la boue seule se soit déposée et ait été convertie, en entier, en schiste cristallin; elle ne pourra pas alors se distinguer des vrais schistes cristallins qui sont plus anciens que le terrain anthracifère, car elle ne contiendra pas de cailloux. Il me paraît donc probable que souvent on est conduit à rapporter à l'âge des

schistes cristallins des roches qui appartiennent au terrain anthracifère ou terrain houiller. Cette idée explique assez bien pourquoi les grès arkoses paraissent reposer tantôt sur le poudingue anthracifère, tantôt sur des roches qui paraissent être des schistes cristallins. — Il faudrait donc, pour être dans le vrai, classer parmi les roches du terrain anthracifère ou terrain houiller, la plupart des prétendus schistes cristallins qui supportent le terrain triasique.

Au reste, ce n'est pas seulement dans les Alpes que ce genre de difficulté se rencontre. J'en trouve un exemple frappant dans le département de l'Allier : « Le grès du trias, dit M. Boulanger[1], ne renferme pas « d'autres matières que du quarz, du feldspath et du mica, et la réu- « nion de ces éléments donne à ce grès un tel aspect, qu'on serait « tenté de le prendre pour une roche primitive, si parfois on n'y trou- « vait des galets roulés de granite. »

XIV.

CONCLUSIONS.

En résumé, la classification que je propose dans ce mémoire, savoir de placer les cargneules, les gypses, le schiste argilo-ferrugineux rouge et vert, ainsi que le grès arkose, dans le terrain triasique, s'appuye sur des faits nombreux qui ont une grande importance en géologie.

1° Cette classification est confirmée par la nature des roches. En effet, les gypses, les anhydrites, le sel gemme, les dolomies et les cargneules sont, on le sait, des roches presque caractéristiques des terrains keupériens de la France. Elles le sont également des terrains

[1] *Stat. min. et géol. du département de l'Allier*, p. 177.

keupériens des Alpes. Le schiste argilo-ferrugineux rouge et vert offre la plus grande analogie avec les marnes irisées, et le grès arkose a beaucoup de rapports avec des roches qui dans diverses parties de la France sont classées dans le trias.

2° Si les gypses et les cargneules des Alpes ne présentent pas une stratification très-visible, ces roches forment, cependant, des couches offrant des affleurements que l'on peut suivre sur une longueur de vingt-cinq lieues et plus. Elles ne sont pas disposées en amas irréguliers.

3° Ces couches placées immédiatement *au-dessous* des couches de Kössen ou quatrième étage du lias dont une partie se rapporte au *bone bed*, et *au-dessus* du terrain houiller, occupent la position qui est assignée au terrain triasique, par conséquent, il est naturel de les regarder comme l'équivalent des roches de cet âge[1].

4° Ces observations démontrent l'unité de composition qui règne dans le terrain triasique, des bases de la Jungfrau dans l'Oberland bernois aux Alpes françaises.

5° Les roches triasiques fournissent un bon horizon géologique, et peuvent servir à séparer le terrain jurassique de la formation carbonifère. Le premier de ces deux terrains est formé, d'une manière générale, de calcaire et de schiste argileux, le second de poudingue ou de grès et de schiste argileux, mais il ne renferme pas de calcaire. Il me semble donc que tous les calcaires des Alpes appartiennent au terrain jurassique ou à des formations plus récentes. (Je ne parle pas ici des calcaires saccarroïdes.)

6° Les couches que je rapporte au trias examinées dans les localités très-voisines les unes des autres paraissent reposer tantôt sur le terrain houiller, tantôt sur les roches cristallines. Je crois qu'en réalité, elles recouvrent toujours le terrain houiller, mais on ne peut pas toujours distinguer ce dernier des roches cristallines.

[1] En terminant ce travail, je vois que j'ai fait sur le terrain triasique des Alpes un raisonnement semblable à celui que M. Coquand a fait sur le terrain de même âge de la province de Constantine à la page 44, du t. V. *Mém. de la soc. géol. de France*, 1854.

7° Enfin il ressort de ce travail que le terrain houiller ou anthracifère des Alpes, est composé de deux étages, savoir : les schistes ardoisiers à empreintes de plantes à la partie supérieure, et les grès ou poudingue à la partie inférieure.

APPENDICE N° I.

DÉTAILS RELATIFS AUX COUCHES DE MEILLERIE.

(Pl. I, fig. 1.)

Je décrirai toutes les couches en allant de l'ouest à l'est.

TERRAIN DES MARNES IRISÉES OU TRIASIQUE :

1°[1] En s'avançant d'Evian à St-Gingolph, les premières roches en place, qui se rapportent à notre section, se trouvent sur le bord de la route un peu avant le Maupas. Ce sont des *cargneules*. Sur elles s'appuyent les couches suivantes qui sont par conséquent redressées à l'ouest, mais qui en s'éloignant des cargneules deviennent verticales.

2° *Marnes verdâtres et rougeâtres.*

3° *Calcaire dolomitique.*

4° *Marnes verdâtres et rougeâtres.*

Ce terrain présente l'apparence des couches des marnes irisées. — On ne peut juger de son épaisseur.

COUCHES DE KÖSSEN OU QUATRIÈME ÉTAGE DU LIAS.

5° *Marne noire et jaune* avec calcaire en rognons et fossiles. On y trouve :

Avicula contorta Portl., si abondante que la roche est une espèce de lumachelle.

Spondylus obliquus Klips.

6° *Calcaire gris* contenant beaucoup de *coraux*.

[1] Ces n°s se rapportent à ceux de la planche.

Les couches 5 et 6 ont environ 30 mètres[1].

7° Au milieu de quelques couches marneuses se trouve un *calcaire jaune* rempli de *terebratula biplicata* Sow. Un mètre.

8° *Marne noire et calcaire bleu noirâtre* dominant.

Ces couches qui sont en partie recouvertes par des éboulements ont environ 46 mètres.

9° *Calcaire bleu et marne noire* dominante, en couches verticales; dans leur partie orientale elles sont contournées.

10° *Calcaire esquilleux, bleu foncé*, en couches verticales, contenant beaucoup de silice et de rognons siliceux qui présentent une couleur bleue remarquable.

J'avoue que j'ai encore quelque hésitation sur la position exacte de ces couches; leur apparence les ferait regarder comme étant le lias inférieur : car ce sont des calcaires durs, siliceux, puissants, qui paraissent commencer l'étage sinémurien. Mais les fossiles semblent indiquer qu'elles appartiennent encore aux couches de Kössen.

On y trouve les fossiles suivants :

Pecten Valoniensis Leym.
» *demissus* Goldf[2].
» *textilis*? Goldf.
» *Falgeri* Merian.

Dans ce genre qui est très-abondant ici, j'ai cru d'abord pouvoir reconnaître d'autres espèces, mais je les ai réunies ensuite aux espèces précédentes, quoiqu'elles offrent quelques variétés.

Lima Hettangiensis Terq.
» *Plebeia?* Chap. et Dew.
» autres espèces.
Ostrea Pictetiana Mort.
Mytilus[3].

Les n^os^ 5 à 10 mesurent environ 143 mètres.

[1] Ce chiffre et les suivants, qui se rapportent aux épaisseurs des couches, ne les indiquent pas exactement, mais ils sont la mesure de l'espace que les couches occupent le long de la route. Or les couches coupant la route obliquement, ces chiffres sont trop forts pour l'épaisseur réelle.

[2] C'est par erreur que j'ai indiqué le *pecten demissus* Goldf. pl. 99, fig. 2, à la p. 13 de ce mémoire. Le pecten trouvé dans les couches 8, 9 et 10 du Maupas peut se rapporter au *P. Hehli* Rolle. Comptes rendus de l'Acad. des sc. de Vienne, 1857, t. XXVI, p. 32, fig. 12.

[3] Cette espèce dont j'ai déjà parlé à la p. 13 de ce mémoire, n'est pas un *mytilus* mais le *pleuromya suevica* Rolle. Mém. cité, fig. 2.

ÉTAGES SINÉMURIEN ET LIASIEN.

11° *Grande masse de calcaire bleuâtre* difficile à séparer du n° 10. Elle contient une couche de calcaire rougeâtre dans laquelle j'ai trouvé quelques *peignes*. — On y voit aussi :

Ammonites Guibalianus d'Orb.
» *planicosta* Sow.
» *rarecostatus?* Ziet.

12° *Calcaire bleuâtre.*

13° *Calcaire bleu marneux* dans la partie de l'ouest, plus solide à l'est. Les couches paraissent verticales et sans fossiles. On y voit des nids de bitume et des traces de charbon de pierre.

14° *Calcaire bleu;* nouvelle carrière ouverte en 1856 ou 1857.

L'ensemble des couches 11 à 14 mesurent environ 500 mètres.

Ici finissent les carrières du Maupas ou de Meillerie d'en bas.

En suivant la route on traverse le village de Meillerie et ses charmants vergers. Les premières roches en place qui se trouvent au delà, appartiennent aux carrières de la Balme. C'est encore celles des étages sinémurien et liasien. L'espace qui les sépare de celles du Maupas est d'environ 800 mètres.

15° *Calcaires gris bleus,* avec veines de silex et un calcaire gris. Ils contiennent un assez grand nombre d'ammonites, particulièrement les espèces suivantes :

Ammonites brevispina Sow.
» *spinatus* Brug.

Ils mesurent environ 320 mètres.

ÉTAGE TOARCIEN OU LIAS SUPÉRIEUR.

16° Grande étendue de *marnes bleues* plissées, clivées, les joints que l'on y reconnaît sont presque verticaux. Elles forment une pente boisée sous l'escarpement du calcaire de la Balme. Elles renferment beaucoup de rognons de la grosseur de la tête environ, qui sont exploités pour la fabrication du ciment. Elles contiennent beaucoup d'*ammonites aalensis* Ziet. — On y voit aussi des traces de *fucoïdes*. Elles mesurent environ 920 mètres le long de la route.

Ces marnes forment le centre des auges dont j'ai parlé. Elles constituent le terrain le plus récent de cette coupe et au delà on retrouve, dans un ordre inverse, les divers prolongements des couches que je viens de décrire.

ÉTAGES LIASIEN ET SINÉMURIEN.

Nous arrivons à la carrière de la Balle ou de Leucon ; dans sa partie ouest nous trouvons :

17° Des *marnes jaunâtres* qui font peut-être partie de l'étage précédent.

18° *Calcaire gris bleu* en grandes masses renfermant les fossiles suivants :

Nautilus.

Ammonites Kridion Hehl.

» *fimbriatus* Sow.

» *bisulcatus* Brug.

» *spinatus* Brug.

Lima semicircularis?

Lima

Pecten.

Ce calcaire mesure environ 270 mètres.

COUCHES DE KÖSSEN OU QUATRIÈME ÉTAGE DU LIAS.

19° J'ai déjà remarqué que la séparation entre le lias, proprement dit, et les couches de Kössen, n'est pas aisée à faire. — Cependant, je crois pouvoir indiquer une couche de marne *a*, placée un peu à l'est du milieu de la carrière de la Balle, comme étant la partie supérieure des couches de Kössen.

Elle appartient à un grand massif de marnes et de calcaires noirs faisant un pli très-remarquable. Ce pli indique la manière dont les marnes placées au bord de la route et relevées contre le lac, se rattachent au grand escarpement et en font partie. Les couches dans leur partie supérieure sont redressées contre le sud-est.

Ce massif se subdivise en plusieurs couches, dont les principales sont les suivantes :

a) Marne d'un gris noir dont je viens de parler. Elle contient des *anomya irregularis* Terq.

b) Au-dessous se trouve une *couche de calcaire marneux*, contenant des *coraux*. *Terebratula* lisse assez aplatie, qui a quelques rapports avec la *Terebratula numismalis??* Lam.

Spirifer Munsteri David.

c) Couches plus calcaires que les précédentes :

Pecten Falgeri, Mer.

» *Valoniensis*, Leym.

d) Couches contenant des *cardinia* ou *hettangia?*

e) Couches contenant la *lima striata?* Desh.

f) Plusieurs bancs contenant l'*avicula contorta* Portl., formant une espèce de lumachelle.

Anomya? Fossile figuré par M. Quenstedt : *der Jura*, pl. I, fig. 16, abondant.

Mytilus minutus Goldf.

Pecten.

Cardinia ou *cardium* très-abondant.

Cardium rhœticum, Mer., abondant.

Astarte ?[1]

Ces dernières couches sont des schistes argileux et marneux noirs friables, contenant des veines d'un dépôt ferrugineux rougeâtre qui se trouve entre les strates. Cette apparence est exactement la même que celle des dépôts de même âge des Schambelen (Argovie), de Poligny (départ. du Jura) et de Champfromier (départ. de l'Ain). Dans la première de ces localités l'on trouve la *posidonomya minuta?* Alb.

L'ensemble du n° 19 mesure environ 200 mètres.

TERRAIN TRIASIQUE OU DES MARNES IRISÉES.

Au delà de la carrière de la Balle, nous trouvons un espace d'environ 200 pas occupé par des broussailles. Plus loin vient le terrain triasique.

20° *Marnes et calcaire gris dolomitique* plongeant contre la montagne dans le bas, c'est-à-dire au sud-est, et dans le haut se relevant au sud-est aussi, car ces couches forment un pli à angle droit.

Il paraîtrait que ce même pli se prolonge dans les couches qui sont placées à l'ouest et que nous venons de décrire, mais son niveau s'abaisse et il continue très-probablement au-dessous du lac.

En suivant la route on arrive au village de Leucon; on passe un torrent, on rencontre le hameau de Noirette et près du hameau du Bret on trouve enfin la *cargneule*, n° 21, et la dolomie grise qui est au-dessous du système du lias et qui appartient aux marnes irisées. Les couches de ces roches plongent au nord-ouest. Elles sont trop recouvertes par des broussailles pour qu'on puisse en mesurer l'épaisseur.

On trouvera probablement ces observations trop longues et trop minutieuses; moi, je ne les trouve pas assez détaillées. J'aurai voulu augmenter la liste des fossiles et mieux préciser leur place. Je crois que quelques courses dirigées dans ce but, amèneront des résultats satisfaisants.

Il est donc évident que les couches des terrains qui arrivent sur les bords du lac dans le voisinage de Meillerie, présentent à peu près la forme de plusieurs U placés les uns dans les autres. Elles sont la partie concave de l'une de ces gigantesques ondulations de couches que l'on a signalées, depuis longtemps, dans le Jura et dans les Appalaches et qui sont également très-fréquentes dans les Alpes.

[1] Ce fossile déjà indiqué à la p. 112 me paraît être celui que M. Rolle a figuré sous le nom de *astarte suessi*. Comptes rendus des séances de l'Acad. de Vienne, 1857, t. XXVI, p. 32, fig. 5 et 6.

APPENDICE N° II.

DÉTAILS RELATIFS AUX COUCHES PLACÉES SUR LES BORDS DE LA DRANSE.

(Pl. I, fig. 2.)

Les couches si variées qui se trouvent le long des bords de la Dranse seront décrites ici en remontant la rivière, c'est-à-dire en allant de Thonon au pont de Bioge.

La première roche solide qui se rencontre sur la rive droite de la rivière est d'une nature à laquelle le nom de *Flysch* convient fort bien; car on peut hésiter sur sa composition et sur sa position géologique. C'est un grès schisteux micacé pourri, contenant des parties plus calcaires. Il ressemble au grès de la base des Voirons, à ceux de la base des Allinges et à ceux placés entre St.-Gingolf et le Boveret. Il est fort difficile de lui assigner un âge par les raisons suivantes. 1° Il paraît placé au-dessous des cargneules, mais il n'est pas en contact avec elles, et l'espace qui sépare ces deux terrains est occupé par le diluvium. 2° Dans les localités où l'on peut voir les roches placées au-dessous des cargneules, on n'en trouve aucune semblable à ce flysch. 3° Ce grès se trouve à la lisière des Alpes là où diverses circonstances semblent indiquer une forte dislocation.

Il est possible qu'une roche plus jeune que la cargneule et que le lias ait été ramenée dans cette position par un grand contournement. Ce même flysch se revoit en face de la première masse de gypse qui est placée à côté de la fabrique d'Armoy sur la rive gauche de la Dranse.

TERRAINS DES MARNES IRISÉES.

N° 1, 2, 3, 4. Il est évident que ces numéros empruntés à la coupe de Meillerie ne correspondent pas très-exactement aux couches de cette coupe. Cependant ils se rapportent aux mêmes terrains.

A Meillerie, on ne peut voir que la partie supérieure de ce terrain, tandis qu'à la Dranse on descend jusque dans des couches plus profondes.

1. *c*) A la fabrique d'Armoy se trouve une superbe masse de *gypse* placée sur la rive gauche de la Dranse. On y a ouvert quatre carrières. Sa puissance, mesurée horizontalement, est d'environ 305 mètres.

1. *b*) Ce gypse est accompagné et recouvert par des *cargneules* en couches nombreuses, variées, alternant avec des calcaires dolomitiques et des dolomies compac-

tes, qui ont été exploitées comme ciment romain et comme pierre lithographique. Elles alternent avec des marnes noires.

A environ 300 pieds au-dessus de la Dranse, dans l'escarpement de la rive droite, sur la commune de Féterne, on a recherché du charbon. La quantité de charbon retirée n'a jamais été considérable.

1. *a*) Seconde masse de *gypse blanc*, placée sur les deux rives de la Dranse.

N° 1. En dessus l'on trouve une énorme série de *cargneule* et de *calcaire dolomitique*, souvent en blocs plus ou moins considérables, alternant avec des marnes grises ou noires, se délitant en fragments rectangulaires, formant des couches ondulées, recourbées, plissées, etc. Je pense que c'est la partie supérieure de ces couches qui se montre à Meillerie.

2° *Calcaire dolomitique* passant au grès.

3° *Marne argileuse verdâtre* et calcaire dolomitique. Je crois que M. Escher y a trouvé des écailles de poissons?

4° *Calcaire dolomitique* brèchiforme, alternant avec des marnes grises.

Ces dernières assises sont régulièrement stratifiées et plongent au sud avec une inclinaison de 55° environ. L'espace occupé sur la carte par l'ensemble des couches s'étendant du flysch aux couches de Kössen, en dessus du pont couvert, placé dans la Combe d'Enfer, est d'environ 5000 mètres.

COUCHES DE KÖSSEN OU QUATRIÈME ÉTAGE DU LIAS.

Ces couches correspondent aux n°s 5 à 10 de la coupe de Meillerie.

a) [1] On voit d'abord le *calcaire gris* en couches peu épaisses, en rognons, alternant avec des marnes noires. Le calcaire se décompose à sa surface en une matière jaune et verdâtre.

L'*Avicula contorta*, Portl. y forme une espèce de lumachelle. M. Escher y a recueilli la *gervillia inflata*; 12 mètres. Ce calcaire paraît avoir pour équivalent la couche n° 5 de Meillerie.

b) Au-dessus c'est une *marne noire* qui est la roche la plus abondante, quoique le calcaire précédent se retrouve encore; mais il est d'un gris plus foncé: c'est probablement là que M. Escher a trouvé la *plicatula intustriata*; 14 mètres.

c) Plus haut on voit des couches de marnes grises en rognons se décomposant en jaune, et alternant avec des marnes noires. Dans leur partie supérieure, j'ai trouvé un assez gros fragment de poisson et dans leur partie inférieure, l'*avicula contorta*. Portl.: 80 mètres.

[1] Ces lettres n'ont pas été marquées sur la figure, parce que la place manquait. Mais on comprend qu'elles se succèdent de gauche à droite.

ÉTAGES SINÉMURIEN ET LIASIEN correspondant aux couches n° 11 à 15 de la coupe de Meillerie. Il mesure environ 230 mètres le long de la route, et se voit en grande partie sur la rive gauche de la Dranse.

d) *Calcaire dur d'un bleu noir*, très-siliceux, couches minces fortement pénétrées de silex, les rognons sont peu distincts. La silice est disséminée et associée avec la masse. Ces couches plongent environ au sud de 55°. On les voit sur une longueur d'environ 138 mètres.

e) *Marne grise*, dure, comprimée, fissurée avec un banc de calcaire noir; environ 12 mètres. — On trouve ici un grand éboulement formant un ravin.

f) *Marne et banc de calcaire;* 3 mètres.

g) *Calcaire noir* veiné de spath, calcaire blanc; 80 mètres.

h) *Marne d'un gris noir* ressemblant à du calcaire au premier coup d'œil; 72 mètres.

ÉTAGE TOARCIEN correspondant au n° 16 de la coupe de Meillerie; 370 mètres environ. Se trouve en majeure partie sur la rive droite de la Dranse. Ce sont des *marnes grises* qui contiennent des rognons de la même sorte que ceux qui sont exploités à Meillerie pour la fabrication du ciment. Ces couches plongent d'abord au sud pour se relever ensuite de ce même côté. Elles forment le fond de l'une des quatre auges dont nous avons parlé, c'est l'auge centrale. — La petite partie de ces roches que l'on peut voir sur la rive gauche de la Dranse, est contournée et redressée du côté du sud.

ÉTAGES LIASIEN ET SINÉMURIEN correspondant aux n^{os} 17 à 18 de la coupe de Meillerie; 50 mètres.

k) Grande masse de *calcaires noirs* variés, un peu oolitiques, en couches presque verticales, mais cependant s'appuyant du côté du sud. Les couches les plus au sud appartiennent peut-être déjà à l'étage suivant. Ce sont des couches de calcaire noir très-siliceux, semblables à celles que j'ai déjà indiquées.

COUCHES DE KÖSSEN OU QUATRIÈME ÉTAGE DU LIAS correspondant au n° 19 de la coupe de Meillerie; 40 mètres.

l) Calcaire sableux, en rognons, alternant avec de l'argile, contenant beaucoup de petits fossiles et des tiges ou racines de plantes qui s'entrecroisent d'une manière bizarre. Cet arrangement est fort évident au Schambelen (Argovie), dans une couche qui recouvre celle où M. Heer a trouvé tant d'insectes curieux. On y trouve l'*avicula contorta* Portl., et c'est probablement à cette couche qu'il faut rapporter le *cardium austriacum*, la *plicatula intustriata*, la *gervillia inflata*, le *baktryllium striolatum*, indiqués par M. Escher dans ses notes, et une *bélemnites* signalée par M. Mortillet[1].

[1] *Trias du Chablais*. Bullet. de l'Association florimontane d'Annecy, 29 novembre 1855.

m) Dans la couche au-dessous, on voit des *calcaires argileux* noirs, avec veines de fer hydroxidé et des petits fossiles, semblables à ceux de la couche 19 de Meillerie.

TERRAINS DES MARNES IRISÉES correspondant au nos 20 et 21 de la coupe de Meillerie.

n) Alternance de *calcaire noir et de bancs dolomitiques.*

On arrive au pont de Bioge où le diluvium descend jusqu'au bord de la rivière. Au delà on voit des assises jurassiques verticales plus jeunes que le terrain liasique.

L'on peut encore conclure ici, comme à Meillerie, que la cargneule est placée en dessous des couches du quatrième étage du lias, car elle se voit plus bas que les couches de ce terrain soit du côté du nord, près du pont couvert de la Dranse, soit du côté du sud près du pont de Bioge. Elle appartient donc au terrain des marnes irisées.

APPENDICE N° III.

TABLEAU DES FOSSILES TROUVÉS DANS LE CALCAIRE DU COL DES ENCOMBRES, EN SAVOIE, D'APRÈS M. LE PROFESSEUR SISMONDA.

M. Sismonda a donné plusieurs notices sur le beau gisement de fossiles qu'il a découvert au col des Encombres. Elles ont été inserées dans les ouvrages suivants :

1° Bullet. Soc. géol. de France, 1848, t. V, p. 411, où quelques espèces sont figurées. — Archives des sciences physiques et naturelles, 1849, t. XI, p. 144.

2° Bullet. Soc. géol. de France, 1855, t. XII, p. 635; la liste des fossiles est accompagnée d'une coupe figurant la succession des terrains. — Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, 1855, t. XL, p. 1193.

3° Comptes rendus de l'Acad. des sciences de Paris, 1857, t. XLV, p. 942. — Nous reproduisons le tableau des fossiles contenu dans ce travail, en supprimant quelques noms de localités.

Tableau des fossiles trouvés dans le calcaire du col des Encombres, en Savoie.

NOMS DES ESPÈCES	LOCALITÉS DES ALPES où se trouvent les mêmes espèces	Noms des terrains.
Aptychus, esp. ind.		
Teudopsis sismondæ, Bell,		
Belemnites, esp. voisin du *B. elongatus*, Mill.	Bex (Studer), Isère, Digne (d'Orb.)	Lias moyen, d'Orb.
» esp. voisine du *B. irregularis*, Schl	Alpes Bernoises (Stud.)	Lias supérieur, d'Orb.
Nautilus, voisine du *N. truncatus*, Sow.		Lias supérieur, d'Orb.
» voisin du *N. intermedius*, Sow.	Bex (Studer) Alpes Bernoises (Studer), Voralberg (Studer).	Lias moyen, d'Orb.
Ammonites fimbriatus Sow.	Bex, Alpes Bernoises, Voralberg (Studer), Lombardie (Collegno).	Lias moyen, d'Orb.
» *annulatus*, Sow,	Bex, Alpes Bernoises (Stud.) Montmirail (Raspail).	Lias supérieur, d'Orb.
» *jurensis*, Ziet.	Alpes Bernoises (Studer),	Lias supérieur, d'Orb.
» *beckei*, Sow.	Lombardie (Collegno).	Lias moyen, d'Orbe.
» *margaritatus*, d'Orb.	Bex, Alpes Bernoises, Voralberg (Studer).	Lias moyen, d'Orb.
» *cornucopiæ*, Young.	Alpes Bernoises (Studer)	Lias supérieur, d'Orb.
» *planicosta*, Sow.	Alpes Bernoises, Voralberg (Studer) Lombardie (Collegno).	Lias moyen, d'Orb.
» *thouarsensis*, d'Orb.	Como (Collegno).	Lias supérieur, d'Orb.
» *radians*, Schl.	Bex, Alpes Bernoises, Voralberg (Studer), Como (Pilla).	Lias supérieur, d'Orb.
» *henleyi*, Sow.	Alpes Bernoises, Voralberg (Stud.)	Lias moyen, d'Orb.
» esp. ind.		Lias moyen, d'Orb.
Chemnitzia undulata, d'Orb.		
» esp. ind.		
Trochus, deux esp. ind.		
Pleurotomaria expansa, d'Orb.	Alpes Bernoises (Studer).	Lias moyen, d'Orb.
» *rotellæformis*, Dunk.		Lias moyen, d'Orb.
» *neret*? Mustr.		Lias supérieur, d'Orb.
» voisin du *Pl. cæpa*, Desh.		Lias inférieur, d'Orb.
» deux esp. ind.		
Pholadomya liassina? Sow.		Lias, Sow.
» voisine du *Ph. elongata*, Mustr.		
Corbula, deux esp. ind.		
Astarte, esp. ind.		
Lucina, esp. inds		
Cyprina, esp. ind.		
Cardinia concinna, Ag.		Lias inférieur, d'Orb.
» *hybrida*, Ag.	Alpes Bernoises (Studer)	Lias inférieur d'Orb.
» esp. ind.		
Isocardia, esp. ind.		
Venus, deux esp. ind.		
Arca, six esp. ind.		
Mytilus decoratus? Goldf.		Lias supérieur, d'Orb.
» deux esp. ind.		
Lima decorata? Mustr.	Alpes Bernoises (Studer), Digne (Gras).	Lias supérieur, d'Orb.
» *inæquicosta*, Munstr.	Alpes Bernoises (Studer).	
» *punctata*, Desh.		Lias moyen, d'Orb.
» trois esp. ind		
Avicula inæquivalvis, Sow.		Oxfordien infér. d'Orb.
Inoceramus voisin du *I. pernoïdes*, Goldf.	Alpes Bernoises (Studer).	Lias supérieur, d'Orb.
Pecten priscus? Schl.	Aix (Matheron).	Lias moyen, d'Orb.
» voisin du *P. corneus* Sw.		Lias moyen, d'Orb.
» voisin du *P. subulatus*, Sow.		Lias supérieur, d'Orb.
Terebratula variabilis? Schl.	Castellane, Vizille (d'Orb.).	Lias inférieur, d'Orb.
Spirifer rostratus, de Buch.	Alpes Bernoises (Stud.), Lombardie (Collegno).	Lias moyen, d'Orb.
» *tumidus*, Ziet.	Alpes Bernoises (Studer).	Lias, de Buch.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction ..... pag. 3
I. Des rochers de Meillerie (pl. I. fig. 1) ..... » 7
II. Les roches de la Dranse (pl. I. fig. 2) ..... » 15
III. Le Grammont ..... » 21
VI. Le Môle et la pointe d'Orchez ..... » 24
V. Sur les fossiles de divers étages placés dans une seule couche ..... » 29
VI. Matringe ..... » 34
VII. Taninge ..... » 37
VIII. Considérations diverses ..... » 38
XI. Quelques parties des terrains liasique et triasique dans les chaînes extérieures du Chablais et du Faucigny ..... » 43
X. Affleurements et composition du terrain triasique dans l'intérieur des Alpes ..... » 45
XI. Quelques coupes du terrain triasique ..... » 47
Ravin du Mettenbach ..... » 48
Section prise sur la rive droite du Rhône près de Morcle (pl. II. fig. 7) ... » 49
Col de Salanfe (pl. II. fig. 8) ..... » 50
Col d'Emaney ..... » 51
Le Grenairon et la vallée d'Entraigues (pl. II. fig. 9) ..... » 52
Revers Sud-Est du Buet (pl. II. fig. 10) ..... » 56
Col du Salenton (pl. III. fig. 11) ..... » 56
Frêtes de Moïde (pl. III. fig. 12) ..... » 57
Aiguilles des Posettes (pl. III. fig. 13) ..... » 60
Aiguilles Rouges (pl. III. fig. 14) ..... » 63

Flumet (pl. III. fig. 15) ..... pag. 63
Allevard ..... » 64
Petit cœur (pl. III. fig. 16 et 17) ..... » 64
Col des Encombres (pl. III. fig. 18) ..... » 67
Massif du Mont-Blanc (pl. III. fig. 19 et 20) ..... » 68
XII. Analogies entre le terrain keupérnei des Alpes et celui d'autres pays.. » 71
XIII. Réflexions sur le terrain des marnes irisées et sur le métamorphisme . » 75
XIV. Conclusions ..... » 79
Appendice n° I. Détails relatifs aux couches de Meillerie (pl. I. fig. 1)» 81
Appendice n° II. Détails relatifs aux couches placées sur les bords de la Dranse (pl. I. fig. 2) ..... » 86
Appendice n° III. Tableau des fossiles trouvés dans le calcaire du col des Encombres, en Savoie, d'après M. le professeur Sismonda ..... » 89

ADDITIONS ET CORRECTIONS.

A la page 11 dans la note n° 3, *au lieu de*: rauchwacke, *lisez*: rauhwacke.

A la page 27, ligne 4, placez le mot: *Liasien*, en face de: *Lima punctata?*

Même page, ligne 10, le mot: Sinémurien, se rapporte à l'*Avicula Sinemuriensis* d'Orb.

A la page 28, ajoutez aux quatre Ammonites trouvées à la pointe d'Orchez: l'*Ammonites fimbriatus* d'Orb., de l'étage liasien.

A la page 56, ligne 17, *au lieu de*: p. 135, *lisez*: p. 35.

A la page 65, ligne 20, *au lieu de*: p. 145, *lisez*: p. 45.

A la page 65, ligne 4 en partant d'en bas, *lisez*: Dans la couche j' j'ai trouvé quelques traces de fucoïdes.

Dans la pl. I, fig. 1, l'étage n° 16 de Meillerie, devrait porter de petits traits noirs placés entre les traits rouges pour être semblable à l'étage n° 16 de la coupe de la Dranse.

Dans la pl. I, fig. 2, les couches recourbées qui se trouvent dans la partie de droite de l'étage n° 16, appartiennent encore à cet étage quoiqu'elles n'aient pas de traits rouges.

Dans la pl. III, fig. 19, la couche n° 6 placée entre les Fiz et l'Aiguille-Rouge ne devrait pas porter des croix, mais des petits traits.

Fig. 1. Section prise le long du lac de Genève à Meillerie. (Savoie)

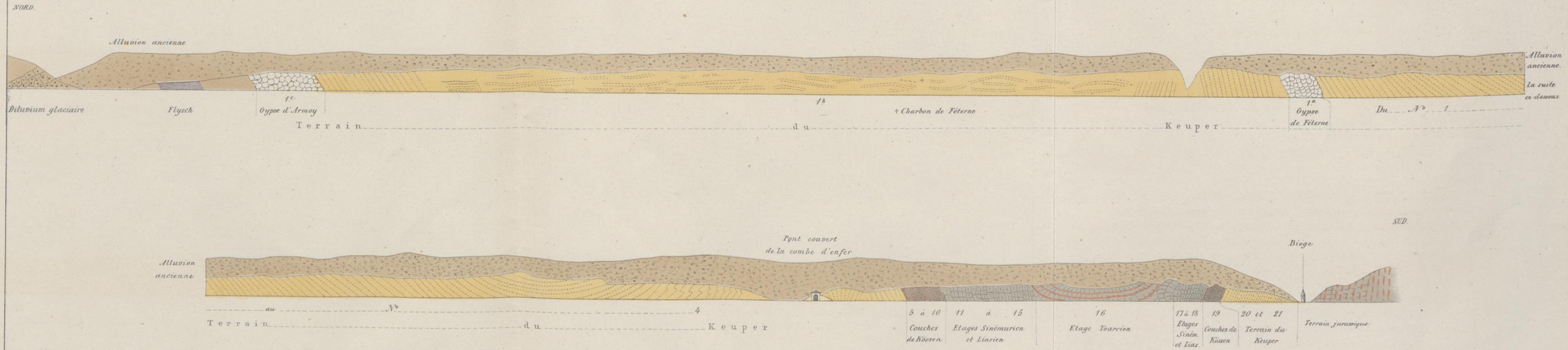


Fig. 2. Section prise le long de la Dranse entre le lac de Genève et Bioge.

Lith. Alex. & Comp.nie à Genève.

Fig. 4. Le Grammont.

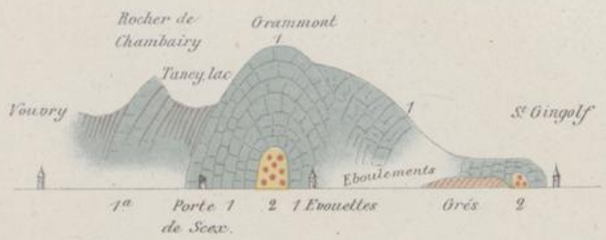


Fig. 5. Matringe.

Fig. 6. Taninge.

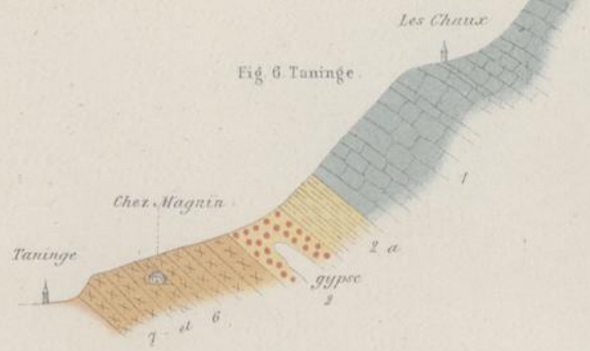


Fig. 7.
Sur la rive droite du Rhône près de Morcle. (Vaud)

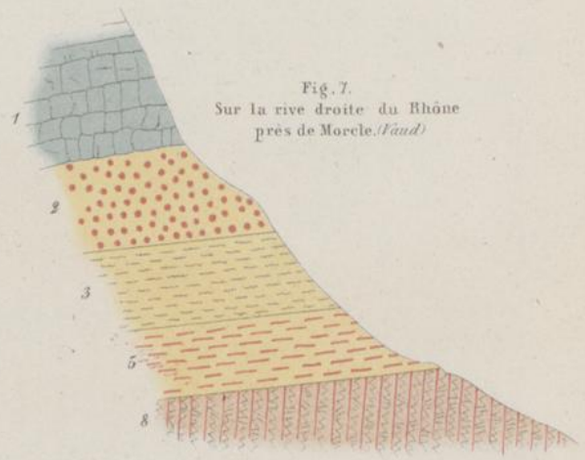


Fig. 8.
Col de Salanfe.

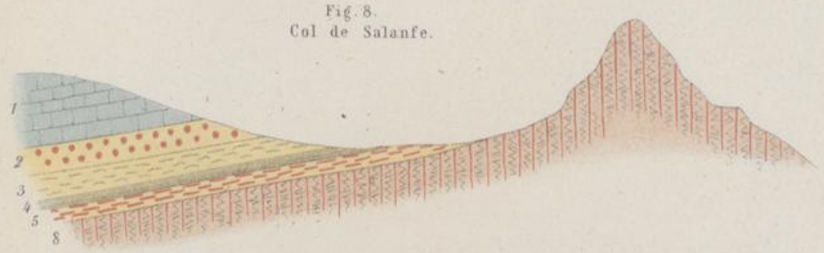


Fig. 3
Explication des signes et des couleurs.

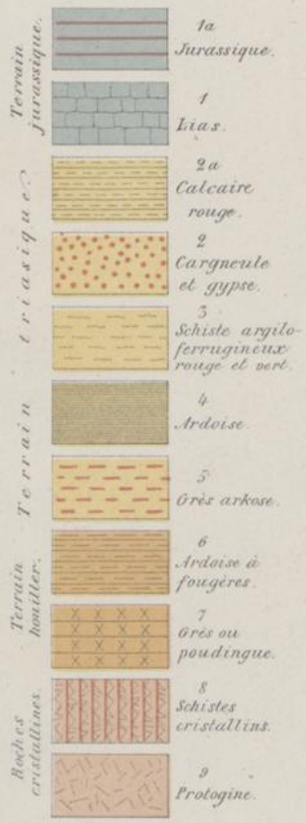


Fig. 9. Vallée d'Entraigues près Valorsine.

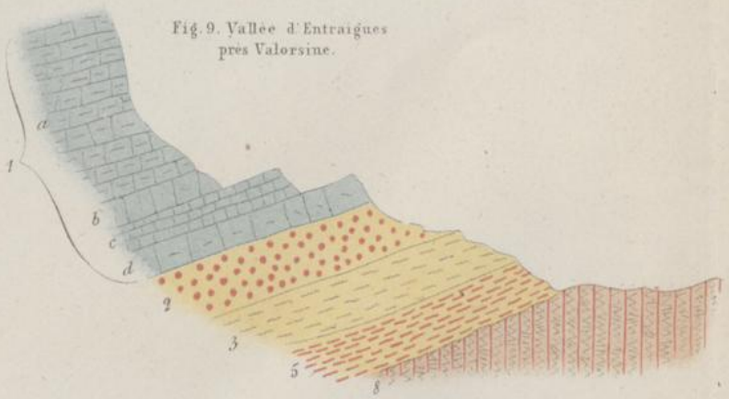
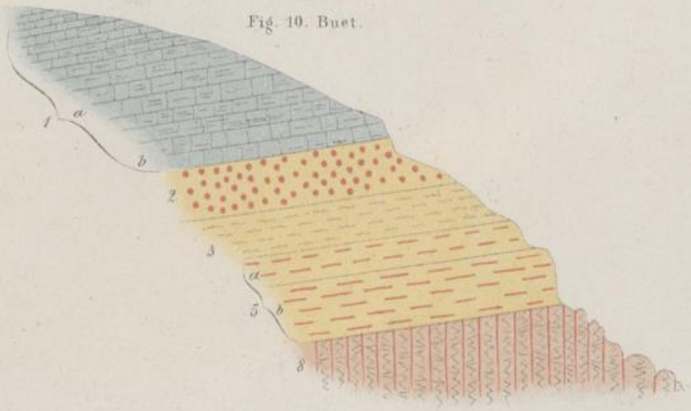


Fig. 10. Buet.



Lith. Pilet & Gonguard, Genève.

Fig. 11. Col de Salenton.

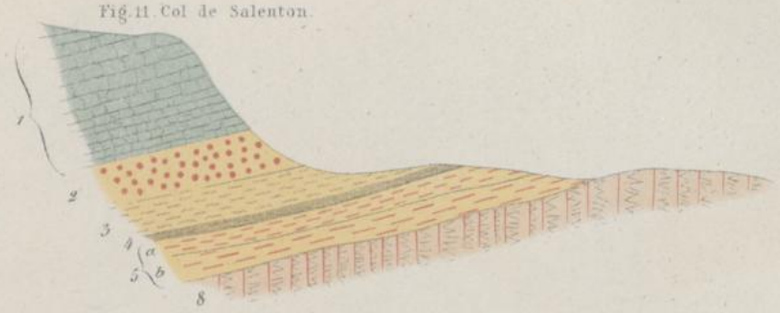


Fig. 12. Descente du col d'Anterne vers la Dioza près de Moide.

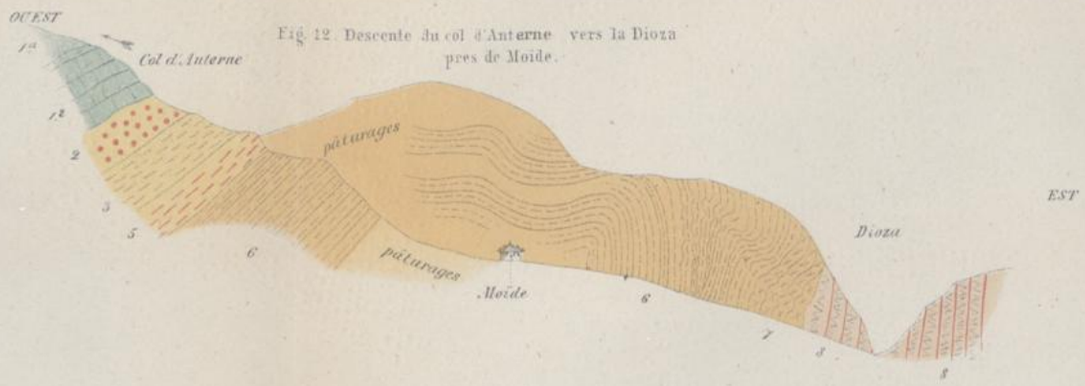


Fig. 13. Section prise de l'aiguille des Posettes à la chaine du Mt Blanc.

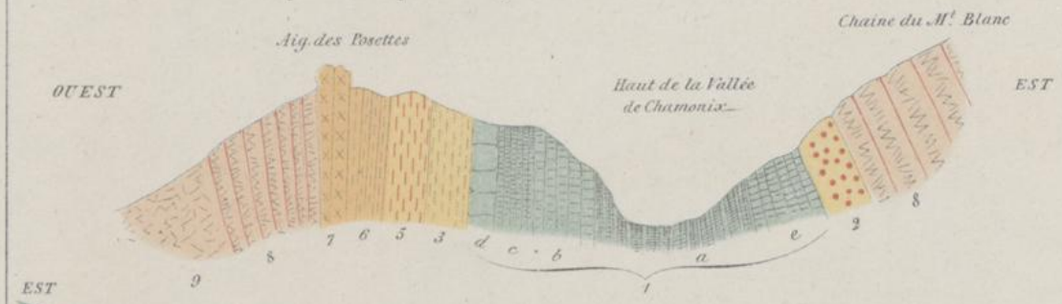


Fig. 14. Aiguille Rouge.

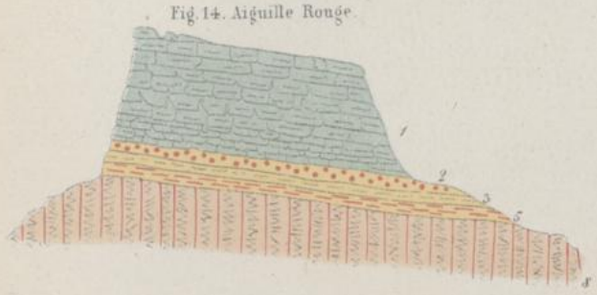


Fig. 15. Flumet.

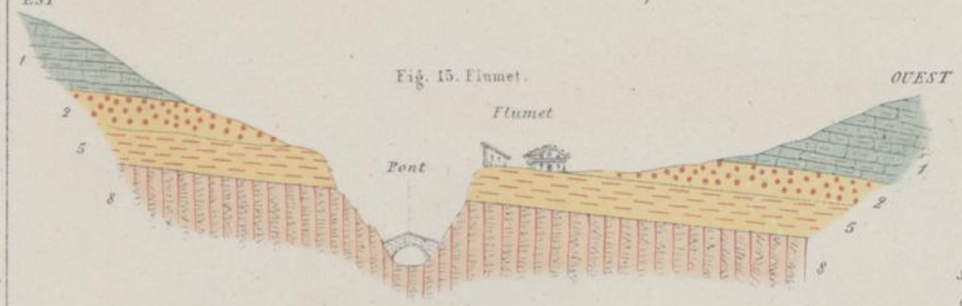
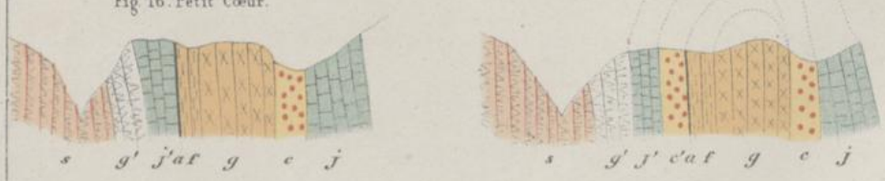


Fig. 17. Coupe théorique de Petit Cœur.

Fig. 16. Petit Cœur.



s = Schistes cristallins. *g'* = Grès. *j'* = Schiste calcaire à bélemnites.
a = Anthracite. *f* = Schiste ardoisier avec fougères. *g* = Grès anthracifère.
c et *c'* = Cargneule. *j* = Calcaire jurassique à bélemnites.

Fig. 18. Col des Encombres à la hauteur de la Grosse Pierre.

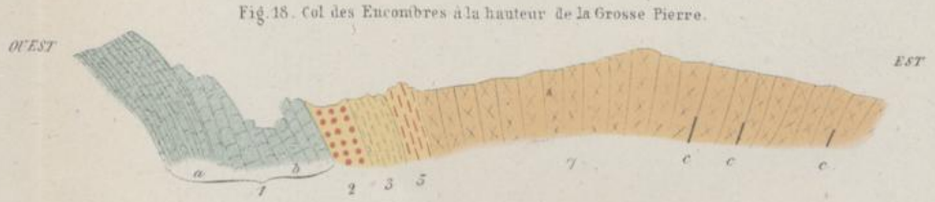
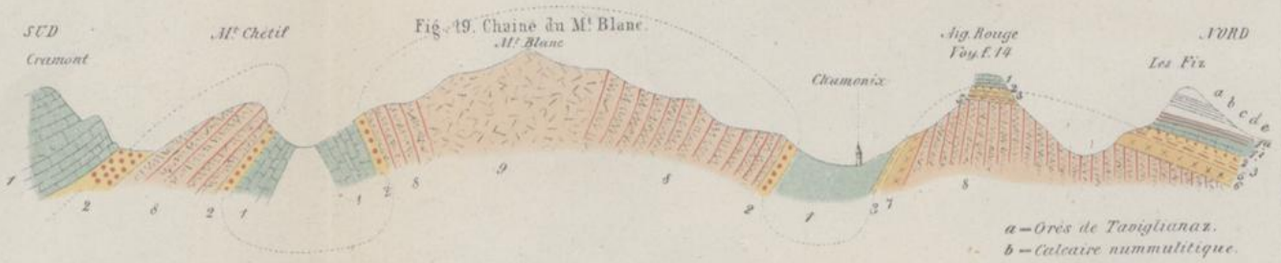
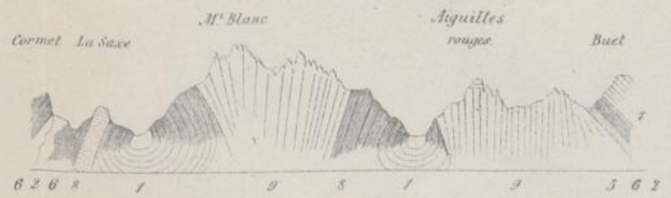


Fig. 19. Chaine du Mt Blanc.



a = Grès de Taviglianaz.
b = Calcaire nummulitique.
c = Grès vert.
d = Calc. à Rudistes.
e = Calc. néocomien.

Fig. 20.



Blot & Cougnard, Genève.