Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 2 (1890-1892)
Heft: 4

Artikel: Terrains
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-153904

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

TROISIÈME PARTIE

TERRAINS

TERRAINS PRIMAIRES

TERRAINS CRISTALLINS. — Une étude de M. le Dr GRUBENMANN [1] traite des granits du St-Gothard qui ne jouent au milieu des gneiss, schistes, etc., qu'un rôle accessoire dans ce massif. D'après de Fritsch, il y a quatre localités où se montre du granit éruptif : le groupe du Pizzo Rotondo, le Pizzo Lucendro, la Caciola-Alpe près Réalp, et la gorge de Tremola.

Le *granit de Rotondo* est le mieux caractérisé ; il varie de grain et se compose de quartz gris violacé en grains agrégés, d'orthose blanc et de plagioclase à éclat mat et couleur verdâtre saussuritique. Le mica y est noir, en paillettes brillantes ; par places, on trouve un second mica, des grenats, épidote et pyrite.

Le *granit du Pizzo Lucendro* est très voisin du précédent ; le

[1] Dr U. Grubenmann. Zur Kenntniss der Gothardgranite. *Verhandl. thurg. Naturf. Gesellsch.* 1890. IX, 15 p.

quartz est le même, mais non violacé, l'orthose blanc laiteux, le plagioclase est saussuritisé; le mica foncé ne se distingue qu'à la loupe et il y a des nids de minéraux épidotiques ou séricitiques, avec grenats bruns.

La roche de *Caciola-Alpe* forme un petit affleurement allongé de 1 ½ kilomètre de longueur; le quartz est en grains disséminés et vitreux; il y a de grands cristaux d'orthose et le plagioclase est d'un blanc mat, rarement verdâtre. Le mica est foncé.

Le *granit de Tremola* forme une zone étroite, visible sur les contours de la route du St-Gothard; il se rapproche de celui de Caciola, plutôt que de celui de Lucendro qui est cependant plus rapproché; il se distingue des deux par son odeur d'argile. Un peu plus à l'E., il prend l'aspect du granit de Rotondo; quartz vitreux, gris, en nids; orthose à éclat vitreux; un mica noir ou gris, nacré. Au pied du Mont-Prosa se voit une variété à quartz sableux, gris violacé. Près du pont de Sella, cette roche passe au gneiss de Fibbia ou gneiss du St-Gothard; ce gneiss est traversé de veines dites euritiques et prend au nord de l'hospice une texture gneisso-porphyrique, ensuite de la disposition du mica en traînées à côté des cristaux de feldspath. L'auteur pense que cette structure n'est due qu'à l'action mécanique qui a déformé la roche et que primitivement c'était un porphyre comme les autres.

Le mémoire se termine par des analyses chimiques des diverses variétés des roches décrites.

TERRAINS MÉTAMORPHIQUES. M. RENEVIER[1] désigne sous ce nom les roches plus anciennes que le terrain houiller, dans les Alpes vaudoises et du Bas-Valais. Leur texture et leur composition sont tout à fait les mêmes que celles des roches cristallines, gneiss, micachistes, pétrosilex, etc., mais certains indices semblent indiquer une origine sédimentaire. Ces terrains forment dans cette région l'extrémité des massifs des Aiguilles-Rouges et du Mont-Blanc qui s'enfoncent ici sous la masse sédimentaire du groupe des Diablerets-Dents de Morcles. M. Renevier cite l'opinion

[1] E. Renevier. Alpes vaudoises, *loc. cit.* 24-37.

des géologues qui se sont occupés antérieurement de ces terrains et expose ensuite les résultats de ses propres recherches. Il distingue dans ces massifs :

Pétrosilex, roche la plus fréquente, de couleur grise ; compacte, semi-homogène, tantôt grenue, tantôt schisteuse avec paillettes de mica.

Grès métamorphiques, bréchoïdes, rappelant parfois les arkoses.

Grès et poudingues, parfois avec cailloux arrondis.

Granits variés, quelquefois pégmatites. — Granit rouge et granit à mica noir.

Gneiss assez typique, quelquefois glandulaire.

Micaschiste, *talcschiste* et *schistes amphiboliques*.

Calcaire cristallin et marbre saccharoïde sur la limite du métamorphique et du carbonifère.

Cet assortiment si varié de terrains se montre dans quatre groupes ou sections: Sous Morcles, au Salantin, à Fully et au Trient. L'auteur énumère les arguments qui l'engagent à voir dans toutes ces roches des terrains sédimentaires, des grès (pétrosilex), des brèches, poudingues, etc., métamorphisés par la pression. La stratification régulière, l'existence de ripple-marks et la disposition en voûte de ces terrains, enfin l'augmentation progressive du métamorphisme du bord des Alpes à l'intérieur, lui paraissent appuyer cette hypothèse. Quant à leur âge, M. Renevier les donne comme carbonifère ancien, dévonien ou plus anciens encore?

TERRAINS PALÉOZOÏQUES

CARBONIFÈRE. Dans les Alpes vaudoises et du Bas-Valais ce terrain se compose, d'après M. RENEVIER[1], de poudingues gris avec poudingues et grès rouges analogues au sernifit du verrucano ; des arkoses et grès houillers forment, avec

[1] E. Renevier. Alpes vaudoises, *loc. cit.* 38-71.

des schistes, la principale masse de ce terrain dans lequel apparaissent très sporadiquement des couches d'anthracite. Un niveau anthracifère assez constant existe à la base de la formation, un autre en occupe plutôt la partie supérieure. Le terrain carbonifère forme deux bandes, l'une à l'est du massif du Mont-Blanc, l'autre resserrée entre les deux massifs cristallins sur la ligne de Fin-Haut, Salvan et Alesse; une troisième bande, bien plus étroite, suit la ligne de Haut de Morcle-Salantin. La grande épaisseur de celle qui remplit le synclinal de Salvan-Alesse, offre quatre niveaux qui sont :

4. Poudingues supérieurs, comprenant les poudingues rouges des Gorges et les schistes violacés; grès houillers gris et quelquefois schiste noir à plantes *(Cordaites borassifolius, Carpolites disciformis.)*
3. Assise schisteuse supérieure; zone des ardoises; traces de végétaux indéterminables. Correspond peut-être à la zone de Brayaz d'Arbignon avec 31 espèces de plantes *(Neuropteris flexuosa* et *N. tenuifolia).*
2. Poudingue moyen; grande épaisseur de poudingue gris; vrai poudingue de Valorsine. (*Sigillaria* trouvée dans des blocs erratiques.)
1. Assise schisteuse inférieure, zone de Dorénaz, Croix du Boit, Fontaines du Midi et de Combaz d'Arbignon avec *Cordaites borassifolius, Sphenophyllum erosum, Annularia radiata* etc. 27 espèces. Zone de la mine de Collonge.

La flore carbonifère de cette région compte 65 espèces et deux insectes, mais il est difficile, d'après cela, de fixer un parallélisme exact avec l'un des niveaux des étages du carbonifère d'autres régions.

M. F. Virgilio[1] a étudié les formations permo-carbonifères de la vallée Stretta, dans la partie supérieure de

[1] F. Virgilio. Il Permo-carbonifère di valle Stretta. *Atti R. Accad. Sc. nat. Torino*, XXV. 1890. 885-895, 1 carte.

la vallée de la Doire-Ripaire, entre les altitudes de 1500m et 3000m, où cette vallée prend son origine au pied du Mont Thabor. Deux bandes de terrain carbonifère, séparées par des failles, supportent la formation permienne, dans laquelle les deux branches supérieures de la vallée de Stretta sont encaissées. Sur le permien, se place le trias et sur celui-ci, la formation crétacée inférieure, suivie d'un développement variable de moraines. La série est la suivante :

Crétacé. Calcaires à *Cylindrites*.

Trias { Franconien et tirolien calcaires gris et rougeâtres supérieurs.
Vosgien, calcaires gris et rougeâtre inférieurs, calcschistes, quartzit blancs et verdâtres, grès schisteux (anagénite).

Permien. Talcschiste gneissoïde et talcschiste micacé verdâtre.

Carbonifère. Grès micacé avec schistes charbonneux intercalés; plusieurs gisements ont fourni des plantes.

Il faut ajouter que le calcaire à *Cylindrites* a été aussi rangé dans le trias.

M. HOLLANDE[1] a examiné un gisement d'anthracite au contact des schistes cristallins près des bains de Saint-Gervais (Savoie), mis en exploitation vers 1860. Les couches anthracifères sont accompagnées de grès micacés passant aux schistes argileux et qui forment le toit et le mur du filon, le tout est bien intercalé dans les cargneules. Ce terrain serait donc triasique (?).

TERRAINS MÉSOZOÏQUES

TERRAINS TRIASIQUES. M. HOLLANDE[2] distingue dans le trias des Almes et du Mt de Sulens les assises suivantes :

[1] Hollande. Mont de Sulens et Almes, *loc. cit.*
[2] Hollande. Mont de Sulens et Almes, *loc. cit.*

Roches quartzitiques à la Touvière.

Au vallon de Marolis (Almes) : roche noire argileuse avec cargneule.

Col des Annes et Mt Lachat : grès, roche noire argileuse, cargneules, calcaires jaunes celluleux et marno-calcaires rouges argileux.

A Sulens : gypse, cargneules, calcaires jaunes celluleux, marno-calcaires rouges argileux.

Ces terrains appartiennent au facies du trias de la 1re zone alpine.

Les roches du trias des Alpes vaudoises sont d'après M. RENEVIER [1], le gypse, l'anhydrite, des marnes vertes bariolées, peu calcaires, puis la cargneule avec des calcaires dolomitiques et enfin du marbre blanc ou coloré. Ces roches ne se trouvent pas toutes ensemble. Dans la région cristalline, au pied S.-E. des Dents du Midi et des Dents de Morcles, le trias offre surtout de la cargneule accompagnée quelquefois par des calcaires dolomitiques. M. Renevier attribue au carbonifère les schistes rouges et verts et le grès arkose qui sont inférieurs à la cargneule. Le calcaire blanc ou veiné connu sous le nom de marbre ou cipolin de Saillon n'est attribué qu'avec doute au trias. S'il n'est pas triasique, il ne pourrait être que liasique ; dans la coupe de la Batiaz près Martigny, sa position paraît cependant assez nettement triasique. A Saxon-Charrat, il y a du gypse, en compagnie de la cargneule. A Derborence et aussi dans la haute Lizerne, le trias offre des cargneules avec intercalations de gypse et de schistes verts feuilletés.

Le plus grand développement des couches triasiques a lieu dans la région salifère de Bex, aux Ormonts-dessus et aux cols de la Croix et du Pillon. On connaît déjà les

[1] E. Renevier. Hautes-Alpes vaudoises, *loc. cit.*, p. 71-128.

étranges dispositions que présentent les affleurements de lias, de dogger et de flysch au milieu de la grande masse de gypse; elles pourraient donner lieu à des doutes sur l'âge de ce dernier terrain ; le contact presque continu du flysch avec la bande de gypse des cols de la Croix et du Trütlispas, en rendent l'âge encore plus incertain. M. Renevier n'hésite cependant pas à mettre dans le trias les gypses (anhydrite) et cargneules de toute cette région en admettant pour expliquer le contact du toarcien et de l'opalinien avec le gypse, la transgressivité de l'opalinien sur le sinémurien et le rhétien ; les affleurements isolés de gypse au milieu du flysch seraient des sortes de klippes, plis disjoints et érodés que le flysch recouvre en transgression.

D'après M. Schmidt [1], le trias des Alpes tessinoises méridionales et des environs de Lugano commence par des bancs de grès, conglomérats avec lits dolomitiques sableux. Ce terrain repose en discordance sur le carbonifère et est recouvert en concordance par le conchylien d'un facies particulier. Le *rhétien* offre assez d'analogie avec celui d'autres régions. Il est remarquable de constater dans la série triasique une alternance de calcaires, de dolomies et de tufs marneux, ainsi que le montre le tableau suivant :

Rhétien.	Dolomie sup. du Dachstein à *Megalodus*.	— Calcaire.
	Schistes de Kössen a *Avicula contorta*.	— Marne.
Carnien.	Dolomie inférieure du Dachstein à *Gervillia exilis*.	— Dolomie.
	Couches de Raibl à *Gervillia bipartita*.	— Marnes, tufs et grès.
Norien.	Calcaire d'Esino à *Chemnitzia Escheri*.	— Dolomie.
	Couches de Wengen à *Daonella Lommeli*.	— Marnes, tufs.

[1] C. Schmidt. Umgebung von Lugano, *loc. cit.* p. 12.

	Couches de Buchenstein, *Trachyceras Reitzi*.	— Calcaires à rognons siliceux.
CONCHYLIEN.	Calcaire conchylien alpin à *Ceratites*.	— Calcaire et schistes bitumineux.
GRÈS BIGARRÉ.	Couches de Werfen à *Tirolites cassianus*.	— Grès.

Cette succession n'est cependant pas une série continue; les facies indiqués s'étendent souvent sur plusieurs des assises ou étages.

M. Schmidt décrit les facies de chaque niveau dans les environs de Lugano et remarque la fusion totale du conchylien et du norien en un seul récif dolomitique, au nord de Lugano ; tandis que sur d'autres points ce facies fait totalement défaut. Il y a donc des changements brusques du facies dans les assises triasiques de cette région.

M. STEINMANN [1] a fait plusieurs nouvelles observations au sujet du trias de Lugano, sa composition stratigraphique et les conditions tectoniques du Mt-Salvatore et du Mt-Bré. Il remarque en particulier que le calcaire à rognons siliceux, contenant des débris de crinoïdes (*Pentacr. dubius, Gf.*) est très riche en spicules de spongiaires, et cela autant dans les parties calcaires que dans les rognons siliceux.

La gorge de Margorabbia lui fournit le sujet d'une hypothèse sur la formation triasique. La totalité des étages antérieurs au rhétien y paraît représentée par une masse dolomitique en forme de récif — il est cependant admissible que le conchylien fasse entièrement défaut; mais si l'on compare ce profil avec celui de la masse dolomitique du Mt-Salvatore, où le conchylien existe, cela ne paraît pas être le cas.

[1] C. Steinmann, Bemerkungen ueber Trias, Jura und Kreide in der Umgebung des Luganer Sees. *Eclogæ géol. helv* 1890; II. 57-69.

L'étage rhétien de ce profil est remarquable par l'absence presque complète des éléments argileux, il est formé de calcaires marneux et surmonté du Dachsteinkalk, contrastant ainsi avec les énormes masses de marnes et calcaires marneux des bords du lac de Côme.

Un travail posthume de M. V. GILLIÉRON [1] donne plus de détails sur le sondage exécuté près de Bâle à Bettingen, dans le but de rechercher des gisements de sel gemme dans le trias. L'auteur énumère la série de terrains quaternaires et tertiaires (miocène et oligocène) qui forment la plaine du Rhin. La grande épaisseur de ces terrains ne permettra pas d'atteindre le sel gemme du trias dans la plaine.

C'est le petit plateau de Bettingen qui paraissait le plus propre à un sondage. Nous avons déjà rendu compte de l'insuccès de ce travail (*Revue* pour 1889) qui a traversé une vingtaine de mètres de conchylien, puis toute l'épaisseur du groupe de l'anhydrite soit 50 mètres, pour s'arrêter sur le Wellenkalk, sans avoir coupé aucun gîte de sel gemme. M. Gilliéron donne le profil détaillé des couches traversées. Au point de vue tectonique, le plateau de Bettingen est encore remarquable par la présence de deux zones d'affaissement, limitées par des failles parallèles d'une hauteur de 50 mètres environ. Ces vallées d'effondrement sont parallèles à la ligne de dislocation, flexure ou chevauchement qui borde le plateau du côté de la plaine.

RHÉTIEN. Le rhétien du Mont de Sulens est selon M. HOLLANDE [2], un calcaire grisâtre en rognons; il renferme *Avicula contorta, Myophoria inflata, Plicatula intusstriata*, etc. M. MAILLARD [3], y distingue deux niveaux (au Mont

[1] V. Gilliéron. Ein Bohrversuch auf Steinsalz. *Eclogæ géol. helv.* 1890, II. 199-214. 1 pl.

[2] Hollande, *loc. cit.* Sulens et Almes.

[3] Maillard. Géologie des environs d'Annecy, etc., *loc. cit.*

Lachat) : la zone à *Avicula contorta* et la lumachelle infraliasique.

M. RENEVIER [1], considère le rhétien des Alpes vaudoises comme le plus ancien terrain de la série liasique ; il a une grande affinité avec le hettangien et se sépare nettement du trias. On ne connaît jusqu'à présent, dans cette région, aucun fossile triasique ; la faune rhétienne est donc le prélude de la faune liasique.

Dans la vallée de la Grande-Eau les couches sont renversées, ce qui n'a pas permis d'observer une série continue. La partie inférieure est formée surtout de schistes à *Cardita austriaca, Avicula contorta,* tandis que les lumachelles à *Placunopsis alpina* en occupent la partie supérieure. M. Renevier cite 28 espèces.

Le rhétien existe aussi dans le massif des Dents de Morcles (creux de Dzeman), mais sans fossiles déterminables.

Le rhétien des massifs des Mythen, Buochserhorn, du Giswylerstock, etc., se compose, d'après M. STUTZ [2] :

1 Calcaires foncés avec *Cardita austriaca*, *Avicula contorta* et *Terebratula gregaria*, 2^m.

2 Marnes noires remplies d'*Ostrea multiformis* et d'*Avicula contorta*. 2^m.

D'autres fossiles fréquents sont: *Spieifer uncinatus, Modiola minuta, Plicatula intusstriata, Rhynchonella obtusifrons,* etc. Les gisements les plus riches se trouvent au Buochserhorn (Müllerboden).

Le trias qui lui sert de base, présente de haut en bas :

Dolomie jaune 30-60^m;
Marnes et grès 60-70^m;

[1] E. Renevier. Hautes Alpes vaudoises, *loc. cit.* 130-137.

[2] Stutz, *loc. cit.* Keuperlucken am Vierwaldstättersee.

Cargneules	30^{m};
Gypse	130-170^{m}.

M. L.-A. GIRARDOT a publié la première partie d'une importante étude stratigraphique des étages inférieurs du système jurassique des environs de Lons-le-Saunier. On connaît déjà les études de ce savant sur le jurassique supérieur d'une région voisine, le plateau de Châtelneuf; il a étudié avec la même minutie la série plus ancienne de Lons-le-Saunier. Ce premier fascicule comprend un aperçu historique sur les études géologiques entreprises jusqu'à ce jour dans cette région et une analyse succincte des travaux anciens et difficiles à se procurer maintenant; il s'occupe de l'étage rhétien et d'une partie du lias, l'étage sinémurien. Le rhétien formerait ainsi dans l'idée de l'auteur la base de la série jurassique. Nous rendrons compte de ses études sur le lias et le jurassique proprement dit lorsque le mémoire aura entièrement paru. Voici la subdivision adoptée par M. Girardot pour le rhétien de Lons-le-Saunier :

RHÉTIEN SUPÉRIEUR.

Calcaires lithographiques à bivalves. Calcaires compacts bleuâtres intérieurement très fissiles, se désagrégeant en fragments anguleux ; épaisseur 1^{m}.

Marnes pseudo-irisées. Marnes bariolées stériles, bleuâtres en dessous et rouge-brique dans la partie moyenne, blanchâtres dans le bas ; 2^{m}90.

Grès supérieur à vertébrés (bone-bed supérieur). Grès argileux peu dur, à nids ocreux et débris de poissons, et ossements de reptiles; bancs calcaires, avec bivalves à la partie supérieure; épaisseur 2^{m}60.

[1] L.-A. Girardot. Coupe des étages inférieurs du système jurassique des environs de Lons-le-Saunier. I. *Mém. Soc. d'émul. du Jura.* 1889. V.

Fossiles :

Amblypterus décipiens, Gieb. *Sphaerodus minimus*, Ag.
Saurichthys acuminatus, Ag. *Acrodus minimus*, Ag.
Cardium Philippi, Dunk. *Plicatula intusstriata*, Em.
Pecten valoniensis, Defr. *Ostrea Marcygnyi*, Mart.

RHÉTIEN MOYEN.

Dolomies cloisonnées et piquetées. Alternances de calcaires dolomitiques cloisonnés et de couches peu épaisses d'argile noirâtre, verdâtre ou jaunâtre. Quelques petits bivalves. 5^m.

Schistes argileux. Argiles noirâtres, verdâtres et jaunâtres schisteuses dans le milieu. Débris de poissons.

Acrodus cf. minimus, Ag. *Avicula contorta*, Portl.

Grès micacés à vertébrés. Bone-bed moyen. Couche argileuse, feuilletée à la base et légèrement micacée ; grès fortement micacé au milieu ; quelquefois dolomitique vers le haut. Fossiles dans la partie moyenne ; 1^m10.

Sphærodus minimus, Ag. *Acrodus minimus*, Ag.

RHÉTIEN INFÉRIEUR.

Schistes avec calcaire et dolomie. Argile schisteuse, micacée, noirâtre avec intercalations gréseuses à débris de poissons. Vers le haut, grès irrégulier assez grossier, suivi d'une alternance d'argile schisteuse et de bancs calcaires ; 4^m75.

Tæniodon præcursor, Schloenb. *Cytherea rhætica*. Hry.

Schistes argileux inférieurs. Argiles schisteuses noires, passant au verdâtre ou au rougeâtre, avec deux bancs de calcaire gréseux.

Avicula contorta, Portl. *Pecten valoniensis*, Defr.

Grès du Boisset. Bone-bed inférieur. Grès plus ou moins plaqueté avec intercalations de couches argileuses. Débris de reptiles et de poissons, surface couverte de bivalves. Grès grossier à la base ; débris noirs de vertébrés ; 2^m20.

Sphærodus minimus, Ag. *Hybodus minor*, Ag.
Saurychthys acuminatus, Ag. *Mytilus glabratus*, Dnk.
Acrodus minimus, Ag. *Avicula contorta*, Portl.

La limite du rhétien est très nette, tant à la base du côté des marnes irisées du trias qu'au sommet, où il supporte le massif gréseux du hettangien. La comparaison avec les coupes du voisinage de Lons-le-Saunier n'a

montré que peu de variations dans la succession des assises. La répétition de trois niveaux à ossements de reptiles motive la subdivision du rhétien en trois sous-étages symétriques.

LIAS. Dans les couches du lias du mont de Sulens et des Almes, M. HOLLANDE[1] distingue les niveaux suivants :

Calcaires plus ou moins compacts en gros bancs alternant avec des lits marneux formant le sommet des assises liasiques.
Calcaires gris traversés de silex rubanés avec *Gryphæa arcuata*, (petits), *Am. Hartmanni*, *Am. Kridion*.
Calcaires en bancs de $0^m,10$ à $0^m,15$ d'épaisseur (15-20^{cm}).

L'épaisseur totale est très grande, rappelant par cela le lias alpin, mais le facies est bien différent, ce qui serait, selon l'auteur, encore un argument contre la théorie du transport par recouvrements de la vallée de Mégève.

M. MAILLARD[2] y distingue par contre (au Mt-Lachat) :

Calcaire à rognons siliceux (Sinémurien à *Arietites*).
Calcaire à *Trochus* et grosses *Terebratules* (Liasien, Hettangien).

M. RENEVIER[3] distingue dans le lias des Alpes vaudoises :

HETTANGIEN. Première assise franchement liasique ; n'a été constaté jusqu'à présent que dans les Préalpes. Les gisements dans la vallée de la Grande Eau ont fourni 48 espèces très caractéristiques pour cet étage ; les principales sont : *Psiloceras Johnstoni*, *Lima valoniensis*, *L. tuberculata*, *Pecten valoniensis*, *Plicatula hettangiensis*, *Ostrea sublamellosa*, *Waldh. perforata*, etc. La roche est un calcaire compact bleuâtre, en bancs réguliers avec faibles intercalations marneuses. Manque dans les Hautes Alpes.

SINÉMURIEN. Attesté par 91 espèces. *Belemnites acutus*, *Arietites bisulcatus*, *Ar. spiratissimus*, *Ar. rotiformis*, *Aegoceras lævi-*

[1] Hollande. Sulens et Almes, *loc. cit.*
[2] G. Maillard. Géologie des env. d'Annecy, *loc. cit.*
[3] E. Renevier. Hautes Alpes calcaires vaudoises, *loc. cit.* 137-181.

gatum, *Lima gigantea*, *Gryphaea arcuata*, *Rhynchonella plicatissima*, etc. Il est formé de calcaires compacts bleuâtres, avec marnes schisteuses plus foncées. Ce terrain existe dans la vallée de la Grande-Eau, dans la régions alifère (Bex, etc.) et au pied de la Dent de Morcles (Dzéman sur Arbignon).

TOARCIEN. Les deux étages inférieurs, le *cymbien* et le *thouarsien* ne se distinguent ni par leurs fossiles, ni par leur rôle orographique. Il est cité 40 espèces provenant des affleurements des Ormonts, du Chamossaire, de la Gryonne et du Pillon ; les principales sont : *Belemnites tripartitus*, *Harpoceras bifrons*, *radians*, *thouarsense*, *Amaltheus margaritatus*, *Lytoceras fimbriatum*, etc.

L'*opalinien* ne se distingue pas pétrographiquement du thouarsien mais bien par ses fossiles ; sur les 40 espèces connues, les plus fréquentes sont : *Harpoceras opalinum*, *Phylloceras heterophyllum*, *Lima murvielensis*, *Nucula Hammeri* et surtout *Posidonomya Bronni*. Il est remarquable de constater, dans ce niveau la présence de *Harpoc. Murchisonæ*, dont les échantillons sont inclus dans des rognons calcaires, contenus dans les marnes schisteuses.

D'après M. C. SCHMIDT[1] les couches du lias inférieur des Alpes tessinoises, de la région du lac de Côme jusqu'au lac de Lugano sont une formation abyssale, presque sans fossiles, qui succède insensiblement aux formations alternativement coralligènes et d'eau profonde, du terrain rhétien. Il en est tout autrement à l'ouest du lac de Lugano. On trouve là les calcaires remarquables d'Arzo, Saltrio et Viggiù, calcaires gris, jaunâtres, à grain fin ou oolithiques et qui offre trois horizons :

3. Couches à Brachiopodes dont la faune a été décrite par M. Parona.
2. Calcaires à bivalves et Gastéropodes (*Gryphæa arcuata*, *Pleurotomaria expansa*, *Cardinia hybrida*, etc.)
1. Calcaires à Ammonites (*Nautilus striatus*, *Arietites bisulcatus*, *stellaris*, etc.)

Le facies de Saltrio n'empiète que peu sur le territoire suisse. Près d'Arzo apparaissent des calcaires marmo-

[1] C. Schmidt. Umgebung von Lugano. *Loc. cit.*

racés rougeâtres, tachés, remplis de *Terebratules* et de *Pecten*, etc., puis des calcaires brun-rouge sableux, qui passent parfois à une véritable brèche à débris de calcaire liasique et fragments de dolomie. La faune de ce terrain est celle du calcaire à Brachiopodes de Saltrio, c'est donc du lias moyen, mais il repose sur la dolomie triasique (Hauptdolomit). D'après sa situation, il est donc absolument analogue aux couches de Hierlatz, calcaires bréchoïdes qui apparaissent en lambeaux isolés sur le daschsteinkalk des Alpes de Salzburg. M. Schmidt pense que les récifs dolomitiques émergeaient au commencement de l'époque liasique; des érosions se produisirent à la surface, de la « terra rossa » remplit les cavités pendant l'enfoncement progressif à l'époque du lias moyen; puis l'érosion côtière créa les brèches. Ainsi s'expliquent les formations rouges, et les brèches qui remplissent souvent des excavations.

Le lias supérieur offre, dans toute cette région, en contraste avec le lias inférieur, un aspect absolument uniforme; c'est le calcaire ammonitico-rosso, analogue aux couches d'Adneth des Alpes de Salzburg; il a 80^{m} d'épaisseur. Calcaire rouge sableux ou argileux en minces bancs réguliers avec *Harpoc. bifrons, serpentinum, aalense*, etc.

M. Steinmann[1] relève aussi le rôle d'écueils joué par les masses dolomitiques, au commencement de l'époque liasique. Il ne croit cependant pas devoir envisager le calcaire ammonitico-rosso comme formation d'eau profonde.

Lias et jurassique. Le lias et le jurassique des montagnes des Mythen, Buochserhorn et Stanzerhorn, Giswyler-

[1] C. Steinmann. Bemerkungen, etc., *loc. cit. Eclogæ. géol. helv.* II, 1890.

stock ont fourni à M. Stutz [1] plusieurs riches gisements fossilifères qui lui ont permis de fixer les niveaux suivants :

MALM.	Calcaire rouge 70m) Calcaire blanc 235m)	Corallien et Kimmeridgien
	Calcaire oxfordien 17m	
DOGGER.	Calcaire brun 35m.	*Am. macrocephalus*, *heterophyllus* et *Puschi*.
	Calcaire sableux 165m.	*Ostrea Knorri*, *Zamites Feneonis*.
	Calcaire foncé 100m.	*Am. coronatus* *Bel. giganteus*.
LIAS SUPÉRIEUR.	Marne brune 133m	*Am. radians*, *torulosus*, *Am. serpentinus*, *Pecten contrarius*, *Fucus bollensis*.
LIAS INFÉRIEUR.	Calcaire noir 33m	*Am. raricostatus*, *lineatus*, *amaltheus*.
	Calcaire gris sableux.	*Am. psilonotus*, *oxynotus*, *Pecten*.

TERRAINS JURASSIQUES. DOGGER. Les gisements fossilifères des terrains jurassiques sont assez rares dans les Hautes Alpes vaudoises; M. RENEVIER [2] les a étudiés avec beaucoup de persévérance et a réuni peu à peu une collection relativement nombreuse. Le jurassique inférieur ou dogger peut être subdivisé en deux étages :

Le BAJOCIEN a été constaté dans 4 gisements, dans la vallée de la Gryonne (Préalpes) au Chamossaire, et sur un point de la vallée de la Lizerne (Hautes Alpes). La roche est un calcaire plus foncé alternant avec des marnes schisteuses. Le *Zoophycos scoparius* est le fossile le plus commun dans l'un des gisements; *Stephanoceras Humphriesi*, *Lytoceras tripartitum*, *Phylloc. heterophyllum*, *Bel. canaliculatus*, sont les plus fréquentes des 54 espèces de cette faunule.

Le BATHONIEN est connu par deux facies : les *couches à Mytilus* qui ne se montrent que sur la rive N. de la vallée de la Grande-Eau, sur Aigle, au Vuargny etc., d'où M. Renevier cite 30

[1] U. Stutz. *loc. cit.* Keuperbecken am Vierwaldstättersee.

[2] E. Renevier. Hautes Alpes vaudoises, *loc. cit.* 182-220.

espèces de fossiles, parmi les plus caractéristiques de cette faune ; le facies est le même qu'au Pays-d'Enhaut. La présence de plantes terrestres *(Zamites* et *Palæocyparis)* dans les couches à fossiles marins indique l'existence d'îles pendant l'époque bathonienne. Au Chamossaire et dans la vallée de la Gryonne le facies est différent ; c'est un calcaire gris, souvent comme de la brèche à Echinodermes. Dans les Hautes Alpes, la roche est plutôt schisteuse, mais les fossiles sont rares : *Zoophycos*, *Stephanoceras Humphriesi*, *Belemnites*, *Pecten*, etc.

L'étage DIVÉSIEN (Oxfordien stricto-sensu) a été constaté par M. Renevier sur un grand nombre de points dans les Hautes Alpes vaudoises, Moeveran, Dents de Morcles, Diablerets, etc. Ce sont des schistes gris foncé, entièrement laminés, comme les schistes à Bélemnites tronçonnés de Frêtes-de-Saille, etc. Sept gisements explorés avec soin ont fourni 58 espèces, pour la plupart divesiennes ou calloviennes. Les plus communes sont : *Belem. hastatus*, *Peltoc. arduennense*, *Harpoceras lunula*, *Harp. punctatum*, *Rhacoph. tortisulcatum*, etc.

M. RICHE[1] a étudié la partie inférieure du système oolithique dans le Jura méridional, à partir de Lons-le-Saunier vers le sud. Les étages décrits sont compris entre le lias supérieur et l'oxfordien inférieur. Ils offrent dans cette région la série suivante de bas en haut :

BAJOCIEN. 1. Calcaire marneux bleuâtre et délitable à *Cancellophycus scoparius*, développé dans toute la région décrite ; c'est le niveau de l'*Am. Murchisonæ*.

2. Calcaire à entroques ; teintes variées, bleuâtre, grisâtre, brun rougeâtre ; finement spathique, à rognons de silex. Des bancs marneux entrecoupent l'assise; ailleurs il y a des interruptions de calcaire oolithique.

3. Calcaire à *polypiers* et à rognons ramifiés de silex ; compact, dur, résistant, à grain fin, formant deux assises, séparées par un massif de calcaire spathique à débris d'Échinodermes.

Par places, l'un ou l'autre des bancs à coraux peut faire défaut; sur quelques points (Culoz, Mont-du-Chat) le cal-

[1] Attale Riche. Note sur le système oolithique inférieur dans le Jura méridional. *Bull. Soc. géol. France.* 1890. XVIII. 109-136.

caire à polypiers manque tout à fait. Les fossiles principaux sont les suivants :

Nerinea jurensis, d'Orb.	*Rhynchonella quadriplicata*, Ziet.
Ostrea Marshi, Sow.	*Isastræa Bernardi*, d'Orb.
Pecten Dewalquei, Opp.	*Is. salinensis*, Koby.
Terebratula perovalis, Sow.	*Thamnastræa mammosa*, Ed. et H.

L'*Ostrea obscura* apparaît à des niveaux variables et forme parfois des bancs d'huîtres.

Les trois assises indiquées ne peuvent cependant pas être envisagées comme autant d'étages du bajocien, parce que le calcaire à polypiers manque parfois ; il représente le facies coralligène de la seconde assise.

Le bathonien se compose des assises suivantes :

1. *Bathonien inférieur*. Calcaire, marnes, calcaire et marnes à *Ostrea acuminata*, Sow., reposant sur la surface perforée et érodée du bajocien. Épaisseur 15 mètres, pouvant aller par places jusqu'à 26^{m}. La partie supérieure offre parfois une assise oolithique. Dans cette assise, l'*Ostrea acuminata* se trouve partout et forme souvent lumachelle. Les autres fossiles sont : *Am. Parkinoni*, Sow., *Am. neuffensis*, Op., *Pholadomya Murchisoni*, Sow. Champfromier (Ain) a fourni encore *Terebratula globata*, Sow., *Waldheimia carinata*, Lk., *Rhynch. concinna*, Sow.
2. *Bathonien moyen*. Calcaire oolithique, quelquefois compact, avec quelques intercalations marneuses. Les divers gisements étudiés ont fourni : *Rhynchonella lotharingica*, Haas., *Rh. plicatella*, Sow., *Ancanthothyris spinosa*, Schl., *Terebratula globata*, Sow., *Ostrea Marshi*, Sow., etc.
3. *Bathonien supérieur*. Diversité plus grande dans les couches que dans les deux assises inférieures.

Dans le Bas-Bugey (Saint-Rambert) cette assise offre du *haut en bas* :

e. Calcaire marneux à perforations et couvert d'huîtres. 15^{m}.

d. Calcaire marneux dur avec oolithes ferrugineuses. *Am. aspidoides*, Op., *Am. serrigerus*, Waag., *Am. Sub-Bakeriæ*, *Acanthoth. spinosa*, *Collyrites analis*, Desm. et *Holectyp. depressus*, Des. 1^{m},30.

c. Calcaire compact avec rognons siliceux et nombreux polypiers. 15 m.

b. Calcaire compact avec nombreux rognons de silex. 15^{cm}.
a. Calcaire crayeux avec *Collyrites analis*, Des. 1^{m}50.

Au nord du Bas-Bugey, dans la cluse de Séligniac sur la route de Nantua, le facies coralligène est remplacé par une assise à facies marneux à *Pholad.Bellona*, d'Orb., épais de 45^{m} avec quelques bancs oolithiques. A Nantua le facies marneux est bien accusé par *Homomya gibbosa*, Sow. *Pholadomya Murchisoni*, Sow. *Collyrites analis*. Dm. *Anatina Aegea*, d'Orb. *Thracia viceliacensis*, d'Orb.

Encore plus au nord, dans la région de Saint-Claude, le facies coralligène reparaît dans le bathonien supérieur, et avec lui le facies oolithique.

L'épaisseur totale du bathonien varie entre 100 et 150 mètres.

Callovien. En Bugey, le callovien offre du haut en bas la série suivante :

c. Calcaire marneux dur avec oolithes ferrugineuses, surface perforée et marne à fossiles phosphatés souvent soudés, fragmentés et recimentés. *Am. athleta*, *Am. Jason*, *Am. Lamberti*, *Am. coronatus*, etc.; 0^{m},30-0^{m},50.
b. Alternance de calcaire marneux et de marnes dures *(Bel. hastatus*, *Am. anceps*, *Am. sulciferus*, *Am. punctatus,)* 15-20^{m}.
a. Calcaire marneux à oolithes ferrugineuses. *Am. macrocephalus*, *Am. Herveyi*, *Rhynchonella varians*, etc., 1^{m}.

Vers le nord le callovien se modifie; à Brenod (Ain), il n'a plus que 1^{m} d'épaisseur; à Nantua, les deux assises qui le composent ont à peine un demi-mètre. L'assise supérieure de 0^{m},45 est un calcaire rempli de grosses oolithes ferrugineuses avec *Am. anceps*, *Am. punctatus*, *Am. coronatus*, etc., *Am. athleta* et *Am. Lamberti* se trouvant dans une couche peu compacte à la base. Le banc inférieur épais de quelques centimètres, renferment beaucoup de serpules.

A l'ouest de Nantua l'épaisseur des couches à *Am. macrocephalus* atteint 14 mètres; c'est un calcaire compact peu oolithique avec bryozoaires, spongiaires, et débris d'échinodermes. Une croûte ferrugineuse remplie de serpules le recouvre. Un calcaire marneux à oolithes ferrugineuses, avec *Am. coronatus*, *Am. Jason*, *Am. anceps*, suit sur 2,50^{m}.

Dans la direction de l'ouest la base du callovien conserve son aspect, mais l'assise supérieure devient plus résistante dans sa partie inférieure. A Germagnac, on observe la coupe suivante :

Calcaire marneux, Am. coronatus, *Am. punctatus* ; $0^m,40$.
Calcaire marneux à oolithes ferrugineuses, *Am. anceps* et *punctatus* ; 2^m.
Marne grise, dure à *Am. macrocephalus*, *Pecten vagans* ; $0^m,10$.
Calcaire dur, spathique, ferrugineux, comme granuleux, *Am. funatus*, *Rynch. Fischeri*, etc. ; $0^m,75$.
Calcaire spathique délitable, *Am. macrocephalus*, *Waldh. digona*, *Echinobrissus clunicularis*, etc. ; 4^m.

Le callovien s'étend, avec des variations plus ou moins grandes, jusqu'aux environs de Saint-Claude, où il montre encore une assez grande affinité avec la série de Nantua.

L'auteur discute enfin l'emploi du terme de dalle nacrée, introduit par Thurmann, pour désigner un calcaire spathique, en couches minces, formant le couronnement du bathonien. Il constate que si l'on voulait s'en tenir au sens pétrographique du mot, il y aurait des dalles nacrées dans tous les niveaux du bathonien et du bajocien.

En discutant la portée des documents paléontologiques tirés des coupes relevées dans la région qu'il a étudiée M. Riche conclut que la zone à *Am. macrocephalus* se lie au bathonien par la prédominance du facies de la dalle nacrée ; au contraire, les couches à *Am. athleta* et *Am. anceps* montrent plutôt des affinités avec l'assise supérieure (zone à *Am. Renggeri*). Constatant ensuite que sur plusieurs points, notamment près de Nantua, les marnes à *Am. Renggeri*, se sont déposées sur la dalle nacrée, érodée, l'oolithe ferrugineuse faisant absolument défaut, probablement enlevée par l'érosion, M. Riche voudrait placer ici la limite entre le dogger et le malm et relier la zone à *Am.*

athleta à ce dernier, comme formant sa base. Cette conclusion est toutefois en opposition avec la manière habituelle de limiter ces deux groupes.

MALM. Le tithonique de la région alpino-provençale est formé de deux niveaux et recouvert par le berriasien, tel que l'a défini Pictet. M. KILIAN [1] indique la série suivante :

1. Assise épaisse de calcaires gris, massifs et bréchiformes à *Perisphinctes Geron, Per. colubrinus, Per. contiguus,* c'est le niveau du Diphyakalk = Tithonique inférieur.
2. Calcaires blancs lithographiques avec bancs bréchiformes à faune de Stramberg et renfermant déjà quelques espèces berriasiennes. *Hoplites delphinensis,* Kil., *H. Callisto,* d'Orb., *Hop. privasensis,* Pict., *Hop. Chaperi,* Pict. et *microcanthus,* Op., *Holcost. pronus,* Op., *Perisph. transitorius,* Op. et *Richteri,* Op.

Cette assise est souvent réunie au Berrias par la plupart des auteurs. Elle a un grand nombre d'espèces communes avec la couche précédente et la suivante.

3. Calcaire marneux à faune dite « berriasienne, » sans mélange d'espèces tithoniques, excepté *Phylloc. semisulcatum,* commun aux trois assises et qui se continue dans le néocomien. Il contient encore : *Hoplites Malbosi, Euthymi occitanus, Boissieri, Holcost. Pegreli* et *Ducalis,* qui apparaissent d'abord sporadiquement dans le tithonique supérieur, elle se continuent en partie dans le néocomien; elles forment la souche des Ammonites valangiennes et hauteriviennes. *Bel. latus, conicus* et *Orbignyi* sont assez fréquents, ainsi que *Rynchonella contracta,* Pictet.

Les trois assises indiquées renferment en abondance : *Phylloc. semisulcatum* (=*ptychoicum*), *Ph. Calypso* (=*berriasense* = *silesiacum*) *Lytoceras Honnorati* (= *municipale*), *Lyt. Juilleti* (=*sutile*) *Lyt. quadrisulcatum*, etc., espèces communes au tithonique, au berriasien et au néocomien proprement dit.

[1] M. Kilian. Tithonique de la région delphino-provençale, *Bull. Soc. géol. France.* 1890. XVIII. 300-302.

Les lambeaux ou klippes du calcaire jurassique existant autour du massif liasique de Sulens (Saint-Ferréol, Serraval, mont Nambellet, Bouchet, Forel, etc.), présentent d'après M. HOLLANDE [1], les niveaux suivants :

Zone du berrias avec *Am. privasensis*, *Am. Euthymi*, *Am. occitanicus*, *Am. Calypso*, etc.

Tithonique supérieur, facies analogues à Lemenc. Calcaire blanc sublithographique esquilleux.

Tithonique inférieur. Calcaire rognoneux bréchoïde; fossiles en fragments roulés. *Am. Loryi*, *Am. Tithonicus*, *Aptychus sparsilamellosus* et *latus*.

Zone à *Am. tenuilobatus*, calcaires compacts, alternant avec des lits marneux et verdâtres; *Am. polyplocus*, *Am. tenuilobatus*, *Am. compsus*, *Am. Lothari*.

Oxfordien, marnes foncées à *Am. cordatus*, *Am. arduennensis*, *Am. tortisulcatus*, *Belem. hastatus*. Le dogger manque dans toute cette région.

La malm n'existe pas dans la partie des Alpes vaudoises comprise entre la Grande-Eau et les Hautes Alpes. Dans cette dernière région M. RENEVIER [2] a pu reconnaître sur quelques points la superposition suivante :

Tithonique (portlandien et kimmeridgien)
Séquanien (Couches de Baden)
Argovien (Couches de Birmensdorf).

L'*argovien* a été constaté à Frête-de-Sailles; c'est un calcaire schistoïde foncé avec fucoïdes et ammonites, caractères qu'il a aussi dans les autres gisements; *Belemn. hastatus B. Sauvanaui*, *Rhacophyll. Loryi*, *Perisphinctes Martelli*, etc. *Chondrites setaceus*, *Nulliporites hechingensis*, *N. alpinus*, etc., en tout 20 espèces.

Séquanien, calcaires plus compacts, gris à l'extérieur, foncés sur la cassure fraîche; fossiles rares, 18 espèces en tout, dont : *Perisph. metamorphus*, *colubrinus*, *Terebr. Zieteni*, *Waldh. humeralis*, *W. Moeschi*, *Rynch. sparsicosta*, etc., sont les plus communes.

[1] Hollande. Mont Sulens et Almes, *loc. cit.*

[2] E. Renevier. Hautes Alpes vaudoises, *loc. cit.* 227-246.

L'étage *tithonien* n'a jamais été constaté avec certitude, mais on pourrait le supposer d'après des fossiles trouvés en partie dans les éboulis.

M. DUPARC[1] a fait une série d'analyses des calcaires portlandiens, travail que n'a cependant pas procuré à l'auteur les conclusions qu'il aurait voulu en tirer. Ces calcaires contiennent à peu d'exceptions près des proportions variables d'argile, sans cependant passer au calcaire argileux ou marneux; un seul échantillon s'est montré fortement magnésien.

PURBECKIEN. Le purbeckien de Narlay (plateau de Châtelneuf près Champagnole, Jura), a fourni à M. L.-A. GIRARDOT[2] des documents remarquables sur une faune nouvelle, occupant le niveau des marnes à gypse du purbeckien. Le gisement de Narlay se trouve sur le chemin de Chevrotain à Frânois ; la route coupe en tranchée, d'abord le portlandien moyen, à Nérinées, d'une épaisseur totale de 25^{m}, puis le portlandien supérieur ayant 29^{m}, formé essentiellement de dolomies saccharoïdes ou feuilletées. Le profil du purbeckien est assez intéressant pour être relevé en détail ; il se place entre le portlandien de la tranchée du chemin et le rocher valangien qui supporte le village de Frânois. Des cultures interrompent la série dans sa partie moyenne. Les couches n'ont pas le même plongement des deux côtés de cette lacune. Le valangien avec les couches supérieures du purbeckien plonge de 15° seulement à l'est, tandis que les couches inférieures du purbeckien plongent parallèlement au portlandien 38° à

[1] Duparc. Note sur la composition des calcaires portlandiens des environs de Saint-Imier. *Arch. sc. phys. et nat.* 1890, XXIII, 323-333.

[2] Louis-Abel Girardot. Note sur le purbeckien de Narlay (Jura) *Mém. Soc. d'Emulation du Jura.* 1890. 35 p.

40° E. Cette disposition ferait croire à une discordance au milieu des couches purbeckiennes ? Mais la difficulté s'expliquerait peut-être aussi autrement. Le profil que donne M. Girardot fait plutôt présumer une discordance.

Voici du haut en bas, en partant du rocher valangien de Frânois, le profil relevé par M. Girardot.

VALANGIEN. Marne argileuse jaune, à fossiles marins valangiens.

PURBECKIEN SUPÉRIEUR. Banc calcaire grenu perforé par des *Lithodomes*, dont les coquilles sont souvent encore dans les perforations. $0^m,25$. Banc calcaire grenu à débris de fossiles noirâtres et couche marneuse grenue avec fossiles : *Cyprina purbeckensis*, Fb., *Planorbis Loryi*. Coq., *Physa* sp., *Chara Jaccardi*, Hr., *Ch. Maillardi*, Sap. ; $0^m,45$.

Marno-calcaire blanchâtre ; 1^m-1^m20.

Calcaire blanchâtre dur avec parcelles cristallisées ; 1^m.

Interruption.

PURBECKIEN INFÉRIEUR. Suite de l'interruption.

Calcaire compact à texture fine, dur, blanchâtre, *aspect portlandien*. Plongement E. 13°, visible sur 4^m.

Interruption.

Calcaire saccharoïde blanchâtre, aspect dolomitique, plongement 38° E., visible sur 4^m.

Dolomie dure, bancs minces un peu feuilletés, 4^m.

Couche argilo-gréseuse friable, irrégulière, à fossiles d'eau douce; composée d'une argile fossilifère jaunâtre en grumeaux, de calcaire grisâtre cristallin, passant par places à un fin sablon ou grès quartzeux, sans fossiles; environ $0^m,30$.

Cette dernière couche s'applique directement contre le banc supérieur du portlandien; calcaire blanchâtre grenu, dolomitique, dont la surface plus dure est comme corrodée. Les excavations sont comblées par de la marne purbeckienne. Les fossiles d'eau douce sont généralement cristallins, translucides jaunâtres et sans test. Les espèces constatées sont : *Planorbis*, sp., *Physa Bristowi*, Fb., *Valvata Sabaudiensis*, Md., *Valv. cf. helicoides*, Fb., *Chara Jaccardi*, Hr.

Comme le remarque M. Girardot, ce gisement est extraordinaire, c'est jusqu'à présent un point unique offrant des fossiles d'eau douce dans le purbeckien le plus inférieur ; la possibilité de transport par remaniement paraît pouvoir être écartée, ensuite des fouilles faites en vue de s'assurer de la continuité de la couche dans la profondeur. Il est donc possible que ce soit là une formation littorale d'un lac purbeckien ; la marne fossilifère se serait déposée sur le calcaire portlandien érodé.

Ensuite de cette étude, M. Girardot donne encore des coupes détaillées des gisements purbeckiens du voisinage de Malproche, du Pont de la Chaux et des assises valangiennes et portlandiennes attenantes. Il établit enfin, comme suit, le parallélisme des assises de Narlay avec ces derniers gisements et le profil classique de Villers-le-Lac.

	Villers-le-Lac		Pont de La Chaux et Malproche		Narlay	
VALANGIEN. Marnes et calcaires à fossiles du valangien inférieur.						
PURBECKIEN Supérieur	Niveau saumâtre Niveau d'eau douce	5m,70	Niveau saumâtre Niveau d'eau douce Niveau saumâtre	9m,50	Niveau d'eau douce Interruption Calcaire compact Interruption	8m
PURBECKIEN Inférieur	Calcaire cloisonné Marnes à gypse et crist. de quartz.	4m,50	Dolomie cloisonnée Calcaire Grès noirs et rognons de quartz	10m	Calcaire saccharoïde Dolomies en plaquettes Niveau inférieur d'eau douce.	8m
PORTLANDIEN. Dolomies portlandiennes, saccharoïdes, feuilletées, etc.						

M. Girardot énonce les conclusions suivantes : La région du Jura a présenté à la fin du dépôt des dolomies portlandiennnes, une contrée émergée où vivait la faune de Narlay. L'absence des dépôts nymphéens à l'est de cette localité permet de penser que cette contrée émergée s'étendait à l'ouest de Narlay. La *Valvata sabaudiensis* qui abonde à Narlay caractérise le purbeckien supérieur

du Jura méridional et se trouve aussi à Villers-le-Lac, Feurtilles (Baulmes) dans le même niveau. Elle fait donc sa première apparition à Narlay. De ce point de départ, elle a dû émigrer dans une région à lacs d'eau douce voisine — à l'ouest — pour se continuer au N. et au S. dans les étages supérieurs, pendant que Narlay fut pour un moment de nouveau recouvert par la mer portlandienne qui y déposa des dolomies et des calcaires. Plus tard une nouvelle émersion, plus générale, précédant l'envahissement de la mer valangienne, permit le développement des lacs d'eau douce et le retour dans la région de Narlay de la faune d'eau douce émigrée pendant ce temps.

Terrains crétacés. Selon M. Maillard[1], le néocomien des Alpes d'Annecy subit de l'ouest à l'est une modification graduelle de facies. Au mont Semnoz il est encore franchement jurassien ; mais au Pont-Saint-Clair le niveau supérieur renferme des marnes et des calcaires glauconiens ; des calcaires durs forment le niveau moyen et des marnes fossiles forment le néocomien inférieur. Aux Dents de Laufon et au Parmelan, la masse supérieure est formée de bancs calcaires avec délits schisteux. Plus à l'intérieur, les marnes prédominent et le néocomien inférieur (valangien?) est formé de schistes très semblables au flysch. Plus à l'est, le néocomien se charge dans la partie supérieure de plus en plus de calcaires bruns. Le néocomien inférieur reste marneux. Aux Avoudruz, où existe le facies de berrias, le vrai néocomien (hauterivien) commence par des calcaires gris en dalles avec de rares Bélemnites ; ils sont suivis d'un calcaire roux ocreux siliceux à *Toxaster complanatus*. Le premier terrain serait le néoco-

[1] G. Maillard. Note sur la géol. d. env. d'Annecy, etc. *loc. cit.*

mien gris de M. Renevier et le second le néocomien brun à *Toxaster*.

Dans les Hautes Alpes vaudoises le NÉOCOMIEN présente d'après M. RENEVIER[1], la série suivante :

1. NÉOCOMIEN A CÉPHALOPODES, facies de l'Europe centrale et néocomien inférieur du midi de la France, tout à fait semblable au néocomien des Préalpes (Châtel-Saint-Denis). Il forme un golfe entre la vallée d'Anzeindas, les Plans de Frenières et Lavey. Tantôt il paraît former la base des autres assises néocomiennes, tantôt il semble se substituer à celles-ci, ce qui est peut-être sa vraie position, puisqu'il existe presque toujours à l'exclusion de l'urgonien. C'est un facies d'eau profonde qui paraît s'être formé dans une région profonde de la mer dans laquelle se déposait le facies à faible profondeur des Hautes Alpes.
2. NÉOCOMIEN SCHISTEUX INFÉRIEUR (valangien), assez sûrement contemporain du précédent, forme généralement la base du crétacé ; les fossiles y sont rares.
3. Le NÉOCOMIEN CALCAIRE gris.
4. Le *néocomien brun à Toxaster complanatus* représente l'étage hauterivien. Sur quelques points, ces deux étages sont plus riches en Ammonites, ce qui semblerait indiquer un passage au néocomien à Céphalopodes, d'où M. Renevier conclut à la contemporanéité de celui-ci avec l'hauterivien. Un autre gisement renferme un mélange de fossiles rappelant le jurassique supérieur, l'aptien et le gault tandis que la plupart attestent le néocomien. Mais en général, la faune du néocomien 3 et 4 est celle de l'hauterivien. Parmi les 50 espèces récoltées dans 10 gisements, les plus répandues sont : *Belemn. pistilliformis, Nautilus pseudo-elegans, Exogyra Couloni, Ostr. rectangularis, Terebratula acuta, T. salevensis, Rhynchonella multiformis, Rh. lata,* etc. ; en général les fossiles sont rares, mais ils sont tous hauteriviens. Le valangien (néoc. 2) n'a fourni encore que des fossiles douteux. Quant au facies à Céphalopodes, il contient : *Bel. Mayeri, B. dilatatus, Hoplites cryptoceras, Holcostephanus Astieri, Desmoceras Emerici, Phylloc. Thetis, Aptychus Didayi, Apt. Seranonis, Ancyloceras div. sp.* etc. puis des fucoïdes, en tout 59 espèces.

[1] E. Renevier. Hautes Alpes vaudoises, *loc. cit.* 246-325.

Le néocomien supérieur, dans lequel M. Renevier réunit l'urgonien et l'aptien, forme aussi trois assises :

L'URGONIEN, calcaire blanc massif esquilleux, gris clair ou blanc avec *Requienia ammonia*. Malgré la rareté des fossiles, il en est cité 59 espèces, dont cependant beaucoup d'incertaines ; à côté de *Req. ammonia*, les fossiles les plus communs sont : *Sphaerulites Blumenbachi, Rynchonella irregularis, Pygaulus Desmoulinsi*, des *Nérinées*, etc.

Le RHODANIEN ne se sépare pas de l'urgonien, il se confond avec lui au point de vue pétrographique ; il est cependant moins homogène, plus marneux, plus opaque et jaunâtre. Il est caractérisé par *Heteraster oblongus, Echinobrissus Roberti, Pygaulus Desmoulinsi, Requienia Lonsdalii, Rynchonella Gibbsi* et surtout par *Orbitolina lenticularis*, (total 23 espèces).

L'APTIEN ne joue qu'un rôle insignifiant dans l'orographie ; il est par contre du plus haut intérêt par sa faune. Ses calcaires, sont grenus vers la base, spathoïdes, gris ou foncés et passent plus haut à un grès verdâtre, blanchâtre ou scintillant. *Cyprina angulata, Mytilus Cuvieri, Gervillia alpina, Pecten Dutemplei, Vola Morrisi, Ostrea macroptera, Rynch. Gibbsi*, etc., sont les plus importantes des 44 espèces citées.

Le CRÉTACÉ MOYEN ET SUPÉRIEUR se réduit dans les Hautes Alpes vaudoises aux étages albien, vraconien (gault) et rotomagien, tandis que tout le reste fait défaut. En particulier, le sénonien qui existe encore au pied de l'escarpement de la Dent du Midi, manque dans cette partie. Déjà l'urgonien accuse un rétrécissement du golfe crétacé ; cette modification est encore mieux accusée dans le rhodanien et dans l'aptien qui ont une extension plus faible, la disparition complète des étages crétacés supérieurs atteste une émersion graduelle de la région.

L'ALBIEN, formé de deux couches, calcaire surmonté d'un grès tendre gris verdâtre, est dans la plupart des gisements peu fossilifère ; malgré sa faible épaisseur ce terrain contient une faune de 59 espèces, dont les plus communes sont : *Acanthoceras mamillare, Hoplites interruptus, Desmoceras Paran-*

dieri, Avellana incrassata, Aporrhais obtusa, Natica Gaultina, Inoceramus Salomoni, I. concentricus, Hemiaster minimus, etc.

L'étage VRACONIEN, calcaire foncé qui n'a que 2m d'épaisseur est par contre extrêmement riche en fossiles. Ce terrain a parfois une texture grenue et glauconieuse. C'est à Cheville et à l'Ecuellaz, etc., que les fossiles sont en plus grand nombre : 253 espèces proviennent de cette seule couche et de 8 gisements, dont 235 de Cheville seul : *Nautilus Clementi, Acanth. Mantelli, Desmoc. Mayori, Schlœnb. inflata* et *varicosa, Scaphites Hugardi, Turrilites Escheri, Anisoceras armatum, Hamites maximus*, etc. *Avellana incrassata, Natica gaultina, Solarium triplex, Pleurotomaria Thurmanni, Cyprina regularis, Inoceramus concentricus, Plicatula gurgitis, Terebr. Dutemplei, Holaster lævis, Echinoconus castanea* et *Trochocyathus conulus* sont parmi les plus communes des espèces de ces gisements.

Le ROTOMAGIEN est incertain ailleurs qu'à Cheville ; c'est un banc calcaire d'environ 2m 1/2 d'épaisseur, contenant *Acanthoceras rotomagense, Schlœnb. varians, Turril. Scheuchzeri, Baculites baculoïdes, Discoidea cylindrica* et surtout *Holaster subglobosus*. Il y a en tout 46 espèces connues de cette localité.

Le dépôt du rotomagien paraît avoir été suivi d'une émersion totale de la région des Hautes Alpes vaudoises.

M. MAILLARD[1] cite l'étage rhodanien sur plusieurs points aux environs d'Annecy; au mont Semnoz, c'est un calcaire jaune ou bleuâtre quelquefois grenu et oolithique, il se voit au mont Semnoz, dans une petite carrière près Vovray, à la montagne de la Balme, etc.

Dans la région des chaînes alpines ce terrain est aussi généralement répandu; tantôt, c'est un calcaire jaune, comme au Parmelan, tantôt c'est, comme au Lindion, une marne à Orbitolines. Ailleurs, au Bargy, au Platé et aux Avaudruz, c'est un calcaire jaune à minces bandes siliceuses.

[1] G. Maillard. Géologie des environs d'Annecy, etc., *loc. cit.* p. 7.

La montagne de la Balme a fourni à M. Maillard, grâce à la construction d'une nouvelle route, une coupe très complète de cet étage, près de Ferrières ; elle offre de haut en bas :

Sidérolithique.
5. Calcaire jaune grumeleux à *Pterocera pelagi* très abondants.
4. Marno-calcaires bleus à *Heteraster oblongus*, *Pyrina pygæa*, *Nucelolites*, *Cyprina*, *Pholadomya*, 1m,50.
3. Calcaire bleu à *Requienia Lonsdalei*, abond. 1m,20.
2. Marnes vertes.
1. Calcaire bleuâtre à taches vertes, pyrites, fossiles abondants : *Requiena Lonsdalei* abondante et se détachant facilement dans la partie supérieure marneuse. 1m,50.
Le contact avec l'urgonien ne se voit pas.

M. MAILLARD [1] indique le crétacé supérieur au mont Semnoz. C'est un calcaire marneux très homogène dans lequel on a trouvé à Sévrier : *Catillus Cuvieri* et *Ananchytes ovata*.

Dans les chaînes au N.-E. du lac d'Annecy, jusqu'à l'Arve, le crétacé supérieur et le gault manquent habituellement sur le versant extérieur de la première chaîne et n'apparaissent qu'à l'intérieur de celle-ci. Dans toute cette région, ainsi que dans le massif des Fiz et la chaîne du Criou, aux Dents Blanches, le crétacé supérieur est un calcaire gris bleu marno-compact à silex. Ce dernier caractère manque dans les chaînes au N.-E. de l'Arve. La partie supérieure du sénonien est souvent schisteuse, mais ce niveau n'est pas constant. Au Désert de Platé, entre l'Arve et le Giffre, le sénonien offre un grand développement.

M. SCHMIDT [2] décrit le terrain crétacé du Tessin méri-

[1] G. Maillard. Géologie des envir. d'Annecy, etc. *loc. cit.*
[2] C. Schmidt. Umgebung v. Lugano. *Loc. cit.* p. 29.

dional; il se présente essentiellement sous le facies de la scaglia, schistes argileux gris, ressemblant d'une manière frappante au flysch et contenant des fucoïdes; on y trouve rarement des Ammonites, des Inocérames et des Oursins. Une zone de brèche apparaît dans la Brianza au milieu de cette masse, elle contient *Hippurites cornu Vaccinum* et *Acteonella gigantea*, elle est donc d'âge turonien. La scaglia inférieure à ce conglomérat serait donc le représentant du crétacé moyen et inférieur, et la partie supérieure serait l'équivalent du calcaire de Seewen soit du sénonien. Quant à l'étage inférieur de la scaglia, M. Steinmann[1] cite le fait d'un fragment d'Ammonites qui lui paraît indiquer le crétacé inférieur, peut-être l'étage barrémien (hauterivien).

TERRAINS CÉNOZOÏQUES

TERTIAIRE en général. M. SACCO[2] a publié une étude très complète sur le bassin tertiaire du Piémont, ouvrage dans lequel il expose tout ce qu'on sait actuellement sur cette région. De nombreuses coupes locales donnent la succession et les allures des couches et la répartition de chaque étage des terrains tertiaires dans les diverses parties de ce vaste bassin.

Les terrains décrits sont :

Quaternaire { Terrassien
Saharien

[1] C. Steinmann. Bemerkungen ueber Trias Jura und Kreide, *loc. cit. Eclogæ*, 1890, p. 57.

[2] Sacco. Il bacino tertiario del Piemonte. *Atti Soc. Ital. sc. nat.* XXXI, 1889. N°s 3 et 4. XXXII, 1890. N°s 1-4. 318 pages parues.

Tertiaire	Villefranchien	Pliocène
	Fossanien	
	Astien	
	Plaisancien	
	Messinien	Miocène
	Tortonien	
	Helvétien	
	Langhien	
	Aquitanien	Oligocène
	Stampien	
	Tongrien	
	Gassianien (Bartonien)	Eocène
	Ligurien	
	Parisien	

Une liste bibliographique complète précède ce grand mémoire, elle comprend les titres de 519 ouvrages et opuscules.

TERRAINS EOCÈNES. — M. MAYER-EYMAR[1] a étudié le terrain et la faune du londinien des Fähnern (canton d'Appenzell). Il constate que 35 espèces de ce terrain appartiennent au londinien proprement dit et témoignent une si grande analogie avec les fossiles de l'argile de Londres qu'il est permis de présumer une communication de la mer éocène du Nord avec la mer éocène subalpine; mais il y a dans cette faune aussi des types franchement crétacés supérieurs.

Le londinien des Fähnern se compose de marnes noirâtres assez dures, parfois légèrement schisteuses, ayant 100 mètres d'épaisseur et surmontées par un banc à *Ostrea Escheri.*

La série éocène des Alpes vaudoises atteste des mouvements d'exhaussement et d'abaissement alternatifs du

[1] Mayer-Eymar. La faune miraculeuse du londinien d'Appenzell.. *Vierteljahrschr. naturf. Gesellsch. Zürich*, 1890. XXXV, 167-181 Voir aussi C. R. Soc. helv. Sc. Nat. Davos 1890. *Arch. sc. phys. et nat.* XXIV, 1890; *Eclogæ géol. helv.* II. 187.

sol. M. RENEVIER[1] donne pour les Hautes Alpes la succession suivante de l'éocène inférieur ou nummulitique :

1. NUMMULITIQUE INFÉRIEUR ; calcaire à grosses Nummulites, sous les marnes d'eau douce du Roc Champion.
2. NUMMULITIQUE D'EAU DOUCE :
   a) *Sidérolithique*, formé de minerai de fer pisiforme et remplacé quelquefois par des poudingues à cailloux urgoniens, à ciment rouge et jaune.
   b) *Marne d'eau douce* à graines de *Chara helicteres* à la base, suivie du
   c) *Calcaire à Limnées*. (*L. longiscata, fusiformis, Planorbis Chertieri*, etc.
   d) *Anthracite*, combustible terreux.
3. NUMMULITIQUE SUPÉRIEUR. (Parisien ou lutétien).
   a) *Couche à Cerithes*. On distingue aux Diablerets 14 couches ayant fourni plus de 100 espèces fossiles. *Cerithium Diaboli, C. Weinkauffi, Natica Picteti, Psammabia pudica, Cytherea Vilanovæ*, etc. La faune totale de ce niveau se monte à 166 espèces.
   b) *Grès nummulitique*, grès siliceux gris ou blanc, épais de 40-50^{m}.
   c) *Calcaire à Nummulites ;* calcaire compact, gris foncé à l'intérieur, à *Num. striata* et *N. contorta, Turritella granulosa, Velates Schmideli, Orbitoides* et *Lithothamnies*. Faune totale 129 espèces.
   d) *Schistes nummulitiques supérieurs*, fossiles rares. *Pecten* et divers fossiles indéterminés.

M. Renevier donne de ces couches le tableau comparatif suivant :

Etages	Alpes vaudoises	Vicentin	Bassin de Paris
BARTONIEN	Schiste num. sup. Calc. à Num. et Orbit.	Marne à Bryoz. de Brendola Couches à Orbit. de Priabona	Calc. de St-Ouen Sables moy. de Beauchamp
PARISIEN SUP.	Grès nummulitique Calc. à Cerith. Diaboli	Couches à Cerithes de Ronca	Calcaire grossier supérieur
PARISIEN INF.	Marne d'eau douce av. anthracite Sidérolithique	Calcaire à Poissons de Bolca	Calcaire grossier inférieur
	Calc. num. inférieur à grosses Nummulites	Num. de St-Giovanni Ilarione (Nice et Menton)	

[1] E. Renevier. Hautes Alpes vaud. *loc. cit.* 368-460. *Compte rendu Soc. vaud. Sc. nat.* 3, XII, 1890; *Archives*, 1890, XXIV, 658.

FLYSCH. Le flysch de la même région varie infiniment de facies, on y trouve des schistes feuilletés à fucoïdes, le grès fin du Macigno, le grès moucheté de Tavayannaz à débris éruptifs (tuf diabasique), grès bréchiforme et enfin dans les confins des Préalpes, l'étrange brèche cristalline à blocs de granit, etc. M. Renevier distingue : 1° la région du schiste à fucoïdes et de la brèche d'Aigremont; 2° celle de la brèche à Nummulites qui se confond du reste avec la précédente; 3° la région du grès de Tavayannaz qui comprend les Hautes Alpes spécialement, plus une quatrième région de schistes et de grès sur le bord sud de celle-ci. Le flysch de la région de la brèche d'Aigremont a déjà été décrit (Revue pour 1887) c'est à cause de la présence de *Nummulites* que M. Renevier en sépare la brèche d'Ensex, de Perche et du Meilleret qui n'en est que le prolongement. Les espèces citées sont *Num. Guettardi, Tschihsatcheffi,* quelques *Orbitoides* et *Operculines. N. Boucheri* est très commune au Meilleret. Le flysch des Hautes Alpes offre dans la partie nord, un grand développement des grès et schistes de Tavayannaz, dont l'origine est encore à trouver, puisque selon toute apparence, leur formation se lie à des éruptions volcaniques. Mais au sud, entre les Dents de Morcles et Argentière, le flysch revêt de nouveau un facies schisteux normal avec rares fucoïdes. Quant à l'origine du flysch normal schisteux, on se l'explique aisément ; c'est une formation littorale (fucoïdes, ripple-marks) ; les grès indiquent la trituration, les brèches à petits éléments l'érosion côtière et les plantes terrestres le voisinage de la terre ferme. Reste à expliquer l'absence de toute faune littorale. Pour motiver cette absence expliquer en même temps l'origine des gros blocs cristallins et de la brèche d'Aigremont et de Vers-l'Eglise, M. Renevier croit qu'il

ne faut pas hésiter à admettre l'influence des glaciers, qui auraient transporté ces blocs et rendu impossible l'existence d'animaux marins!? — Le flysch est postérieur au bartonien et a duré jusqu'à l'oligocène. Mais il se pourrait qu'une partie du flysch des Préalpes corresponde au nummulitique des Hautes Alpes.

M. Fred. Sacco[1] a publié une étude sur l'origine des conglomérats et brèches du flysch; il compare le flysch du versant nord des Alpes avec les dépôts détritiques du bassin tertiaire du Piémont et arrive à la conclusion que les débris de roches constituant les brèches et autres conglomérats du flysch, doivent être attribués à la décomposition de montagnes, disparues maintenant et dont l'emplacement est recouvert par les sédiments tertiaires et quaternaires. M. Sacco ne croit pas nécessaire de faire intervenir la théorie des glaciers éocènes pour expliquer le transport de ces roches — au moins pour ce qui concerne la région de la Ligurie; il croit que le transport par des cours d'eau rend bien compte de l'origine de ces brèches, dont les matériaux ne paraissent pas provenir de bien loin.

OLIGOCÈNE ET MIOCÈNE

Un mémoire très complet sur les terrains tertiaires des environs de Bâle a été publié par M. A. Gutzwiller[2].

A part quelques lambeaux isolés de terrains éocènes, recouvrant le jurassique supérieur, ou remplissant des excavations dans ce terrain, il n'y a, dans le bassin ter-

[1] Dr Fed. Sacco. Le conglomérat du flysch. *Bull. Soc. belge de géol.* III. 1889, 149-161. 2 pl.

[2] A. Gutzwiller. Beitrag zur Kenntniss der Tertiärbildungen der Umgebung von Basel. *Verhandl. naturf. Gesellsch. Bâle,* 1890, IX, 182-242, 1 pl.

tiaire de Bâle, que des sédiments oligocènes et miocènes, recouverts de certains dépôts de charriage qui paraissent appartenir au pliocène, quoique cela ne soit pas prouvé paléontologiquement.

L'éocène offre trois facies : La Huppererde, sorte d'argile ou bolus mêlé de grains de quartz remplit des poches dans le calcaire jurassique supérieur; on l'exploite comme argile pour la poterie. Le fer sidérolithique occupe des gisements analogues; enfin des blocs d'un calcaire blanc rempli de *Planorbis pseudoammonius*, Schloth, indiquent la présence d'un dépôt d'âge éocène moyen sur le plateau jurassique supérieur au sud de Bâle, près de Hochwald. Ce calcaire a fourni en outre *Pl. pseudoammonia* var. *Leymeriei* et *Helix (Nanina) occlusa*, Edw.

Les autres couches tertiaires occupent, en position presque horizontale, toute la large étendue qui sépare la vallée du Rhin à Bâle du pied du Jura sur une distance de 10 kilomètres. La nature essentiellement marneuse et argileuse de ces terrains fait nommer, dans le dialect local, cette région Leimenthal (vallée des argiles). M. Gutzwiller décrit en détail les divers étages reconnus et discute leur âge et leur facies. La formation oligocène la plus ancienne affleure immédiatement au pied du Jura; c'est un calcaire schisteux marin avec conglomérats. L'oligocène moyen (argile à *septaires*) et supérieur (argile à *Cyrènes*) forment avec une inclinaison moyenne de 10° N.-E. le fond de toute l'étendue entre le Jura et le Rhin, recouvert par les graviers diluviens et surtout par le lœss. Au milieu du bassin, l'oligocène supporte, en série concordante, le miocène et des graviers qu'on suppose être pliocène et qui sont inférieurs au lœss. Cette disposition qui ressort clairement du profil à l'échelle de $^1/_{25000}$ qui accompagne la

notice de M. Gutzwiller, permet de saisir le rôle de chacun des terrains, en particulier celui du lœss, qui les recouvre tous, à l'exception des graviers diluviens. Ceux-ci occupent les deux rives du Rhin et leurs terrasses successives indiquent l'ancienne étendue de la vallée.

Les divers terrains décrits par l'auteur se superposent comme suit :

PLIOCÈNE. Graviers de roches quartzitiques, très décomposées, de grès bigarré ; calcaires manquent ou sont rares. Se trouve à 360-400^{m} bien plus haut que les graviers rhénans à Hagenthal, Bettlach, Volkenburg, Mariastein, etc. On ne connaît pas de fossiles attestant l'âge de ce terrain. Il paraît être dû à un cours d'eau, prolongement du Rhin et dirigé à l'ouest vers la Saône, avant qu'il eût pris sa direction vers le nord.

MIOCÈNE SUPÉRIEUR ET MOYEN manquent.

MIOCÈNE INFÉRIEUR.

Concrétions ou rognons siliceux d'eau douce contenant *Planorbis declivis*, A. Br. et *Pl. cornu*, Brg. Ces rognons sont contenus dans une marne argileuse et jaune. Calcaire d'eau douce de Tüllingen, etc.

Grès et sables gris avec feuilles, visibles près Dornach, *Alnus cf. nostratum*. Ung., *Cinnamomum polymorphum*, A. Br., *C. Scheuchzeri*, Heer., *C. Buchi*, Hr. *C. spectabile*, *Salix* sp.

OLIGOCÈNE SUPÉRIEUR (Aquitanien) Marnes à *Cyrènes*, se divisant en trois étages, pour la plupart saumâtres :

a) Argiles à *Ostrea Cyathula*.

b) Calcaires d'eau douce avec *Limnaea pachygaster*, *Planorbis cornu*, *Hydrobia ventrosa*, *Cyrena semistriata*, *Cyr. Brongniarti*, *Dreissena cf. unguiculus*, *Chara petrolei*.

c) Sables et grès jaunes avec *Cerithium plicatum*, *Cer. Lamarcki*, etc., *Scalaria pusilla*, *Turbonilla subulata*, *Bullina minima*, *Corbulomya nitida*, *Modiola angusta*, *Chara*, *Cinnamomum*, *Scheuchzeri*, *Banksia helvetica*, *Myrica salicina*, etc. Une mâchoire infér. de reptile *(Dracaenosaurus ?)*

OLIGOCÈNE MOYEN. Argile à *Septaires*.

I. Argile bleuâtre entremêlée quelquefois de mollasses grisâtres et de sables passant à l'argile. Rognons de pyrite. Ecailles de *Meletta*, cf. *sardinites*, Heck. *Amphysyle Heinrichi*, *Foraminifères* nombreux. Grand nombre de feuilles dans les mollasses et sables, surtout de *Quercus*, *Cinnamomum*, *Daph-*

nogene, Cassia, etc. Epaisseur au moins 60m, probablement plus.

II. Sables, marnes et calcaire sableux de couleur jaune, *Ostrea callifera, Pecten compositus, P. pectoralis.*

Conglomérats marins côtiers à galets perforés par des mollusques.

Grès et sables gris jaunâtres à feuilles ; *Quercus, Cinnamomum, Daphnogene, Diospyros, Cassia,* etc.

Le bassin miocène entre le chaînon du Salève et les Alpes d'Annecy à La Roche, n'a pas fourni jusqu'à présent de documents paléontologiques permettant une subdivision certaine. M. MAILLARD [1] a été forcé de se baser presque exclusivement sur des caractères pétrographiques et stratigraphiques pour établir une subdivision des assises miocènes dans ce synclinal ; il distingue du haut en bas les étages suivants :

8 Mollasses schisteuses avec marnes rouges.
7 Mollasses à rognons.
6 Grès bleus et marnes bleues.
5 Grès feldspathiques.
4 Marnes rouges.
3 Grès massifs, fins en gros bancs.
2 Marnes rouges inférieures.
1 Marnes schisteuses et grès en dalles.

Cette dernière assise passe insensiblement au flysch alpin. Au pied du Salève, sur l'autre versant du plateau des Bornes, la base du miocène gris mollassique à feuilles s'applique sur un lit de grès marin à *Cerithes* (tongrien); ailleurs, à Cruseilles, Crêt de la Dame, mont de la Balme, la mollasse repose sur le grès sidérolithique ou directement sur l'urgonien.

Les assises 1-2 sont certainement aquitaniennes d'après des plantes trouvées dans une exploitation de charbon

[1] G. Maillard. Note sur la Géologie des environs d'Annecy, *loc. cit.*

actuellement abandonnée. L'assise 3 a une grande ressemblance avec la mollasse langhienne du bassin suisse; les couches supérieures qui suivent rentrent peut-être aussi dans cet étage. On n'a en tout cas jamais constaté de fossiles marins indiquant l'existence de l'étage helvétien dans ce bassin.

L'énorme épaisseur des couches supérieures, soit du langhien, et la répétition des grès à grains feldspathiques sur la ligne de Mercier et de Curat font admettre à M. Maillard un chevauchement des couches au N.-O. de Saint-Martin dans la partie N.-O. du bassin.

M. P. Choffat [1] indique les résultats de la détermination de fossiles tertiaires trouvés dans un gisement près de Fort du Plasne, près de Foncine-le-Bas (Jura).

Ce terrain appartient à l'étage helvétien ; il offre sur le sentier de Frace à Fort du Plasne la coupe suivante :

Erratique.
3 Marne bleu-verdâtre sans fossiles, 0m,55
2 Mollasse compacte avec grosses bivalves, 0,50.
1 Mollasse jaunâtre sableuse avec nombreux rognons, débris roulés fossiles miocènes nombreux, mélangés à quelques fossiles remaniés du gault.
Urgonien avec nombreuses perforations à la surface.

Les fossiles provenant des couches 1 et 2 déterminés par MM. Choffat et Mayer-Eymar indiquent tous l'étage helvétien III. (M-E) Les espèces certaines sont :

Balanus tintinnabulum, Lin.
Natica burdigalensis, May.
Tapes veluta, Bast.
Venus umbonaria, Lam.
» *Brocchii* Desh.
» *plicata*, Gm.
Pecten Celestini May.
» *scabrellus*, Lam.
» *Benedictus*, Lam.
» *solarium*, Lam.
» *latissimus*, Lam.
Ostrea virginiana. Gm.

[1] P. Choffat. Le tertiaire du Fort du Plasne, lettre à M. L.-A. Girardot. *Mém. soc. Emul. du Jura*. 1890, 3 p.

Pectunculus violaceus, Lam. *Bryozoaires et polypiers.*
» *stellatus* *Cliona Duvernoyi*, Mich.
Psammechinus dubius, Aq.

Un autre gisement de grès marin a été découvert par M. Choffat aux Musillons, au N. du lac de l'Abbaye de Grandvaux, à 9 kilom. au S.-S.-O. de Fort du Plasne, il offre des fossiles de gault remaniés. Les fossiles miocènes sont :

Lamna, sp. *Ostrea cf. palliata*, Gld.
Cardium multicostatum, Brot. » *cf. caudata*, Munst.
Pecten Stalzanensis, May.

M. le professeur BALTZER [1] a décrit les restes de plaques dermiques de Raies, trouvées dans la mollasse suisse. Les échantillons étudiés proviennent de la mollasse marine exploitée près du Mägenwyl (canton d'Argovie). D'après l'opinion de plusieurs connaisseurs, ces restes appartiendraient certainement à une espèce, peut-être nouvelle, du genre *Trygon;* une dent de la même localité paraît appartenir au *Trygon (Raja) rugosa*, Probst.

Une plaque dermique de Raie provenant du Belpberg, couches à Cardium, ressemble à celles de *Raja ornata*, Münst.

M. SACCO [2] a décrit une mâchoire de *Balænoptère* de l'étage astien qu'il nomme *Balænoptera Cortesii* var. *Portisi*, Sacco.

PLIOCÈNE. — M. C. SCHMIDT [3] a décrit plusieurs gise-

[1] A. Baltzer. Ueber den Hautschild eines Rochen aus der marinen Molasse. *Mitth. der Naturf. Gesellsch. in Bern*, 1889, p. 155-158. 1 pl.

[2] Sacco. Sopra una mandibola di Balonoptera dell'Astigiana. *Atti R. Accad. sc. Torino.* XXV, 1890, 396-402, 1 pl.

[3] Schmidt. Die pliocænen u. glacialen Bildungen am Nordabhange des Monte-Salvatore. *Eclogæ geol. helv.* II, p. 51-57, 1 fig.

ments de dépôts pliocéniques aux environs du lac de Lugano. L'un se compose de couches presque horizontales de marne sableuse, micacée, jaune, d'une épaisseur de 40^{m}, reposant sur les schistes cristallins verticaux. Il se trouve au pied du Monte San-Salvatore, près de la tranchée du chemin de fer du Saint-Gothard. On y a trouvé une empreinte de feuille — apparemment de hêtre.

Ce gisement est à 360^{m} d'altitude, 90^{m} au-dessus du lac de Lugano. Près de Chiasso, le pliocène est à 300^{m} et près de Folla d'Induno, au nord de Varese, à 380^{m}. C'est donc un des points les plus élevés que les sédiments pliocéniques aient atteints sur le versant sud des Alpes.

QUATERNAIRE. — M. BRÜCKNER[1] a exposé ses vues sur le climat de l'époque glaciaire, dont les oscillations ont déterminé deux périodes glaciaires bien distinctes. Nous ne pouvons analyser ici ce travail et nous devons nous borner de le citer comme se rapportant à la période glaciaire.

M. DELAFOND[2] a établi une nouvelle classification des terrains bressans. Il arrive aux conclusions suivantes : Après le dépôt des graviers à *Elephas meridionalis*, il s'est effectué, suivant les vallées actuelles de la Saône et du Doubs, un premier creusement d'une large vallée dans laquelle se sont déposées les marnes à *Cervus Perieri* de Saint-Cosme. Ces marnes appartiendraient à la dernière phase de l'époque pliocène et seraient ainsi bien plus récentes que les marnes bressannes à *Paludines* et *Pyrgules*. Les marnes de Saint-Cosme ont été ravinées ultérieure-

[1] Brückner. C. R. Soc. helv. sc. nat. Davos, 1890. *Arch. sc. phys. et nat.*, 1890, XXIV, 391; *Eclogæ geol. helv.* II, 167.

[2] Delafond. Nouvelle subdivision des terrains bressans. *Bull. Carte géol. France*, 1890. N° 12, II.

ment et recouvertes par des sables et des graviers qui sont probablement de l'âge des alluvions préglaciaires des environs de Lyon. Enfin, dans l'ensemble de la formation des marnes et des sables précités, une nouvelle vallée s'est creusée, la vallée actuelle de la Saône et du Doubs, dans le fond de laquelle se sont déposés des graviers à *Elephas primigenius*.

Terrain glaciaire. — Toutes les vallées de la Savoie comprise entre le lac d'Annecy et l'Arve renferment d'importants dépôts glaciaires, formés en partie par des glaciers locaux. M. Maillard[1] donne dans une note spéciale ses impressions sur la formation morainique calcaire, dite la Plaine des Rocailles entre Reignier et La Roche (*Revue géol.* pour 1889); contrairement à l'objection qui lui a été faite que les blocs de roches cristallines pouvaient bien avoir été exploités dans cette région, il déclare que les débris de roches cristallines manquent aussi dans les matériaux menus de cette énorme moraine. On sait que Alph. Favre a attribué cette moraine calcaire à l'ancien glacier de la Borne qui la déposa probablement vers la phase de décroissance des glaciers.

M. Maillard mentionne aussi sur plusieurs points dans le voisinage d'Annecy, Villas, Naves, berges du Fier, etc., un conglomérat ou poudingue vacuolaire, reposant sur la boue glaciaire et recouvert à son tour par les alluvions postglaciaires. Cette formation paraît due, en partie, à une transformation de la boue glaciaire par lévigation de la matière argileuse et son remplacement par un ciment calcaire. Certains galets sont, en outre, impressionnés à

[1] G. Maillard. Note sur la géologie des environs d'Annecy etc., *loc. cit.*

leurs points de contact, ce qui paraît provenir de la dissolution et non de l'action mécanique de la pression.

Les dépôts pliocènes décrits par M. SCHMIDT[1], sont recouverts au Monte San-Salvatore par une assez forte épaisseur de moraine. Il y a d'abord, environ 30m d'argile bleu foncé, renfermant des galets striés de calcaire noir, rarement clair; les roches cristallines sont rares. Une épaisseur de 2 mètres de craie lacustre contenant des morceaux charbonneux et des débris de coquilles, des diatomées et des spongilles, sépare, à 100m au-dessus du lac, la moraine inférieure d'une nouvelle moraine de 70m de hauteur, formée surtout de galets et de gros blocs et parmi lesquels des calcaires foncés et clairs, des poudingues rouges du verrucano et des roches cristallines. Ces roches paraissent toutes provenir de l'E., apportées par un glacier venant du Valtellina. M. Schmidt s'explique cette superposition comme suit: Après l'émersion des dépôts du pliocène, un glacier venant de l'E., forma la moraine inférieure,en remaniant le pliocène ; un petit lac se forma derrière ce barrage et donna lieu à la formation de la craie lacustre, contenant une faunule peu nombreuse. Un nouvel avancement du glacier créa enfin la seconde moraine à gros blocs. Tous ces dépôts furent déblayés en partie par l'érosion atmosphérique et fluviale, dont on trouve les atterrissements au pied même de la moraine.

L'étude du terrain glaciaire des Hautes Alpes a permis à M. RENEVIER[2] de reconnaître des traces de nombreux glaciers latéraux qui se réunissaient au grand glacier du Rhône. C'est par suite de la confusion des dépôts de ces glaciers latéraux avec ceux du grand glacier qu'on a

[1] C. Schmidt. Pliocaene u. glaciale Bildungen, etc., *loc. cit. Eclogæ.*
[2] Renevier. Hautes Alpes vaudoises, *loc. cit.*, 467-484.

généralement attribué à celui-ci une altitude trop élevée. Il faudrait abaisser de 100 mètres environ les limites supérieures indiquées par MM. Favre, Falsan et Chantre.

MM. BALTZER et JENNY[1] ont dressé une carte géologique des environs de Berne au $^1/_{25000}$, représentant surtout la position des moraines intérieures du glacier de l'Aar, ainsi que la répartition des alluvions récentes et anciennes. Une formation remarquable est la craie morainique contenant 85-95 % de $Ca\,CO_3$.

A part la moraine de fond proprement dite, argile glaciaire, avec blocs et cailloux striés, M. Baltzer distingue encore une autre moraine de fond sableuse et à cailloux striés, elle ne se trouve que dans le domaine de la mollasse et paraît due à l'érosion de celle-ci par le glacier.

M. BALTZER[2] ne pense pas que le glacier du Rhône ait jamais contourné un avancement conique du glacier de l'Aar, ainsi que cela paraît ressortir de la carte des glaciers de la Suisse par A. Favre. Il admettrait plutôt que ces deux glaciers se sont confondus déjà à la hauteur de Thoune. Le glacier du Rhône a puissamment refoulé celui de l'Aar, ce qui est démontré par le fait qu'une branche de celui-ci s'est frayé un passage à travers le Brünig jusqu'au lac des Quatre-Cantons. M. Baltzer admet bien deux invasions glaciaires pour cette région et le prouve, vu l'absence de dépôts interglaciaires, par la superposition de moraines de fonds récentes sur des alluvions glaciaires à cailloux striés, ainsi que par l'existence

[1] Baltzer et Jenny. C. R. Soc. helv. sc. nat., Davos, 1890. *Arch. sc. phys. et nat.*, 1890, XXIV; *Eclogæ geol. helv.* II, 183.

[2] A. Baltzer. C. R. Soc. helv. sc. nat., Davos, 1890. *Arch. sc. phys. et nat.*, 1890, XXIV; *Eclogæ geol. helv.* II, 185.

de moraines de montagnes allant jusqu'à 1,000 mètres, tandis que les moraines des vallées sont de 300-350 m. plus bas.

Lœss. — Dans une discussion avec M. Leppla sur l'origine du lœss, M. Sauer[1] indique beaucoup d'arguments qui militent en faveur de l'origine éolienne. Il suffit de rappeler que le lœss de l'Alsace se distingue nettement en lœss sableux de la plaine et en lœss poudreux des plateaux. Les coquilles terrestres et d'eau douce se trouvent mêlées dans le premier, mais ce dernier contient exclusivement des coquilles de mollusques terrestres sans *aucune trace d'espèces aquatiques*. Le lœss de la plaine serait bien un terrain déposé par l'eau comme le prouve sa stratification; c'est peut-être un limon de colmatage, peut-être du lœss remanié. Mais le lœss des plateaux et des terrasses supérieures à 150 m. et plus au-dessus de la vallée, serait décidément éolien; même la théorie du ruissellement introduite par quelques géologues ne pourrait s'appliquer à ce terrain.

Un autre mémoire de M. A. Sauer[2] traite spécialement de l'origine du lœss de la Saxe, sur les deux rives de l'Elbe. L'auteur arrive à la conclusion que le lœss de la région étudiée est bien d'origine éolienne et se base sur le fait que le grain de ces dépôts devient de plus en plus fin en s'avançant du N. au S., à l'approche de la montagne. Il y voit manifestement l'effet du vent qui a enlevé ce limon en passant sur les grandes sur-

[1] A. Sauer. Zur Lœssfrage. *Jahrb. f. Min. Geol.*, 1890, II, 92-97.

[2] A. Sauer. Ueber die aeolische Entstehung des Lœss am Rande der norddeutschen Tiefebene. *Zeitschr. f. Naturw. Halle a/S.* 1889.

faces découvertes de la plaine de l'Allemagne du nord et l'a déposé sur les pentes des montagnes de la Saxe; le ralentissement de la vitesse du vent au fur et à mesure de l'avancement dans la montagne a produit un triage dont le mécanisme est facile à comprendre. Divers caractères de sédimentation, la distribution des fossiles, etc., s'opposent à la théorie d'une origine hydrosédimentaire par voie de colmatage (Hochfluten). Il serait intéressant de déterminer par une comparaison directe, jusqu'à quel point le lœss rhénan et celui de la Saxe, diffèrent ou se ressemblent, par leur composition et leurs gisements.

La découverte, par MM. SAUER et CHELIUS[1], de galets à arêtes (Kantengeschiebe), érodés par le vent, dans le voisinage de Francfort s/M. pourrait jeter un peu de lumière sur l'origine du lœss de la vallée du Rhin, en confirmant la genèse éolienne de ce terrain.

TERRASSES LACUSTRES. — M. MAILLARD[2] a fait des observations sur l'existence de berges lacustres au-dessus du niveau actuel du lac d'Annecy et dans la vallée voisine du Fier. Sur le pourtour du lac d'Annecy, il y a un système de trois terrasses postglaciaires, plus ou moins continues, concentriques et étagées les unes au-dessus des autres, indiquant autant de niveaux successifs, atteints par la surface du lac, après le retrait des grands glaciers. Un système analogue existe dans la vallée du Fier, de Thônes au pont Saint-Clair. Il y a trois terrasses, dont la supérieure remonte la vallée du Fier jusqu'à Thônes. Il y avait probablement dans cette vallée à

[1] A. Sauer et C. Chelius. Die ersten Kantengeschiebe im Gebiete der Rheinebene. *Jahrb. f. Min. Geol.*, etc. 1890, II, 89.

[2] G. Maillard. Note sur la géologie des environs d'Annecy, etc., *loc. cit.*

l'époque glaciaire un lac étroit, arrêté par le barrage non encore érodé de Saint-Clair. A ce moment, le lac d'Annecy s'étendait jusqu'à la montagne de la Balme, et recevait le Fier. Ces mêmes terrasses se retrouvent dans la vallée de la Fillière, au N.-E. d'Annecy, au confluent de ce torrent avec le Fier. Ces terrasses reposent souvent sur des amas de boue glaciaire, attestant leur âge post-glaciaire. L'extension du lac d'Annecy, jusqu'au pied de la montagne de la Balme, est encore prouvé par les falaises mollassiques qui encadrent la plaine des Fins et celle d'Epagny. Leur formation est sans doute préglaciaire ; elles bordaient une vallée d'érosion que les moraines et les alluvions glaciaires ont comblé en partie.

M. Baltzer[1] a observé près de Cadenabbia, au bord du lac de Côme, un profil de terrains récents, probablement lacustres, dont une couche renfermait de nombreux débris de plantes. Ce profil était le suivant :

1. Terre végétale.
2. Graviers de petit volume, granit, gneiss, diorite, serpentine, verrucano, calcaire, etc. ; $1^{m}60$.
3. Argile grise, non stratifiée, remplie de feuilles et autres débris végétaux. La base est à 12^{m} au-dessus du niveau du lac; $6^{m}60$.
4. Moraine sableuse de fond, avec galets petits et grands, souvent céphalaires ; granit, gneiss, verrucano ; calcaires striés ; $1^{m}60$.
5. Moraine argileuse de fond avec peu de galets.

Les débris végétaux de la couche 3 appartiennent à : *Abies pectinata, Picea excelsa, Laurus nobilis, Smilax aspera* (?), *Quercus pedunculata, Corylus avellana, Carpinus Betulus, Juniperus* (??). Le microscope a permis de reconnaître la présence de disques de *Cyclotella* et de spicules de *Spongiaires* d'eau douce. Il n'y a à la surface

[1] A. Baltzer et E. Fischer. Fossile Pflauzen vom Comer See. *Mittheil. naturf. Gesellsch. Bern.* 1890. 139-145.

de la moraine aucune trace d'érosion. Le dépôt argileux paraît s'être formé dans une baie où débordait un ruisseau à une époque où le lac de Côme était environ 20 m. plus élevé. On peut présumer que cette couche est interglaciaire, mais il n'est pas possible de l'affirmer positivement.

ALLUVIONS LACUSTRES. — M. FOREL[1] a rendu compte des résultats des travaux de sondage pour la carte hydrographique du Léman. 11,955 coups de sonde, soit 11 par kilomètre carré, ont permis de figurer assez exactement le relief sous-lacustre de ce bassin. La profondeur maximum est à 309^{m},7. La plaine centrale du lac a 60 kilomètres carrés. M. Forel décrit les dépôts d'alluvion lacustre qu'il classe comme suit :

1° Alluvions fluviatiles grossières, cônes de déjections immergés.
2° Alluvions lacustres grossières formant la plaine et le talus devant les côtes d'érosion.
3° Alluvions lacustres impalpables formant une couche uniforme en dessous de la limite d'action des vagues.
4° Alluvions fluviatiles, impalpables, de la plaine centrale du lac.

En mentionnant les terrains récents des Alpes vaudoises, M. RENEVIER[2] cite quelques terrasses postglaciaires à Bex, Aigle, Yvorne, etc., et donne quelques coupes des terrains de la plaine d'alluvion du Rhône. Il pense aussi qu'un lac devait exister primitivement en amont du seuil de Saint-Maurice et s'étendre jusque vers Sierre, où la vallée du Rhône est à 538 m. ; hauteur des collines de Saint-Maurice 534-540 m. Outre quelques autres formations locales, il cite l'existence de dunes ou collines de sable mouvant, transporté par le vent entre Saillon et Martigny.

[1] Forel. C. R. Soc. helv. sc. nat. Davos. *Arch. sc. phys. et nat.* 1890. XIV; *Eclogæ geol. helv.* II. 177.

[2] E. Renevier. Alpes vaudoises, *loc. cit.* 484-496.

Glaciers actuels. — M. F.-A. Forel[1] a constaté que dans l'année 1889 la plupart des glaciers des Alpes sont en voie d'accroissement. C'est le cas pour 55 glaciers, parmi eux, plusieurs de premier ordre. Tous ceux du massif du Mont-Blanc, de nombreux glaciers valaisans, quelques glaciers du Pelvoux et de l'Ortler ; les autres glaciers autrichiens sont stationnaires ou décroissent encore.

[1] C. R. *Soc. Vaud. Sc. nat.* 4. VI. 90. *Archives*. 1890, XXIV, 87.