Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae

Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft

Band: 2 (1890-1892)

Heft: 4

Rubrik: Revue géologique suisse pour l'année 1890

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: 02.10.2025

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

ECLOGÆ GEOLOGICÆ HELVETIÆ

REVUE GÉOLOGIQUE SUISSE

POUR L'ANNÉE 1890

PAR

MM. Ernest FAVRE et Hans SCHARDT.

Tiré des Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève
avec autorisation de la Direction.

PREMIÈRE PARTIE

Nécrologie. — L'année 1890 a vu disparaître trois géologues suisses de grand mérite. Nous avons déjà mentionné la mort de *Victor Gilliéron* (*Revue géol.* pour 1889). M. F. Koby [1] lui a consacré un article biographique, suivi d'une liste des travaux de ce géologue. Dans le courant de l'été, la mort a enlevé, presque au même moment, Alphonse Favre de Genève et le Dr Albr. Müller de Bâle.

Alphonse Favre (1815-1890) a consacré la plus grande partie de sa carrière scientifique à l'étude des Alpes occidentales. Dès 1840, il commençait à parcourir cette région encore peu connue, à laquelle les travaux de Saussure avaient cependant donné déjà une certaine célébrité. De nombreux mémoires spéciaux sur le Mont Salève, le carbonifère, le trias et le lias des Alpes, etc., précédèrent la publication de sa carte géologique et de

[1] F. Koby. Victor Gilliéron. *Actes Soc. jurass. d'émulation*, Porrentruy, 1889, 273-275.

ses « Recherches géologiques sur les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse voisines du Mont-Blanc. » Ce grand ouvrage, fruit de plus de vingt-sept années de travail, est une source inépuisable de renseignements recueillis avec une précision et une justesse d'observation remarquables. En faisant connaître la structure géologique de cette contrée, en déterminant les caractères et l'âge des diverses formations qui s'y rencontrent, Alph. Favre prenait une part importante aux débats que soulevaient les problèmes de la géologie des Alpes. Son ouvrage servira désormais de base aux études plus spéciales sur cette région. En même temps qu'il explorait les montagnes, Favre étudiait le sol du canton de Genève et il en publia en 1879 une carte géologique au 1 : 25000, accompagnée de deux volumes de texte. Le plus ancien terrain du canton étant la mollasse aquitanienne, c'est surtout aux terrains quaternaires qu'a rapport cet ouvrage qui a rendu à l'agronomie de vrais services.

Favre a eu une passion pour l'étude des anciens glaciers. Désireux d'en conserver les témoins dans notre pays, il publia avec Louis Soret et Studer un appel pour conserver les blocs erratiques qui eut de salutaires effets. En même temps, il accumulait et centralisait une masse considérable de documents qui lui étaient envoyés de toutes les parties de la Suisse, ou qui étaient le fruit de ses propres observations; il lui fut possible ainsi d'établir sa belle carte des anciens glaciers de la Suisse (1884). Mais il avançait en âge, la maladie survint et il ne put achever le texte qui devait accompagner cette carte. Outre ces trois grands travaux, Favre a fait beaucoup de recherches sur des sujets spéciaux qui attiraient momentanément son attention. Ses expériences sur les

refoulements latéraux, par lesquelles il donna une démonstration mécanique du soulèvement des chaînes de montagnes, furent très remarquées. Il avait professé pendant sept ans la géologie à l'ancienne Académie de Genève et fut, dès le début, membre de la commission géologique suisse qu'il présida dans les dernières années. L'Académie des sciences de Paris l'avait distingué en lui donnant le titre de membre correspondant.

M. BRIQUET[1] a publié une notice biographique, destinée au Club alpin, dont Favre fut un des présidents.

Le professeur *Albrecht Müller* (1819-1890) commença sa carrière scientifique avec P. Merian, dont il devint un actif collaborateur. Il consacra sa vie à l'étude de la géologie du canton de Bâle et de la structure du Jura, dont les dislocations compliquées avaient pour lui un attrait particulier. Tout en reconnaissant le rôle prépondérant des plissements dans la structure du Jura, il attribua une grande part des dislocations aux ruptures avec mouvements horizontaux ou obliques, d'où résultent des chevauchements simples ou multiples. De nombreux exemples de ce genre ont été observés par Müller dans le Jura septentrional, mais ses vues n'ont pas toujours été acceptées comme elles le méritaient, quoique plusieurs travaux, faits dès lors, en aient démontré l'absolue exactitude. Albr. Müller a collaboré à la carte géologique de la Suisse. Il a publié une carte géologique du canton de Bâle, dont les données se retrouvent sur les feuilles II, III et VII de l'atlas fédéral; un volume de texte forma la première livraison des *Matériaux pour la carte géologique de la Suisse* (1862, 2me édition en 1884). Nombre d'au-

[1] C.-M. Briquet. Alphonse Favre. *Écho des Alpes*, 1890, III, 218-248.

tres travaux dans le domaine de la géologie, de la minéralogie et de la pétrographie témoignent de son activité. Il s'était attaché pendant quelque temps à l'étude du massif du Saint-Gothard et y avait fait des constatations nouvelles et remarquables. Müller a enseigné pendant trente-cinq ans la géologie et la minéralogie à l'Université de Bâle.

M. L.-A. GIRARDOT[1] a fait la biographie du géologue jurassien *Edmond Guirand* (1812-1888) qui a été un des premiers à collectionner des fossiles des terrains jurassiques des environs de Saint-Claude, particulièrement de l'oolithe coralligène de Valfin. C'est à lui que la paléontologie doit les plus belles découvertes dans cette dernière localité. Par ses relations avec la plupart des géologues de l'époque, Guirand devint géologue et stratigraphe lui-même et doit être compté parmi les pionniers de la géologie jurassienne.

Au commencement de l'année dernière est mort à Vienne un géologue et paléontologue bien connu en Suisse, le professeur *Melchior Neumayr* (1845-1890). MM. V. UHLIG[2], D. STUR[3], A. PENCK[4] et BENECKE[5] ont consacré quelques pages à la vie active de ce savant éminent. Neumayr a publié d'importants travaux sur les terrains jurassiques, sur la structure des Alpes et de

[1] L.-A. Girardot. Edmond Guirand. Notice biographique. *Mém. Soc. émul. du Jura*, 1888, 36 p., 1 portrait.

[2] V. Uhlig. Melchior Neumayr, Sein Leben und Wirken. *Jahrb. K. K. Geol. Reichsanst.*, 1890, XL, 1.

[3] D. Stur. Prof. Dr Melchior Neumayr. *Vertr. K. K. Geol. Reichsanst.*, 1890, 3.

[4] A. Penck. Melchior Neumayr. *Mittheil. d. Deutsch und Œsterr. Alpen-Ver.*, 1890, 3.

[5] Benecke. M. Neumayr. *N. Jahrb. f. Min.*, etc., I, 1890.

quelques parties de la presqu'île des Balkans. Plus de cent trente publications, parues de 1868 à 1890, témoignent de son activité extraordinaire. Les plus importantes sont ses recherches sur les Ammonites, les souches du règne animal (die Stämme des Thierreichs) et l'Histoire de la Terre (Erdgeschichte),dans laquelle il applique les vues de Suess sur les dislocations du globe.

CARTES ET DESCRIPTIONS GÉOLOGIQUES

Carte géologique des Alpes. — L'institut géographique A.-E. Hölzel à Vienne a publié une carte géologique générale de la chaîne des Alpes dont M. F. Noë[1] est l'auteur. Une introduction de M. le professeur E. Suess précède le texte explicatif de l'auteur. Depuis nombre d'années les géologues de tous les pays limitrophes des Alpes ont fait des études remarquables sur cette chaîne; les gouvernements ont publié des cartes détaillées; mais ces cartes sont toutes incomplètes, n'embrassant qu'une partie de la chaîne. Les différences d'échelle et de couleurs rendent difficiles les comparaisons et ne donnent pas de vue d'ensemble sur le système alpin. A part la très petite carte de Studer, datant de 1851, et la carte encore plus petite, mais plus récente et relativement bien plus complète de Neumayr (1 : 3000 000, parue en 1887), aucune carte générale de la chaîne des Alpes

[1] Dr Frantz Noë. Geologische Uebersichtskarte der Alpen, mit Erläuterungen des Verfassers und einigen einbegleitenden Worten des Professors Ed. Suess. Vienne, Ed. Hölzel. 1890.

n'avait encore vu le jour. C'est donc une œuvre méritoire qu'a entrepris M. Noë, de coordonner et de réduire à la même échelle les diverses cartes publiées en Autriche-Hongrie, en Bavière, en Suisse, en France et en Italie. L'échelle de cette carte, qui est celle de la future carte géologique de l'Europe, n'a pas permis d'y marquer tous les détails renfermés dans les cartes spéciales et locales, mais le coup d'œil, qui fait ressortir l'unité des Alpes et les relations de cette grande zone de dislocation avec les montagnes et massifs voisins, en est d'autant plus parfait; il montre la distribution des terrains, le parcours des zones de plissement, et, pour qui connaît déjà la structure des diverses régions, le rôle orographique général des terrains apparaît très clairement. Cette carte sera d'une grande utilité pour tous les géologues; pour les explorateurs des Alpes, elle sera d'une valeur inappréciable; de plus, elle remplira, dans le matériel pour l'enseignement supérieur, une lacune vivement sentie depuis longtemps. Ajoutons que le coloriage, très heureusement choisi, à quelques exceptions près, est sensiblement conforme à la gamme de couleurs, adoptée par le congrès géologique international.

ALPES, *versant nord.* — M. KILIAN[1] a résumé comme suit ses conclusions sur les phases orogéniques qui ont marqué l'évolution tectonique des Alpes occidentales françaises :

1. Mouvements paléozoïques, accentués seulement dans la première zone alpine Belledonne; simple exhaussement ailleurs.
2. Mouvements post-houillers ou permiens; discordance du lias ou trias sur le houiller.

[1] *Compte rendu Soc. de statistique de l'Isère.* Mars 1890.

3. Émersion probable d'îlots à la fin du jurassique et pendant le crétacé.
4. Réduction de la mer; formation du golfe nummulitique, dépôts transgressifs de ce dernier.
5. Plis et failles affectant le nummulitique, avant le dépôt de la mollasse.
6. Grands mouvements post-helvétiens et tortoniens; bouleversement de la mollasse; formation des chaînes subalpines.
7. Derniers mouvements pliocènes. Retrait total de la mer.

M. Sacco[1] a publié un aperçu sur la structure générale de la Haute-Italie occidentale, entre le Mont-Blanc et les Alpes maritimes. Il conteste certaines hypothèses généralement admises sur l'origine de la dépression lombarde et exprime sa manière de voir dans les conclusions suivantes :

1. La chaîne alpine occidentale doit son origine à un grand pli de la croûte terrestre; ce pli, qui se résout en plusieurs plis secondaires, avec des failles nombreuses, se disposa en ligne courbe par suite de l'obstacle formé par le plateau central de France qui en empêcha le développement libre et régulier de l'est à l'ouest.
2. Le plissement originel de la chaîne alpine a pris naissance à la fin de l'ère archaïque; il s'accentua fortement au commencement de la période jurassique, atteignit son maximum d'intensité à la fin de l'éocène, ne présentant plus, par la suite, que des périodes secondaires d'accentuation à la fin de l'helvétien et à la clôture des temps tertiaires.
3. Dans la région piémontaise, la vaste vallée du Pô ne peut nullement être considérée comme une zone d'effondrement ou de chute verticale, mais bien comme une zone de plissement affectant la forme d'un large pli synclinal qui cependant se souleva graduellement dans son ensemble pour conduire à un assèchement complet.
4. Dans l'intérieur de la courbe du grand plissement alpin prirent naissance, par suite de la forte pression, une série de plisse-

[1] Sacco. La géotectonique de la Haute-Italie occidentale. *Bull. Soc. Belg. de géol.*, 1890, IV, 3-28, 1 carte et 1 profil.

ments secondaires qui constituèrent les collines de Turin-Valence, entre la Ligurie et les Alpes.

5. Les plissements, les failles et les érosions des régions alpines et apennines ont atteint une épaisseur de formation d'environ 40,000 mètres.

M. G. MAILLARD[1], attaché à la carte géologique de la France, a décrit sommairement le caractère orographique et la nature des terrains de la région des Alpes entre le lac d'Annecy et la frontière suisse, c'est-à-dire la région des chaînes crétacées et jurassiques des Alpes, le plateau des Bornes et le chaînon du Salève.

Nous avons déjà mentionné (*Revue* pour 1889, p. 11) la note de M. Maillard sur la géologie élémentaire de la Haute-Savoie. Ce nouveau travail apporte beaucoup de détails sur cette région, sur les chaînes crétacées des Alpes surtout; impossible de passer en revue toutes les dispositions tectoniques étranges, les replis, failles, etc., expliqués très clairement par un grand nombre de croquis et de profils de détail.

C'est cette région qu'ont rendue classique les études de M. Alph. Favre. Les profils et dessins de M. Maillard montrent presque partout la justesse des vues de ce savant, mais ce qui fait surtout la valeur du travail de M. Maillard, ce sont les détails qu'il a su mettre dans ses profils et qu'il a complétés encore par une multitude de croquis. L'auteur a réussi à mettre en accord la théorie des failles avec celle des plis. La disposition des plis montre clairement qu'ils ont pour cause le refoulement et il n'est pas difficile de voir aussi que les failles — qui sont pour

[1] G. Maillard. Note sur la géologie des environs d'Annecy, La Roche, Bonneville, etc. *Bull. serv. carte géol. France*, 1889, n° 6, 64 p., 9 pl.

la plupart des plis-failles et des chevauchements — ont été causées par cette même force, à l'exception de quelques-unes qui sont dues à des affaissements verticaux, produits sans doute par la formation de voûtes creuses; telle la faille de Sainte-Catherine au Semnoz, celles du col d'Ablon, de Taine, etc.

Aux environs d'Annecy, les Alpes se lient intimement au Jura. Leurs chaînons se ressemblent, mais ceux des Alpes sont plus bouleversés, plus déjetés, plus faillés.

Le mont Semnoz au sud du lac d'Annecy, qui se rattache aux Alpes par sa direction, ressemble par le facies de ses terrains (rhodanien, urgonien, valangien) au Jura, dont il a la forme régulièrement voûtée, compliquée seulement d'une flexure en forme de genou, avec faille, suivie d'un second pli, créant le petit vallon de Sainte-Catherine, où il y a du miocène. Le caractère jurassien du mont Semnoz est encore attesté par l'existence d'une zone de molasse miocène à l'est qui le sépare des chaînes alpines proprement dites. Cette montagne offre aussi sur ses bords du gault sans fossiles et le sénonien.

Entre l'Arve et le lac d'Annecy, les montagnes se divisent en trois massifs ou groupes de chaînons, formés de plis successifs et séparés par de profondes vallées d'érosion, creusées transversalement aux plis à partir de la chaîne des Aravis, qui est continue depuis Faverges jusqu'à Magland.

Il est remarquable que la dépression du lac d'Annecy et la vallée qui la précède soient transversales à la direction des plis; mais ce qui est bien plus étrange, c'est que les plis ne se correspondent pas de part et d'autre de la dépression. Une faille horizontale, un décrochement, paraît avoir porté vers le N.-O. toute la masse de la

rive E. du lac et se serait même fait sentir jusqu'au Salève. Le pli de la montagne de Veyrier correspond probablement sur la rive O. au chaînon d'Entrevernes qui est plus au S. Le roc de Chère au bord du lac est une zone d'affaissement très manifeste. Un massif étrange, modelé par l'érosion de deux voûtes néocomiennes, est la Dent de Lanfon, reste d'un synclinal urgonien couronnant, en étroite arête, un double talus de néocomien. Les rochers et les Dents du Cruet bordent le vallon de Lindion, dont le synclinal, compliqué de plusieurs replis et failles, précède la superbe voûte néocomienne de la Tournette; l'urgonien de cette montagne morcelé en lambeaux, forme des sommets massifs, entourés de néocomien. Cette région contient en tout sept plis successifs.

Les montagnes entre le Fier et le Borne forment un second tronçon de ces mêmes plis. Les plis multiples du flanc N.-O. de la montagne de Veyrier se retrouvent au pied N.-O. du plateau de Parmélan, vaste voûte surbaissée qui n'est autre chose que la continuation du grand pli anticlinal affaissé, rompu et érodé, du col de Bluffy et du roc de Chère, au bord du lac d'Annecy. Les autres plis, un peu moins érodés, se succèdent aussi dans ce tronçon avec plus ou moins d'analogie. La voûte de la Tournette est transformée par l'érosion en une vallée anticlinale, celle de Thuy-Entremont; le flanc S.-E. de cette voûte forme l'arête urgonienne du Mont-Lachat.

A l'E. de la 3me coupure transversale, celle du Borne, jusqu'au cours de l'Arve, les sept plis précédemment étudiés subissent des changements profonds. Les plis du bord s'affaissent de plus en plus en s'entassant d'abord, puis s'éteignent, un à un, au bord de la vallée de l'Arve. A Romme, à l'extrémité N.-E. de tout ce groupe, il n'existe

plus qu'un seul pli, en voûte fermée, le 7me, qui se relie par le Bargy (Vergy), le Jalouvre, le Mont-Lachat à la Tournette.

L'arête urgonienne du 7me pli la Tournette-Mont-Lachat-Jalouvre forme comme toutes les autres chaînes un contour en arc de cercle très accusé. Il forme la bordure N.-O. du grand bassin éocène de Serraval-Reposoir, dont le bord S.-E. est formé par l'arête de la Pointe-Percée ou des Aravis, également urgonienne et néocomienne.

Un point capital du travail de M. Maillard est l'explication qu'il cherche à donner de l'apparition de massifs de terrains triasiques et liasiques au milieu des dépôts éocènes de cette région. Jusqu'alors la plupart des géologues avaient considéré les affleurements liasiques et triasiques des Almes et du Mont de Sulens comme des klippes ou bien comme des horsts. Cette dernière hypothèse avait même été adoptée précédemment par M. Maillard lui-même. Or M. Bertrand, en décrivant dans les Alpes provençales les lambeaux de recouvrement, dont il a été le premier à établir l'existence, exprima l'idée que l'origine des massifs liasiques et triasiques des Almes et du Mont de Sulens seraient peut-être à rechercher dans des phénomènes analogues. M. Maillard a essayé de construire deux profils interprétant cette hypothèse. Les massifs liasiques du bassin de Serraval-Reposoir ne seraient ainsi que des lambeaux de recouvrement détachés d'un pli couché, venu du S.-E., dans la direction de Mégève. S'il est presque inadmissible qu'un tel phénomène ait eu lieu, étant donnée la haute arête des Aravis (Pointe-Percée), la difficulté tombe d'elle-même, en admettant que le recouvrement a précédé le plissement définitif

des chaînes crétacées. L'hypothèse est hardie, mais elle s'accorde si bien avec les découvertes récentes dans le domaine de l'orotectonique, qu'elle devient vraisemblable; elle demande pourtant à être confirmée.

A l'E. de la vallée de l'Arve, entre celle-ci et la vallée du Giffre, les chaînes crétacées sont totalement différentes. Les deux chaînes du Bargy et des Aravis, jointes pour un moment à Romme, se séparent de nouveau au delà de l'Arve. La premièreforme le rocher de Cluses, la seconde le plateau de Platé et l'arête des Fiz. Il n'y a plus de répétition de plis dans cette partie; le rocher de Cluses et la Pointe de Chevrau correspondent du reste au 7me pli de la région précédente. Il est donc étrange de voir cette grande surface de crétacé et d'éocène peu repliée, coupée seulement de quelques failles, de chevauchements et présentant dans son ensemble la forme d'une vaste voûte surbaissée. Il faut signaler sur un point en dessous de ce plateau, les remarquables replis du jurassique connus sous le nom de *faucilles de Chantet.*

Sur le versant opposé de la vallée du Giffre s'élève le Criou, les Avoudruz et la Pointe-Rousse, arêtes crétacées qui se lient aux Dents Blanches et aux Dents du Midi, en Suisse. M. Maillard a examiné le point de l'arête des Avoudruz, où Alph. Favre avait constaté deux couches de gault, séparées par de l'aptien. Il croit devoir expliquer cette disposition étrange par un repli étranglé de l'aptien, ce qui paraît probable. Dans cette région, on trouve de nouveau une succession de plis qui sont pour la plupart déjetés au N.-O. Le massif du Buet offre un entassement de plis du jurassique inférieur et supérieur sur le flanc N.-O. et qui sont tout à fait analogues à ceux du Mont-Ruan.

Les massifs jurassiques des Almes et du Mont de Sulens dans la vallée éocène de Serraval-Reposoir ont aussi été l'objet d'une étude de M. HOLLANDE[1]. Ce géologue s'est surtout efforcé de recueillir des documents stratigraphiques sur ces intéressants îlots, sans perdre de vue cependant les accidents tectoniques et leur explication. L'auteur examine d'abord les contacts entre les terrains sédimentaires et les schistes cristallins dans la portion S.-O. du vallon de Mégève et près de Flumet. La superposition régulière du trias, du lias et du jurassique repliés se montre fort bien près de Giettaz au pied de l'arête des Aravis.

Il y a autour du massif liasique du Mont de Sulens plusieurs affleurements de malm. Le premier, indiqué déjà par Alph. Favre, est coupé par la route de Saint-Ferréol à Serraval. M. Hollande y a constaté cinq failles parallèles, découpant cet affleurement en bandes étroites et offrant chacune la même série de cinq assises de l'oxfordien au Berrias. Le Mont-Nambette a une disposition analogue. Ce seraient, selon M. Hollande, des plis-failles; en effet, la quadruple répétition de couches donne à cet affleurement une structure imbriquée. Mais il est étrange que cette montagne apparaisse presque entièrement entourée d'éocène.

Un second massif jurassique s'appuyant au S.-E. contre l'éocène et le crétacé et bordé au N.-O, par l'éocène se montre à l'est de Morlens. Le rocher du Bouchet et celui de Toret sont des îlots jurassiques sortant du flysch; M. Hollande y distingue les cinq assises de l'oxfordien au

[1] Hollande, Étude stratigraphique des montagnes jurassiques de Sulens et des Almes, *Bull. Soc. géol. France*, 1889, XVII, 690-718.

Berrias, mais avec d'autres directions; les couches du Bouchet sont dirigées O.-E., celles de Toret N.-S., comme au massif de Marlens. Il est à remarquer que le rocher du Bouchet est tout entouré de poudingue éocène.

De chaque côté du massif de Sulens se montrent encore deux arêtes de malm, celle du Cuchet et celle du Plan-du-Tour. Celle-ci est séparée du Mont de Sulens par de l'éocène, du poudingue tertiaire et du sénonien; mais il paraît exister des failles entre ces affleurements et le Mont de Sulens. Le Mont de Sulens lui-même affecte franchement la forme d'un synclinal, laissant affleurer sur ses deux bords du gypse et de la cargneule triasiques surmontés de marne calcaire rouge, d'infralias, de sinémurien et de liasien formant le noyau synclinal. A Planbois, il y a visiblement une voûte, tandis qu'au col de Sulens, au milieu de deux arêtes liasiques anticlinales; existe un dépôt de poudingues tertiaires. Presque au sommet du col, le sénonien redressé est en contact avec le lias et le trias.

M. Hollande a aussi étudié le massif liasique et triasique analogue des Almes ou Annes. Sa manière d'interpréter la structure de cet îlot de roches anciennes au milieu du bassin éocène du Reposoir, diffère sensiblement pour les détails tectoniques des profils donnés par M. Maillard; M. Hollande donne de nombreuses coupes stratigraphiques locales des diverses parties de cet îlot ancien formé par trois sommets, la Pointe de l'Alme ou d'Almet, le Mont Lachat et la Croix de Châtillon.

D'après les conclusions de M. Hollande, il ne faudrait pas songer à appliquer la théorie des lambeaux de recouvrement, ni au Mont de Sulens, ni au massif des Almes. M. Hollande pense que les îlots jurassiques de la vallée de Serraval au Reposoir sont dus à des plis anticlinaux rom-

pus à l'ouest en formant ainsi des plis-failles de même direction. Comme on n'a trouvé nulle part, sur aucun sommet et dans aucun pli, le moindre lambeau de néocomien, on pourrait admettre que ces massifs émergeaient déjà à l'époque du crétacé inférieur. La présence du sénonien au col de Sulens, tantôt appuyé contre le trias ou le lias, tantôt reposant sur ce dernier, sa présence sur le jurassique dénudé de la falaise des Lovetiers, sont des faits qui paraissent appuyer cette hypothèse. Le poudingue éocène à gros éléments jurassiques ou néocomiens et à cailloux étrangers à la vallée indiquerait que ces rochers jurassiques formaient des îlots ou des récifs dans la mer tertiaire.

D'après ces conclusions, ce serait l'hypothèse d'un récif ou klippe, accompagné d'affaissements sur les bords, en un mot un horst qui conviendrait le mieux pour expliquer la formation de ces montagnes. L'éperon jurassique entre St-Ferréol et Serraval et les affleurements jurassiques du voisinage s'expliqueraient en effet difficilement comme lambeaux de recouvrement. L'avenir montrera peut-être laquelle des deux interprétations est la vraie, à moins que ce ne soit ni l'une ni l'autre.

Le grand mémoire de M. RENEVIER[1], résultat de plus de 25 années d'exploration dans les hautes Alpes calcaires du canton de Vaud (chaîne de l'Oldenhorn-Dent de Morcles) met en pleine lumière la structure géologique remarquable de cette région si bouleversée. Plusieurs publications dues au même auteur ont déjà paru sur cette région,

[1] E. Renevier. Monographie géologique des Hautes-Alpes vaudoises et parties avoisinantes du Valais. *Mat. carte géol. suisse*, livr. XVI (XXII), 1890, 1 carte, 6 planches et 128 clichés dans le texte. (Voir ci-dessus page 307.)

précédées, en 1875, par la belle carte au 1 : 50000 des Hautes-Alpes vaudoises.

La stratigraphie est étudiée avec beaucoup de détails; et certes, sans la connaissance approfondie de la succession des terrains, bien des énigmes n'auraient pas pu trouver de solution ; les renversements des couches sont, dans cette partie des Alpes, presque aussi fréquents que leur position normale, sans compter les complications dues à des failles, des écrasements ou des chevauchements. En 1886, la Société géologique suisse dirigea ses excursions dans cette région. Les conclusions de M. Renevier furent vérifiées et par un témoignage unanime les excursionnistes rendirent hommage au travail consciencieux de ce géologue. Le champ d'étude quoique relativement restreint a permis à l'auteur de faire des constatations du plus haut intérêt. Les sillons d'érosion sont dans la plupart des cas dirigés transversalement à l'alignement des plis; les dépressions et les arêtes ne sont que rarement de véritables cuvettes et des chaînes de plissement. Certaines arêtes sont même couronnées par un pli synclinal témoignant de l'action énorme de l'érosion. A la région des hautes Alpes formée par le massif cristallin surmonté des plis des terrains secondaires, s'ajoute, au pied de la chaîne, la région du flysch et entre deux la région salifère de Bex-Col de Pillon.

Dans la description orographique sommaire qui précède celle des terrains, l'auteur établit les divisions suivantes :

Région du flysch. Vallée de la Grande-Eau.

Région salifère. { Chaînon de Perche — Chamossaire — Glaivaz.
Vallée de la Gryonne et col de la Croix.

Hautes Alpes calcaires.	Chaînon des Diablerets — Vents — Mont de Gryon. Vallée de l'Avançon d'Anzeindaz et col de Cheville. Chaînon d'Argentine — Savolaires — Martinets. Vallée de Nant de l'Avare et col des Essets. Chaînon de Tête Pégnat — Moeveran — Dents de Morcles. Vallée de Derbon et col de Fenestral, etc. Chaînon de Montacovoère — Haut de Cry — Grand Chavellard.
Massif cristallin métamorphique et carbonifère.	Vallée du Rhône en amont de Martigny. Chaînon de Pierre à Voir — Mont Chemin.
Partie détachée des h^tes Alpes calcaires.	Vallée de la Liserne et col de Miet. Chaînon de la Fava — Mont Gond — Six Riond. Vallée de la Morge et col du Sanetsch.

L'auteur subordonne la description détaillée de la région à celle des terrains, en parlant, à propos de chaque étage ou formation, du rôle qu'il joue dans chacun des chaînons, groupe, arête ou gisement; une foule de coupes locales, de croquis, etc., permet de saisir la structure des gisements étudiés. Nous ne pouvons suivre l'auteur dans cette analyse qui forme à peu près tout le volume, mais nous devons nous contenter de résumer la disposition tectonique de la région en général.

La zone du flysch, la plus extrême, ne forme qu'une partie accessoire de la région. C'est la zone du flysch du Niesen, avec son immense développement de grès et brèches polygéniques, interrompu seulement par quelques affleurements de terrains secondaires, dogger, lias et

gypse avec cargneule attribués au trias. Mais il est difficile de se rendre compte nettement de la nature de ces affleurements. La région dite salifère est encore plus compliquée; elle est une section de la large zone gypsifère qui suit le pied des hautes Alpes jusqu'au lac de Thoune. On y constate un enchevêtrement inextricable de zones liasiques et jurassiques très irrégulières qui se contournent au milieu d'une immense masse de gypse (anhydrite) accompagnée de fréquents affleurements de cargneule. La structure de cette région est difficile à saisir, d'autant plus qu'à l'approche de la vallée de la Grande-Eau sur le bord de la vallée du Rhône, la région salifère et celle du flysch se confondent en superposant leurs affleurements liasiques et triasiques d'une manière presque inexplicable.

La structure des hautes Alpes, séparées des Préalpes par une faille qui marque un grand affaissement de ces dernières, est plus claire, quoique cette région soit encore plus bouleversée. M. Renevier montre par de nombreux profils, construits à l'échelle de 1 : 50000 et des coupes locales, la structure de cette partie à laquelle il a consacré les plus grands soins. Le caractère général est la présence de plis déjetés et couchés du néocomien, reposant sur un synclinal de terrain tertiaire tel que le montre le profil classique des dents de Morcles où le lacet est simple; mais, plus au N.-E., les plis se multiplient dans le jurassique comme dans le néocomien. Tous les contournements attestent un mouvement ou poussée venu du S.-E. qui a déjeté et entassé les plis les uns au-dessus des autres. Dans certains cas, on croit même voir des plis de néocomien formés après détachement de leur base jurassique. Mais ces nombreux plis ont encore subi des

dislocations dans le sens vertical; plusieurs failles les coupent transversalement ou se substituent aux plis. C'est le cas particulièrement sur une certaine longueur, au contact avec le facies à Céphalopodes ou néocomien 1, qui s'avance comme un golfe dans la dépression d'Anzeindaz, bordée de hautes arêtes de plis déjetés et couchés. Aussi, au contact avec le gypse du col de Pillon, il existe fort probablement une grande faille. Le vallon d'Anzeindaz jusqu'au col de Cheville paraît correspondre à un de ces affaissements accusés par deux failles.

Nous ne pouvons donner qu'une bien faible idée de la structure remarquable de cette région; pour bien la saisir, il faut avoir sous les yeux les profils de M. Renevier dont le tracé donne presque l'illusion de la réalité. Ils font ressortir surtout très clairement la transgression des terrains sédimentaires post-carbonifères sur les schistes cristallins et sur le houiller, déjà disloqués antérieurement. Mais la grande dislocation des Alpes est post-éocène, quoique des émersions partielles aient, déjà pendant la fin de l'époque crétacique et au commencement de l'éocène, précédé le soulèvement et l'assèchement définitifs des Alpes.

En résumant les phénomènes de dénivellation qui ont accompagné l'évolution des Alpes vaudoises, M. Renevier distingue les phases suivantes :

Époque houillière-permienne. Phase continentale avec érosions; terres fermes avec végétation terrestre. Origine des premiers plissements.

Période triasique. Lagunes salées, dépôts de gypse, anhydrite et sel gemme.

Période du rhétien au lias supérieur. Affaissements progressifs. Exhaussement local dans les Préalpes (facies des C. à Mytilus); affaissement ininterrompu dans les deux régions.

Période crétacée. Phase d'exhaussement indiquée par le caractère de plus en plus littoral des sédiments du valangien au rotomagien.

Éocène inférieur. Seconde phase continentale. Lacs d'eau douce du nummulitique inférieur; érosion du crétacé.

Éocène moyen et supérieur. Seconde phase d'affaissement.

Éocène supérieur. Phase d'exhaussement à l'est pendant le dépôt du flysch.

Période miocénique. Troisième phase continentale conduisant, à travers la phase glaciaire avec oscillations dans le soulèvement, à l'époque actuelle.

Ces conclusions sont résumées dans un tableau graphique au moyen de deux courbes correspondant, l'une aux mouvements des hautes Alpes, l'autre à ceux des Préalpes. Nous reviendrons à parler de ce mémoire en traitant des terrains de cette région.

Une étude remarquable sur une partie du bassin du lac des Quatre-Cantons est due à M. Stutz [1].

L'auteur décrit d'abord la configuration de ce lac, fixe les relations de ce dernier avec les accidents orographiques des sommets voisins; il arrive à la conclusion que primitivement ce lac devait comprendre aussi ceux de Lowerz et de Zoug et même celui de Sarnen, actuellement environ 100^{m} plus haut. Le mémoire de M. Stutz porte cependant spécialement sur la stratigraphie et la tectonique locale des affleurements triasiques et jurassiques qui apparaissent dans des positions bizarres au milieu d'une synclinale de crétacé et d'éocène; celle-ci en apparence très irrégulière est bordée au N.-O. par l'arête urgonienne de Sigrisvyl — Schrattenfluh — Bürgenstock et au sud par celle de Brienzengrat — Grafmatt — Schwal-

[1] U. Stutz das Keuperbecken am Vierwaldstätter See. *N. Jahrb. f. Min. et Géol.* 1890, II, 90-140.

mis. Un petit pli forme au milieu de ce bassin la crête de Mutterschwand-Rotzberg. On trouvera des détails sur l'orographie générale de cette région dans les divers ouvrages de Kaufmann[1] dont nous avons rendu compte (*Revue* pour 1886).

M. Stutz établit la thèse que presque tous ces affleurements ou massifs anciens qui apparaissent surtout sur le bord S.-E. de ce bassin crétacé et éocène, ont comme soubassement du gypse et de la cargneule; c'est ainsi qu'il découvre une ceinture presque complète de gypse autour des blocs calcaires du Giswylerstock, à l'extrémité S.-O. du bassin; les trois massifs du Stanzerhorn, du Buochserhorn et de Clevenalp, avec le petit lambeau d'Arvigrat, reposent aussi sur une base de gypse et doivent avoir formé autrefois un tout, séparé en deux masses distinctes (Stanzerhorn et Buochserhorn) par la vallée d'Engelberg.

Plus étrange encore est la situation des Mythen, blocs de calcaire jurassique surgissant, sur un soubassement triasique, au beau milieu d'un bassin éocène, prolongement de celui de Sarnen, au nord-est du lac des Quatre-Cantons.

L'auteur démontre la présence du rhétien au-dessus des dolomies, cargneules et marnes qui surmontent le gypse. Le rhétien, composé de calcaires et de marnes avec *Avicula contorta, Cardita austriaca,* etc., est le mieux visible au Buochserhorn, etc. Au rhétien se superpose, en ordre normal, le lias inférieur avec nombreux fossiles aux Mythen, au Buochserhorn, Stanzerhorn, Enzimatt, Giswylerstock, etc. Le lias supérieur se montre aussi sur la

[1] Mat. carte géol. suisse, liv. XIV et XXIV.

plupart de ces points, suivi du dogger et du malm avec une riche faune de mollusques et surtout de coraux (Mythen et Buochserhorn). Le jurassique supérieur est le terrain le plus élevé de ces massifs.

Ces trois groupes de massifs calcaires ont un facies absolument différent de celui de leur entourage et leur structure est indépendante de celle des chaînes voisines. Chacun de ces groupes est formé de blocs ou massifs qui paraissent s'être déplacés sur leur base de gypse, de manière à créer quelquefois des renversements complets; chaque massif semble s'être bouleversé à sa manière, indépendemment de ses voisins; le seul caractère commun, c'est leur disposition suivant la direction générale des chaînes et le facies des terrains qui est le même chez tous. L'auteur montre comment le groupe des Mythen est formé de cinq massifs (Schollen), dont trois sont renversés. Le Stanzerhorn surgit au milieu d'un synclinal de crétacé, de même que le groupe des trois massifs du Buochserhorn, de Chleven et de Murenalp. Enfin le groupe le plus éloigné à l'ouest, celui des Giswylerstöcke, en offre quatre, disposés absolument comme des blocs de glace dénivelés; dans chaque massif on trouve la série complète du trias au malm. Déjà M. Kaufmann y a cité des gisements du dogger. Les études de M. Stutz complètent ces données et tendent à expliquer l'énigme qui a paru insoluble à M. Kaufmann. M. Stutz est décidément partisan de la théorie des horsts; il considère ces massifs comme des masses restées en place, alors que les terrains tout autour se sont affaissés. Dans tous les cas, la situation de ces affleurements est si semblable à celle des Almes et du Mont de Sulens que la solution du problème sera probablement la même pour ces deux régions.

M. PENCK a annoncé qu'à la suite des excursions des membres de la Société géologique allemande dans la région du double pli glaronnais, les plus incrédules ont pu se convaincre de la justesse de la théorie du double pli telle qu'elle est donnée dans les travaux de M. Heim; quoique prédisposé contre cette hypothèse et n'ayant rien trouvé de semblable dans les Alpes orientales, M. Penck se déclare parfaitement d'accord avec les conclusions du professeur de Zurich [1].

Une étude sur les relations entre les schistes cristallins et les terrains sédimentaires des Alpes, est due à M. BONNEY [2], ce travail s'applique spécialement à la région entre la vallée d'Andermatt et le Val Piora jusqu'au col du Lukmanier. L'auteur énumère les roches d'aspect sédimentaire de cette région et explique leurs gisements par des profils. Nous ne pouvons résumer ici le long travail de M. Bonney qui augmente d'une façon notable nos connaissances sur ces formations sédimentaires métamorphosées comprises entre les massifs cristallins; l'auteur est arrivé à des conclusions un peu différentes de celles qui ont eu cours jusqu'à présent parmi les géologues suisses. Il met en doute l'âge jurassique de certains bancs calcaires de la vallée d'Urseren et conteste, entre autres, la nature organique des éponges, coraux, polypiers, etc., que Stapff avait cru reconnaître dans un calcaire cristallin à 2600 m. de l'entrée N. du tunnel; il les qualifie de figures pseudo-organiques, d'origine minérale. M. Bonney voit dans les

[1] C. R. Soc. helv. sc. nat. Davos 1890. *Arch. sc. phys. et nat.* XXIV. *Eclogæ geol. helv.* II, 172.

[2] T. G. Bonney, On the cristalline schists and their relation to the mesozoic rocks in the Lepontine Alps, *Quarterly Journal of geol. Soc. London*, XLVI, No. 182, mai 1890, 187-240.

alternances de roches quartzitiques et schisteuses d'une partie du Val Piora une analogie avec la série des terrains carbonifères. Ces terrains ont subi une transformation très apparente, la texture clastique est oblitérée et de nombreux minéraux nouveaux ont été formés. Mais il ne peut concevoir quel rôle peut avoir joué la pression dans la formation des grenats qui paraissent s'être développés avec la même facilité dans toutes les directions dans la roche qui les contient ; les changements de forme leur ont été imprimés plus tard.

L'étude de la cargneule forme un chapitre important de ce mémoire. L'auteur ne comprend pas comment cette roche a pu passer pour un terrain triasique, alors qu'elle se montre bien plus souvent à la surface des terrains schisteux considérés comme jurassiques et que d'autre part, elle contient des fragments de ces derniers terrains. Il considère la cargneule comme une roche de date relativement récente, tout en rappelant qu'il ne faut pas prendre pour telle, des éboulis de débris de schiste et de cargneule consolidés plus tard; plusieurs profils locaux démontrent cette manière de voir. Cependant à l'inverse des interprétations des géologues suisses, M. Bonney admet souvent l'existence de failles là où peut-être il y aurait lieu de voir des plis-failles, des écrasements, etc. C'est par des failles que M. Bonney essaie de démontrer que les deux bandes de cargneule bordant les schistes du Val-Canaria sont plus récentes que ces derniers. La forme en cuvette de ces terrains serait ainsi une illusion. L'auteur étudie ensuite, en particulier, les schistes à fossiles du col du Lukmanier, du Nufenen. Il indique la position des couches fossilifères dans la grande épaisseur de schistes tachés sur le flanc O. du Scopi, au moyen d'un profil, dans lequel il admet aussi plusieurs failles.

En concluant M. Bonney ne peut admettre l'identité du marbre d'Urseren avec le jurassique, ni celle de la roche tachée du Lukmanier et du Nufenen avec les schistes à grenats noirs, cette classification amenant à considérer la cargneule comme plus ancienne que le groupe des schistes supérieurs extrêmement cristallins, dont elle renferme cependant partout des fragments.

Dans la dernière partie, l'auteur traite de la composition pétrographique et microscopique de certaines roches du Val Piora, en comparant ses résultats avec ceux que M. Grubenmann a tirés de ses études sur les roches du synclinal d'Airolo. Il termine son travail par l'exposé d'une discussion dans laquelle il se montre opposé aux vues de M. Heim et réplique aux critiques que ce dernier avait exprimées contre sa manière de voir.

ALPES. *Versant sud.* — La Société géologique suisse a fait en 1889 des excursions dans les Alpes tessinoises sud aux environs de Lugano ; M. C. SCHMIDT [1] a publié à cette occasion un programme des excursions, plus un compte rendu des observations, faites par lui, avant et pendant les excursions de la Société. L'auteur rappelle au début l'extinction graduelle des Alpes calcaires, à partir des Alpes bergamasques vers l'ouest, au delà du Lago Maggiore où les masses cristallines des Alpes forment la bordure de la plaine du Pô. Il caractérise ensuite les terrains des environs de Lugano. Les roches cristallines formées de schistes cristallins, sont recouvertes en discordance

[1] C. Schmidt. Allgemeine Darstellung der geolog. Verhältnisse der Umgegend v. Lugano. *Eclogæ. geol. helv.* 1890, II, 5-49, 1 pl. Bericht über die Excursionen etc. *Eclogæ geol. helv.*, 1890, II, 74-82.

par les terrains sédimentaires. Dans la chaîne du Lac qui renferme le Monte Cenere, les schistes cristallins sont séparés de la masse cristalline des Alpes tessinoises par un synclinal, contenant des schistes plus récents, schistes amphiboliques et schistes verts. Le carbonifère, représenté par les poudingues de Manno ressemble au poudingue de Valorcine, des bancs plus gréseux ont fourni des troncs de Calamites, Sigillaires, etc., caractérisant le carbonifère moyen. Ce carbonifère est concordant avec les schistes cristallins et recouvert en discordance par le trias, prouvant une dislocation post-carbonifère. Des masses porphyriques, de diverses variétés, reposent sur les schistes cristallins disloqués, sans que le carbonifère en contienne des débris; ces porphyres sont donc post-carbonifères et antérieurs au grès bigarré qui en renferme des galets, et qui est sans doute d'âge permien.

Le trias offre des assises de conglomérats, grès, dolomies, etc., en discordance avec le carbonifère recouverts par le rhétien. Plusieurs beaux profils naturels, comme par exemple les Gorges de Bene et de Margarobbia, offrent la série complète du trias et des étages supérieurs. Ceux-ci appartiennent au lias avec divers facies surtout dans le lias inférieur; le lias supérieur, calcaire ammonitico-rosso, est suivi d'un dogger douteux et d'un calcaire schisteux à *Aptychus* représentant le malm.

Le crétacé est très développé dans la Brianza ainsi que l'éocène (calcaire nummulitique et conglomérats) et le miocène formé de sables et poudingues. Tous ces terrains sont très disloqués et recouverts en partie par le pliocène et le diluvien.

La structure de la région montre que la dislocation des roches cristallines est antérieure au trias mais posté-

rieure au carbonifère. La dislocation des terrains sédimentaires est infiniment moins intense que sur le versant nord des Alpes. Trois profils rendent compte des particularités de la disposition des sédiments et de celle des porphyres qui traversent, au sud du San Salvatore, les schistes cristallins et les porphyrites.

JURA. — Les chaînons détachés du Jura le Salève et sa continuation, le Mont d'Allonzier, la Montagne de la Balme, appartiennent à une ligne orographique allant d'Étrembières à Lovagny près d'Annecy, où le cours du Fier entame encore cette voûte. M. MAILLARD[1] donne plusieurs profils du Mont d'Allonzier et de la Montagne de la Balme qui sont, comme le Salève, des voûtes déjetées au nord-ouest et coupées sur ce versant, par un pli-faille. A propos du Salève, M. Maillard a constaté le grès sidérolithique en grande épaisseur sur le versant nord, où il n'avait pas encore été observé. On sait que c'est sur ce même versant (près Veyrier) que ce géologue à découvert le purbeckien fossilifère dans des bancs déjetés. M. Maillard nous promet du reste une étude plus détaillée sur le Salève. Le Mont d'Allonzier qui en est la continuation sud-ouest, n'est pas placé sur le prolongement même de l'axe anticlinal du Salève. Celui-ci se trouve environ 2 kilomètres plus au nord-ouest, quoique les deux montagnes soient reliées par la nappe urgonienne sur leur versant sud-est. Le Mont d'Allonzier et le Crêt de la Dame au sud sont séparés par une faille longitudinale. La mollasse est en discordance avec l'urgonien au pied nord-est du Crêt de la Dame.

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

On sait de quel prix serait pour la Suisse la découverte du terrain houiller exploitable. M. Koby[1] rappelle à propos du projet de sondage annoncé par une Société zuricoise, combien l'emplacement choisi près de Cornol, sur les confins de la chaîne du Mont-Terrible, serait défavorable à cause du chevauchement qu'a subi la série triasique par-dessus la série renversée du jurassique. Il réimprime à cette occasion une note de Thurmann avec un profil qui furent publiés en 1857 à la suite d'un forage fait dans les années 1828-1830 pour la recherche du sel gemme près de Cornol. Ce forage fut poussé à 1100 pieds, et, après avoir traversé le keuper et le conchylien, le puits rentra subitement dans le bathonien et se termina dans les couches oxfordiennes fossilifères, où il fut arrêté. Le profil construit par Thurmann d'après ces données montre clairement qu'à son pied N., la chaîne du Mont-Terrible offre une faille chevauchée; le flanc normal de la voûte initiale a été poussé par-dessus les couches du flanc moyen renversé, en sorte que le trias paraît superposé au jurassique en série renversée. Cette situation est extrêmement défavorable à un sondage pour la recherche de la houille. M. Koby cite d'autres points qui sont dans le même cas et conclut que pour se trouver dans des conditions meilleures, il faut absolument s'éloigner de la zone de recouvrement du Mont-Terrible dont la situation séduisante à première vue, ne pourrait conduire qu'à une déception complète. C'est dans les couches horizontales ou peu bouleversées et surtout non chevauchées qu'il faudrait tenter un forage, mais ce serait toujours à une profondeur de 700-1000 mètres seule-

[1] A. Koby, Peut-on trouver de la houille à Cornol? *Actes Soc. d'Émulation du Jura,* 1889, II, p. 240-252, 1 pl.

ment qu'il y aurait de la chance de trouver la houille, si elle y existe. Il indique la localité de Pont d'Ables au N. de Porrentruy, comme offrant de bonnes conditions. Au S. de la chaîne disloquée du Mont-Terrible, ce serait à Choindez où affleure le keuper supérieur qu'un sondage pourrait atteindre le houiller entre 700-800 m.

M. L'ABBÉ BOURGEAT[1] qui s'occupe du coloriage géologique de la Feuille de Saint-Claude de la carte de France, a communiqué à la Société géologique de France une série d'observations nouvelles, concernant les terrains de la région qu'il étudie. Il annonce un travail plus étendu sur ce sujet; nous en rendrons compte lorsqu'il aura paru.

[1] L'abbé Bourgeat, Observations sur les formations géologiques dans le Jura méridional, *Bull. Soc. géol. France*, 1889, XVII, 718-721.

DEUXIEME PARTIE

MINÉRAUX ET ROCHES

MINÉRAUX. — M. le Dr C. SCHMIDT[1] annonce la découverte d'un nouveau minéral, trouvé dans des géodes d'un bloc de dolomie micacée au Steinbruchgraben près Viège. C'est un sulfate de strontiane qui diffère sensiblement de la célestine par ses propriétés optiques et offre certains caractères de l'anhydrite. M. Schmidt croit devoir considérer ce minéral comme une nouvelle espèce qu'il dédie à M. de Fellenberg, en le nommant *Fellenbergite*. Le même bloc de dolomie contenait encore : calcite et dolomie en rhomboèdres, adular, albite, spath fluor, blende, galène, anatase, etc.

M. E. DE FELLENBERG[2] s'occupe encore une fois des

[1] Dr C. Schmidt. Ueber einen Mineralfund aus dem Oberwallis. *Mitth. d. naturf. Gesellsch. Bern.*, 1889, IX, p. v.

[2] Ed. v. Fellenberg. Ueber ein neues Nephritoid aus dem Bergell (Graubünden). *Mitth. naturf. Gesellsch. Bern*, 1889, 219-222.

recherches qui ont conduit à la découverte du gisement de la soi-disant jadéite au Piz Longhin (Grisons) (*Revue géol.* pour 1888 et 1889) et il conclut que lors même que le minéral en question est réellement de l'idocrase (vésuvian), sa ressemblance avec certaines variétés de jadéite ou de néphrite, permet cependant de le comprendre dans la désignation de *néphritoïde* dans le sens archéologique du mot. Taillée en haches, coins ou pointes de flèches, l'idocrase du Piz Longhin serait prise, à première vue, par tout géologue ou archéologue, pour une des espèces connues de néphritoïde.

En rappellant la supposition de M. de Fellenberg que la roche en question pourrait bien aussi se rencontrer dans le domaine du glacier du Rhône, M. le Dr SCHMIDT[1] cite la découverte dans le voisinage du lac de Mattmark, dans la vallée de Saas (Valais)*, d'une roche qui ne diffère en rien de certaines variétés de l'idocrase du Piz Longhin. Les analyses chimiques et microscopiques et la densité concordent parfaitement. On pourrait supposer d'après cela que bon nombre des jadéites préhistoriques seraient réellement de l'idocrase. Mais les études, faites à ce sujet, ont démontré, au contraire que les objets en jadéite provenant du lac de Bienne en particulier, étaient bien de la vraie jadéite.

En 1719, on découvrit au Zirkenstock, près du col du Grimsel, une caverne à cristaux de quartz d'une beauté extraordinaire. M. WÆBER[2] a recueilli les rares documents concernant cette découverte qui est unique, puis-

[1] C. Schmidt. Ueber ein zweites Vorkommen von dichtem Vesuvian in den Schweizeralpen. *Eclogae geol. helv.*, 1890, II, 83-86.

[2] A. Wäber. Der Krystallfund am Zirkenstock. *Jahrb. S. A. C.*, XXV, 1889-1890, 380-411.

* La Vésuviane a été citée à Zermatt (Kenngott). H. SCH.

que, au dire des écrivains de l'époque, on a extrait de cette caverne plus de 3,000 quintaux de cristaux; lors même qu'il faudrait beaucoup rabattre de ce chiffre, cette grotte a été certainement la plus riche de nos Alpes.

M. DE FELLENBERG[1] a relaté les difficultés qu'a rencontrées M. le professeur Abbe dans ses recherches pour découvrir, dans l'Oberland bernois, des gisements de spath fluor incolore, propre à être utilisé dans la fabrication d'objectifs de microscopes d'une qualité spéciale. Le spath fluor incolore est un minéral rare en lui-même, mais il est surtout très rare de le rencontrer en grande quantité au même endroit. Dès le siècle dernier, on connaissait un gisement de spath fluor vert en cristaux superbes; ce minéral était renfermé dans de l'argile remplissant des crevasses dans le calcaire jurassique près d'une alpe nommée Im Run, à l'ouest des Giessbachgüter. Mais c'est en 1830 que fut découverte une localité peut-être unique en son genre, dans les rochers calcaires dominant Oltschialpe au sud de Brienzwyler. Les rochers de l'Oltschikopf offrent des crevasses ou anciennes cheminées d'érosion, comblées par des matières argileuses, dans lesquelles se trouvent les cristaux de spath fluor, soit gris, soit vert transparent, soit absolument incolore. La fissure découverte en 1830 renfermait des cristaux de plus de 2 quintaux; on en tira plus de 200 quintaux.

Les recherches entreprises dès 1886 sous l'initiative de M. Abbe conduisirent à la découverte d'autres cheminées qui fournirent des cristaux aussi beaux, sinon

[1] Edm. v. Fellenberg. Ueber den Flussspath von Oltschen-Alp und dessen technische Verwerthung. *Mitth. naturf. Gesellsch. Bern.*, 1889, 202-219.

plus beaux, que ceux trouvés précédemment; le spath fluor y est coloré ou incolore, en cristaux tantôt isolés, tantôt enchevêtrés; quelques-uns ont des arêtes de plus de 30 centimètres. En 1889, on procéda à une exploitation en règle, sous la direction d'un ingénieur des mines, soit dans les cheminées découvertes en 1887, soit dans d'autres découvertes depuis lors. Le spath fluor est accompagné de cristaux vraiment énormes de spath calcaire, transparent comme le spath d'Islande.

Il est difficile de se rendre compte du mode de formation de ces minéraux, qui se trouvent noyés dans une masse argileuse ou adhérents contre les parois de ces cheminées d'érosion; des débris calcaires provenant des parois, sont parfois cimentés par le spath fluor ou la calcite.

M. le professeur E. RENEVIER[1] a fait l'étude de petits disques translucides qui remplissent une certaine couche de marne néocomienne dans le lit de la Veveyse de Châtel. Il les croyait d'abord d'origine organique, mais ni le microscope, ni l'analyse chimique ne donnèrent des preuves de cette supposition. Ces corps aplatis, ayant souvent un petit mamelon pyriteux dans leur centre, sont du gypse pur quoique la gangue argileuse contienne un peu de matières azotées.

Les minéraux des Alpes vaudoises sont, d'après M. RENEVIER[2], les suivants :

Dans le *métamorphique*. Quartz cristallisé, feldspath, grenats, saussurite, actinote, stéatite, biotite, muscovite, calcite, malachite, sidérite, oligiste, galène.

[1] E. Renevier. *C. R. Soc. vaud. Sc. nat.*, 19, II, 1890. *Arch. sc. phys. et nat.*, 1890, XXIII, 347.

[2] E. Renevier. Hautes Alpes vaudoises, *loc. cit.*, 515-534.

Trias. Gypse, anhydrite, célestine, halite (sel gemme), calcite, aragonite, dolomie cristallisée, magnésie, quartz, graphite, soufre, pyrite, blende, galène.

Calcaires d'âge divers. Calcite, quartz, barytine, oligiste, magnétite.

Flysch. Quartz crist., calcite, aragonite, sidérite, pyrite.

Les matières minérales exploitées ou exploitables de cette région sont : le sel dans la région de Bex, l'anthracite dans le carbonifère (un cas dans l'éocène); fer (chamosite, sidérolithique, minerai rouge du dogger); plomb (galène); ardoises liasiques, jurassiques et du flysch; marbre blanc (trias), marbre noir (lias), gypse à plâtre.

L'ancienne mine d'or au Calanda a été le sujet d'une étude historique et statistique de M. E. Bosshard[1]. L'auteur donne en outre des indications sur les procédés d'extraction et d'isolement de l'or qui est contenu dans des filons quartzeux traversant des schistes liasiques. Le métal précieux se trouve en cristaux octaédriques, visibles à l'œil ou en fines poussières.

La mine de fer du Gonzen, dans le pays de Sargans, a été décrite au même point de vue par M. Bæchthold[2].

Roches. — M. Græff[3] a étudié les rochers porphyriques de la partie nord-est du massif du Mont-Blanc, du Mont-Catogne au col du Grapillon. Ce sont de vrais porphyres quartzeux (quartz-porphyres) qui tranchent nettement de la protogine. Les filons porphyriques font l'impression de poussées postérieures d'un magma granitique à solidification porphyrique, ce qui assignerait à la protogine une origine nettement éruptive.

[1] E. Bosshard. Das Bergwerk zur Goldenen Sonne am Calanda. *Jahrb. S. A. C.*, XXV, 1889-1890, 141-377.

[2] Bächthold. Der Staatswald und das Bergwerk am Gonzen. *Jahrb. S. A. C.*, XXV, 1889-1890, 358-379.

[3] Gräff. *C. R. Soc. helv. sc. nat.* Davos 1890. *Arch. sc. phys. et nat.*, 1890, XXIV. *Eclogæ geol. helv.*, II, 181.

Les porphyres des environs de Lugano ont été étudiés par le Dr C. Schmidt[1] et visités par les membres de la Société géologique suisse. Ce sont des roches de couleur et de structure variées. Il y a deux divisions à établir : le porphyre rouge et le porphyre noir. Le premier traverse le second en forme de filons et renferme 15 % de SiO^2 de plus que celui-ci. Ils représentent deux types de structure différente, les porphyres quartzifères et les porphyrites. Ces derniers, ou porphyres noirs, sont plus anciens, leurs épanchements recouvrent en forme de nappe la surface érodée des schistes cristallins. Les filons de porphyre quartzifère rouge traversent les schistes cristallins et les porphyrites et forment également des nappes à la surface de celles-ci. La région qui offre le plus beau développement des porphyrites est celle qui environne les branches sud du lac de Lugano; plus à l'ouest, dans la contrée de Valgana, les porphyrites sont recouvertes presque partout par le porphyre rouge.

Les porphyrites sont gris-verdâtre, gris-bleu et noires; décomposées, elles sont rouge brun. Oligoclase à texture zonaire; amphibole décomposé verdâtre, biotite plus rare; le quartz n'est qu'accidentel. La masse se compose quelquefois d'un magna microcristallin de feldspath et quartz; on y trouve aussi des cristaux microlithiques d'oligoclase à disposition fluidale et des amas de magnétite qui sont logés dans une masse vitrée.

Dans les porphyres quartzifères, il faut distinguer le facies des filons et le facies de couverture. La roche du premier facies est rouge-brique; elle contient des lames de feldspath et des grains arrondis de quartz. La masse

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

microcristalline contient un grand nombre de pseudo-sphérolithes qui entourent les grains plus gros. Il y a des filons de plus de 20 mètres d'épaisseur au milieu des schistes cristallins (route de Melide-Morcote) dans lesquels on peut suivre les modifications de la roche, des salbandes au centre. Le porphyre du second facies s'étend en nappe de couverture sur 15 kilom. de longueur et sur 5 kilom. de largeur, allant de Carona, au sud du Salvatore, jusque sous les massifs calcaires du Campo dei Fiori et du Sasso della Corna. Les failles et l'érosion ont détaché plusieurs lambeaux assez étendus de la masse principale.

Le porphyre rouge avait autrefois une extension plus grande, ainsi que l'attestent de petits lambeaux à d'assez grandes distances. Il pénètre souvent entre les sédiments triasiques et les schistes cristallins. Il y a près de Melano un affleurement de porphyre rouge très intéressant. C'est une masse peu étendue qui n'est pas en relation avec les porphyres de la rive droite; elle est recouverte en discordance par le rhétien. Quelques variétés dans la partie centrale de la grande nappe sont de vrais *granits* à texture granophyrique ou de granit graphique.

Dans certaines variétés, la structure du magma devient plus homogène, les inclusions plus nettes; ce sont ces types qui ont été nommés porphyres bruns; ils ont une texture fluidale-felsitique avec de nombreux sphérolithes. Les vitrophyres noirs (Pechstein) de Grantola à pâte vitreuse rentrent dans cette catégorie. Le porphyre rouge recouvre sur quelques points une couche de tuf porphyrique, pouvant atteindre 100 mètres.

MM. DUPARC et PICCINELLI [1] ont étudié les serpentines

[1] Duparc et Piccinelli. *C. R. Soc. phys. et hist. nat. Genève*, 6, III, 1890. *Archives*, 1890. XXIII, 351, XXIV, 260-265.

du Geisspfad dans le haut de la vallée de Binn (Valais). Ce gisement, déjà indiqué par Gerlach, Studer, etc., est très étendu. La serpentine est altérée à la surface et paraît rougeâtre; mais le milieu de la masse est plus compact, surtout près du petit lac du Geisspfad. La composition offre 40 °/₀ de silice; oxydes de fer et d'alumine 13-15 °/₀; magnésie 32-34 °/₀, eau 10-12 °/₀. Les auteurs donnent une série de six analyses quantitatives faites sur les échantillons les plus typiques.

Charbon fossile. — Dans une étude sur les gisements carbonifères du Piémont, M. Sacco[1] relève le fait que des combustibles minéraux se trouvent dans un grand nombre de niveaux divers, surtout dans le tertiaire, mais qu'aucun n'offre, dans la région étudiée, une richesse assez grande pour permettre de les exploiter avec succès. On jugera d'après le tableau suivant du grand nombre de niveaux à combustibles dans la série établie par M. Sacco.

Néozoïque . . .	*Terracien.*	Tourbe abondante.
	Saharien.	Lignite et tourbe, traces.
Cénozoïque . . .	*Villafranchien.*	» abondant.
	Fossanien.	» pas rare.
	Astien.	» traces.
	Plaisancien.	» pas rare.
	Messinien.	» traces.
	Tortonien.	» traces.
	Helvétien.	Lignite, nombreuses traces.
	Langhien.	» traces.
	Aquitanien.	» nombreuses traces.
	Stampien.	» traces.
	Tongrien.	» abondant.
	Sextien.	» pas rare.
	Bartonien.	» traces.
	Parisien.	» traces.

[1] Fréd. Sacco. Sur la position stratigraphique des charbons fossiles du Piémont. *Bull. Soc. géol. France*, 1890, XVIII, 235-244.

PALÉOZOÏQUE . .	*Carbonifère.*	Anthracite abondant.
PRÉPALÉOZOÏQUE.	*Huronien.*	Graphite.
	Laurentien.	

LITHOGÉNÈSE. — M. FRUEH [1] a entrepris une étude sur un sujet assez nouveau : les algues lithogènes de la Suisse. Les algues calcaires sont extrêmement fréquentes et forment des concrétions et des récifs souvent assez étendus, qui ont généralement la forme de rognons.

Les Melobesiacées des Alpes suisses sont représentées par le *Lithothamnium nummuliticum* Gümb. L'existence du genre *Lithophyllum* est probable. La structure cellulaire permet tout au plus de distinguer les genres. Mais on peut reconnaître au microscope la forme du thalle, les organes reproducteurs, etc. L'auteur ajoute quelques remarques sur d'autres genres et espèces qu'il croit avoir observés. Il expose enfin ses observations sur l'extension géographique des calcaires à Lithothamnies et de leur faune et arrive à la conclusion que les algues calcaires éocènes se trouvent sur tout le bord nord des Alpes, de Neubeuren, près Rosenhaim sur l'Inn, jusqu'en Savoie. Le calcaire coquillier de l'helvétien n'a pas fourni jusqu'à présent de traces d'algues calcaires.

Quant à l'origine du calcaire à Lithothamnies, M. Früh constate que la fossilisation a non seulement détruit la substance organique, mais l'a remplacée par du carbonate de chaux, ce que l'analyse chimique a permis de reconnaître. Les Lithothamnies récentes contiennent : Ca CO_3 87,2 °/₀, substance organique et eau 2,57; le calcaire à Lithothamnies contient : Ca CO_3 97,94 °/₀, substance organique et eau 0,28. La structure organique peut

[1] F. Früh. Zur Kenntniss gesteinsbildender Algen der Schweizer Alpen. *Mém. Soc. pal. suisse,* XVII, 32 p., 1 pl.

même s'effacer complètement, en sorte que les rognons à Lithothamnies deviennent méconnaissables. Remarquable est la présence constante de petits cristaux et disques de quartz et des traces d'Orbitoïdes.

M. STEINMANN[1] a recherché la nature particulière des rognons siliceux qui se rencontrent dans un si grand nombre de terrains sédimentaires. Ces rognons de silex, dans la formation desquels les sources siliceuses ou des précipitations hydrochimiques, etc., n'ont eu aucune part, sont le produit d'organismes et se divisent en silex à Spongiaires et silex à Radiolaires. Les premiers renferment souvent des squelettes encore complets d'éponges et des fossiles plus grands, tandis que ce caractère fait absolument défaut aux seconds; ceux-ci se trouvent dans des sédiments très homogènes, à grain fin et dans lesquels les mêmes Radiolaires se rencontrent à profusion. On peut conclure en général que les silex à Spongiaires formés par des Monactinellides, Lithistides et Tetractinellides indiquent une faible profondeur, ceux à Hexactinellides appartiennent aux profondeurs moyennes. Les roches et silex à Radiolaires ne peuvent être comparés qu'aux limons à Radiolaires des grandes profondeurs qui n'ont été rencontrés jusqu'à ce jour que dans les abîmes des océans. Mais il se pourrait qu'on en trouve aussi à des profondeurs plus faibles.

M. le prof. JACCARD[2] a réuni tous les documents histo-

[1] C. Steinmann. Ueber die Natur der Hornsteine der mesozoischen Schichten der lombardischen Alpen. *Eclogæ geol. helv.*, 1890, II, 69-73.

[2] A. Jaccard. Études géologiques sur l'asphalte et le bitume au Val de Travers, dans le Jura et la Haute-Savoie. *Bull. Soc. sc. nat. Neuchâtel*, 1890, t. XVII, 108 p., 4 pl.

A. Jaccard. L'origine de l'asphalte, du bitume et du pétrole. Ré-

riques et scientifiques sur les gisements asphaltifères du Jura et de la Haute-Savoie. Ce travail débute par une étude sur le mode de formation de l'asphalte, du pétrole et des bitumes en général. L'auteur soutient, en se prévalant des recherches faites dans d'autres régions, que les bitumes et le pétrole sont des matières d'origine organique, au même titre que les restes d'animaux et la houille et qu'ils ne diffèrent des fossiles proprement dits que par la disparition de leur structure organique. Il pense que les hydrocarbures naturels désignés spécialement sous le nom de pétrole ou naphte, y compris les hydrocarbures gazeux, proviennent de la décomposition de végétaux aquatiques, etc., tandis que les bitumes semi-liquides et solides, les asphaltes, tous plus ou moins riches en combinaisons azotées, seraient plutôt dérivés de débris charnus des animaux.

L'auteur décrit avec soin les gisements de bitume du Val de Travers; il donne toute l'histoire et le développement croissant de l'exploitation. Il rappelle les recherches faites pour s'assurer de l'étendue des gisements et décrit ceux-ci en détail, ainsi que la structure du Val de Travers. Sept profils à l'échelle de 1/25000me et une petite carte à la même échelle figurent la structure de la partie du Val de Travers entre Couvet et Travers. Six profils à plus grande échelle passent à travers les gissements asphaltifères proprement dits. L'asphalte du Val de Travers est limité exclusivement à la partie supérieure de l'urgonien sur 8^{m} d'épaisseur; une zone plus étroite se montre encore dans les grès aptiens. Dans les deux horizons, les débris de coquilles abondent.

sumé du mémoire précédent. *Archives sc. phys. et nat.*, 1890. XXIII et XXIV, 67 p., 1 pl. *Eclogæ geol. helv.*, 1890, II.

La richesse de la roche en asphalte et l'étude de ses caractères particuliers conduisent à des conclusions très nettes sur l'origine organique et animale de l'asphalte urgonien et aptien; il n'y a aucun motif d'admettre une provenance lointaine, ni une origine éruptive. L'asphalte qui imprègne les calcaires crayeux et poreux de l'urgonien supérieur a été formé sur place, comme le prouve l'innombrable quantité de coquilles de mollusques qui remplissent le calcaire. Il n'existe pas dans le voisinage de gîte de combustibles minéraux qui aurait pu engendrer ce minéral.

L'étude des autres gisements confirme ces conclusions. Le bitume existe encore dans les mêmes conditions à Saint-Aubin, à Auvernier et à Bevaix sur le lac de Neuchâtel. Près de Divonne au pied nord-est du Mont-Mussy, puis à Musiège et Frangy au Pont des Donattes et près de Lovagny, Bourbonge et Chavaroche dans le voisinage d'Annecy. Dans ces dernières localités l'urgonien asphaltifère forme plusieurs bancs séparés par de la roche non imprégnée. A Pyrimont, Volant et Challonges, près Seyssel, il y a plusieurs lentilles de calcaire asphaltifère, superposées ou emboîtées les unes dans les autres. Dans la vallée de la Valserine, le même calcaire se montre à Forrens, où il est exploité en souterrain et on le signale également à Lélex. Sur quelques points, le bitume, au lieu d'imprégner la roche, remplit des fissures et des poches. C'est le cas pour un gisement dans l'urgonien supérieur du Mormont près Éclépens et surtout dans les nombreuses carrières de Sergy, Villeneuve, Thoiry, Allemogne, le long du pied du Jura au sud de Gex et près de Bellegarde. Au Mont de Chamblon on trouve du bitume dans le calcaire hauterivien supérieur remplis-

sant des fissures souvent tapissées de spath calcaire. M. Jaccard voit, même dans ce mode d'apparition du bitume, une formation intrinsèque de la roche qui le contient et non le produit d'une infiltration venue de loin, soit de la profondeur, soit de la surface. C'est avec les mêmes allures que le bitume visqueux se montre aux Époisats à Vallorbes, où il a pénétré postérieurement dans une fissure remplie de débris de calcaire bathonien.

Les gisements d'asphalte tertiaire appartiennent à la formation mollassique. Ils ne sont pas bien riches; l'asphalte liquide, sorte de naphte, imprègne des grès sableux et s'écoule de la roche par la chaleur du soleil. On en trouve à Chavornay près Orbe, à Dardagny près Genève, à Bôge (Mantière) et à Volant (Pyrimont) où cette mollasse surmonte l'urgonien également asphaltifère. M. Jaccard rappelle les observations faites par M. Daubrée dans les mines de Lobsann, à Pechelborn, en Alsace dont les grès bitumineux rappellent les mollasses asphaltifères de Dardagny et d'Orbe.

En se basant sur un grand nombre de faits, tirés en partie de l'observation des phénomènes actuels et sur des expériences de laboratoire, M. Jaccard expose les modifications que les organismes animaux et végétaux doivent subir pour se transformer après leur mort, les premiers en asphalte plus ou moins consistant — malte, etc., les seconds en bitumes liquides et gazeux, les uns et les autres pouvant rester purs ou imprégner les roches, soit pendant, soit (en partie) après leur sédimentation. Des déplacements de la masse imprégnante se poursuivent même encore actuellement. Les facteurs de cette transformation sont le temps, la chaleur, la nature des organismes, enfin la salure de l'eau et la profondeur.

L'auteur indique trois phases de production de l'asphalte : la phase jurassique à l'époque du dogger, la phase crétacée urgon-aptienne et la phase mollassique. Dans cette dernière, le développement de l'asphalte paraît dû surtout à la décomposition de végétaux; tandis que les asphaltes jurassiques et crétacés proviennent plutôt de la décomposition d'animaux, associés peut-être à des algues. Dans le lias, ce sont certainement les algues marines qui sont la cause de l'abondance du bitume. Une carte, jointe à ce travail, montre l'extension présumée de la mer urgonienne et aptienne et les principales stations où du bitume a été constaté.

GÉOLOGIE DYNAMIQUE, DISLOCATIONS, ÉROSION, ETC.

MÉTAMORPHISME. — MM. HEIM et SCHMIDT[1] ont rendu compte des excursions de la Société géologique suisse dans les Alpes grisonnes. Ces excursions avaient pour but particulier l'étude des schistes grisons (*Bündner-Schiefer*) avec leur facies souvent franchement cristallin, alors que des traces incontestables de fossiles les caractérisent comme roches sédimentaires. Le premier gisement visité, en dessous de Bonaduz, montre sur la berge du Rhin, une série de terrains appartenant au malm inférieur (oxfordien) et au dogger sensiblement métamorphisés. A la base se trouvent des schistes à otrelithe, puis plus bas, des schistes ferrugineux oolithiques avec chamosite, magnétite, pyrite, *Bélemnites*, *Ammonites* et *Rhynchonelles*. Ces couches ressemblent beaucoup aux schistes grisons. Un

[1] Heim et Schmidt, *Eclogæ géol. helv.*, 1890, II, 183-188.

beau profil des schistes grisons existe dans la vallée de Saint-Pierre, entre Furth et Vals; ils y affectent la structure en éventail et offrent de nombreuses variétés de roches : schistes noirs et calcaires; brèches échinodermiques micacées, transformées en marbre blanc; schistes verts, etc.

Un autre profil est à découvert dans la gorge de Sosto; la roche prédominante est un phyllade micacé calcaire, contenant des rognons de quartz et de calcaire cristallin grossier. Le profil est complet sur la route du Lukmanier entre Olivone et Santa-Maria; les schistes grisons forment toute la masse du Scopi et offrent ici les types les plus franchement cristallins, quoique appartenant indubitablement au jura et au lias. Les roches observées sont : phyllades gris vert, micacés, plissés, formés de méroxène vert, margarite, disthène et zoïsite; phyllades calcaires micacés; quartzite et actinote; roches massives à grenats et zoïsite avec traces de Bélemnites. Ces roches alternent irrégulièrement et s'enfoncent au NE, en se superposant en concordance aux gneiss du Tessin. Un bloc de calcite grenu gris à muscovite et zoïsite a fourni à M. Schmidt une coquille bivalve (cf. *Cardinia*) et une coupe de *Pentacrinus cfr. tuberculatus.*

Le val Piora permet de s'assurer de la disposition de la synclinale sédimentaire entre le massif du Saint-Gothard et celui du Tessin. Les schistes cristallins, d'âge jurassique, sont identiques à ceux de la route du Lukmanier, mais sans fossiles. Un type remarquable et nouveau, est le schiste à staurolithe de Santo-Carlo, qui alterne avec du quartzite. Les grains de ce dernier ont une forme cristalline rhomboédrique; ce serait donc une pseudomorphose du quartz selon la dolomie!

Le passage de Vals par Leis au Frunthorngrat permet d'étudier avec facilité la disposition du gneiss du massif de l'Adula. C'est un gneiss à mica verdâtre peu incliné d'abord et qui s'enfonce dans la hauteur vers le N. On y reconnaît toutes les influences du refoulement et de la compression, plissement, schistosité transversale, etc.; les bancs de marbre intercalés dans le gneiss présentent les mêmes déformations. Le contact avec la masse des schistes cristallins se voit sur l'arête entre Piz-Aul et le Frunthorn. La course par le val Zervreila et le passage de Scaradra à Chirone et Olivone, complète les observations sur le gneiss de l'Adula.

Brèches de dislocation. — M. Schardt[1] a fait une série d'observations sur les terrains avoisinant les gîtes salifères de Bex et qui offrent, comme ceux-ci, une structure bréchiforme, due à une fragmentation sur place. Tandis que, dans beaucoup de cas, cette fragmentation est visiblement due aux mouvements violents de la dislocation du sol, il est possible de démontrer que cette action n'est pas la cause unique dans la production de ce phénomène. La recristallisation du sel gemme et de l'anhydrite dans les fissures capillaires des roches est une action très puissante quoique lente. Elle se poursuit encore de nos jours sur plus d'un point dans les souterrains de Bex. M. Schardt cite comme preuve une cuvette en fayence que la cristallisation de l'alun a fait éclater dans toutes ses parties.

Éboulements. — Un important glissement de terrain a interrompu le chemin de fer du Sud-Est entre Sattel et Steinenberg (canton de Schwytz) le 8 septembre 1890.

[1] Schardt. *C. R. Soc. vaud. sc. nat.* Séance du 5, III, 1890. *Archives*, 1890, XXIII, 464.

Il s'agit du glissement d'un dépôt formé de détritus de marnes et poudingues miocènes que la ligne traversait au sommet d'un petit vallon incliné. Au fond de ce vallon se trouvait cet amas détritique argileux; le versant N.-E. était dominé par un banc de poudingue coupé à pic, tandis que le versant S.-O. était formé par une moraine. La cause de l'éboulement est, selon M. HEIM[1], une source cachée, actuellement découverte, que les fortes pluies avaient fait grossir outre mesure; le terrain argileux détrempé avait glissé sur le talus marneux, formant le sous-sol du vallon. Des glissements semblables avaient déjà eu lieu antérieurement. L'auteur a éclairci la situation géologique de la localité par une petite carte et deux profils et indique enfin les moyens de remédier à l'état de choses créé par ce glissement.

Dans le compte rendu des excursions de la Société géologique suisse, M. Heim[2] mentionne l'immense étendue du grand éboulement de Flims en aval d'Ilanz (Grisons). L'âge de cet éboulement est indiqué par la superposition d'une ancienne moraine de fond sur le talus d'éboulement, les torrents du versant opposé déposent leur cône de déjection contre l'éboulement. A la sortie de la vallée de Lungnetz, on voit nettement l'ancien delta du Glenner, dont les terrasses accusent les niveaux successifs du lac d'Ilanz, créé par le barrage que l'éboulement de Flims opposa au Rhin.

ÉROSIONS. — M. RENEVIER[3] cite dans les Alpes vaudoises une série de phénomènes dus à l'érosion atmos-

[1] A. Heim, Die Rutschung an der Südostbahn, zwischen Sattel und Steinenberg, *Zürich*, 1890, 16 p., 3 pl.

[2] Heim. *Eclogæ géol. helv.*, 1890, II, 194.

[3] Renevier. Monographie des Hautes Alpes vaudoises, 490-503.

phérique et fluviale tels que : rocs ruiniformes, pyramides de gypse, pyramides de graviers, ravinements, éboulements, entonnoirs dans le gypse, grottes, lapiés, cuves ou marmites de géants, enfin des gorges, dont celles du Trient et du Durnant sont de si beaux spécimens.

Cavernes. — M. Koby[1] a consacré un article à la grotte de Milandre, près de Boncourt (Jura bernois). Cette grotte, connue d'ancienne date et à laquelle se rattachent maintes légendes, a été rendue accessible depuis un certain nombre d'années. M. Koby a joint à sa description quelques photographies des spécimens les plus intéressants des superbes groupes de stalactites et stalagmites qui garnissent diverses parties de cette grotte; il donne un plan complet de ce souterrain avec ses embranchements. La partie accessible de la grotte a environ 400 mètres de longueur et se compose d'un embranchement supérieur principal et d'un embranchement inférieur conduisant à un lac souterrain. Certaines parties sont assez spacieuses. Il est certain que ces cavités souterraines ont été creusées par l'eau sur les parcours de fissure sans rejet ou diaclases. Certaines parties se sont effondrées en créant des espaces plus grands, d'autres ont été comblées par les concrétions stalactitiques.

Origine des vallées et lacs. — M. C. Schmidt[2] expose les diverses phases par lesquelles paraissent avoir passé les lacs du versant sud des Alpes. Il rattache l'origine de ces grandes vallées aux grands cours d'eau pliocènes qui ont creusé les vallées primitives et que l'érosion subséquente n'a eu qu'à approfondir davantage.

[1] F. Koby. Les grottes de Milandre. *Actes Soc. jurass. d'Émul.*, 1889, 253-268, 7 pl.

[2] C. Schmidt. Umgebung v. Lugano. *Eclogæ, loc. cit.*

Il attribue la création des lacs à des barrages qui se seraient élevés sur le parcours des vallées et cite comme exemple le Monte Olimpino près Como. Plus tard la mer pliocène a de nouveau envahi la plaine du Pô; les grandes vallées étaient des voies toutes ouvertes qui lui permirent de pénétrer, en forme de fjord, dans l'intérieur des chaînes alpines. Il y a des dépôts pliocènes à 90 mètres au-dessus du niveau du lac de Lugano. Le retrait de la mer commence à se manifester à la fin de l'époque pliocène et aboutit graduellement à l'isolement des bassins lacustres. Des actions puissantes dues aux glaciers quaternaires ont encore élargi ces vallées, mais leur creusement est *antérieur* à la sédimentation pliocène et les glaciers n'ont fait que déblayer par place l'accumulation des graviers et sables pliocéniques. Il est intéressant de constater les profondeurs de ces lacs par rapport à leur niveau et à celui de la mer :

	Lac Majeur.	L. de Lugano.	L. de Como.
Profondeur.	375^{m}	279^{m}	414^{m}
Altitude au-dessus de la mer	197^{m}	271^{m}	213^{m}
Profondeur sous le niveau de la mer.	178^{m}	8^{m}	201^{m}

Ces chiffres corroborent l'hypothèse de M. FOREL[1] (exprimée déjà par Lyell) attribuant la grande profondeur des lacs au pied des Alpes et du lac Léman en particulier, à un affaissement effectif de la chaîne alpine, après le creusement des vallées par les cours d'eau primitifs. Le thalweg d'une vallée d'érosion ne peut, en

[1] Forel. Origine du bassin du lac Léman. *C. R. Soc. vaud. sc. nat. Archives sc. phys. et nat.*, 1890, XXIII, 184.

aucun cas, être au-dessous du niveau de la mer. Or le fond du lac Léman (déduction faite de l'épaisseur des alluvions qui le remplissent) doit être au moins de 75-80 mètres au-dessous du niveau de la mer. Les lacs du versant sud, comme on vient de le voir, ont, pour la plupart, une profondeur encore bien plus considérable. Il en résulte la nécessité d'admettre un affaissement de la chaîne des Alpes tout entière et de la zone bordière sur les deux versants pour expliquer la grande profondeur des cuvettes lacustres de ces anciennes vallées d'érosion, dont le fond est en dessous du niveau de la mer. M. Forel cherche la cause de ces affaissements post-miocènes et prépliocènes dans le poids des glaces qui ont recouvert cette région pendant l'époque glaciaire. Peut-être des causes géotectoniques d'une nature plus générale expliqueront-elles mieux ce phénomène. Le fait de l'affaissement ne reste pas moins démontré d'une manière irréfutable.

L'histoire géologique du lac de Zurich est le sujet d'une conférence faite à Zurich par M. le prof. Heim[1].

M. Heim décrit les formations qui entourent le bassin du lac de Zurich; l'origine du bassin lacustre se rattachant à celle du grand bassin miocène, le comblement de celui-ci par des charriages immenses de graviers, l'exhaussement de la région entre les Alpes et le Jura et le creusement des *vallées primitives* allant de front avec le mouvement vertical du sol. Le cours d'eau qui a creusé la vallée primitive du lac de Zurich est la Sihl. La Linth primitive, grossie par l'ancien bras du Rhin venant par la vallée de la Tamina et la vallée de Wallenstadt, suivit la dépression du lac

[1] Dr Albr. Heim. Die Geschichte des Zürichsee. *Neujahrsblatt d. naturf. Gesellsch. Zurich*, 1891, XCIII.

de Greifensee et le cours actuel de la Glatt, vers le Rhin. Une branche orientale de la Sihl détourna la Linth-Rhin dans la Sihl, en isolant la Glatt. C'est la réunion de ces deux eaux qui provoqua la profonde érosion du bassin du lac de Zurich, à 250 mètres en dessous du niveau où la Linth fut détachée de la Glatt et 600 mètres en dessous du niveau primitif du plateau mollassique. C'est ainsi que, dans toute la Suisse, la région mollassique a pris son aspect. Le plateau fut sillonné de nombreux ravins; mais la dislocation des Alpes progressa encore, les chaînes extérieures furent renversées, le Jura accentua ses plis, le bassin miocène s'enfonça un peu et c'est ainsi que furent créés les bassins lacustres sur le parcours des vallées d'érosion. Le lac de Zurich primitif ne formait qu'un avec le lac de Wallenstadt, peut-être a-t-il été réuni un jour avec le lac de Constance par le Rheinthal. Les alluvions de la Seez et de la Tamina créèrent la séparation entre le Rhin et le lac de Wallenstadt. La Linth, à son tour, entassa ses graviers entre les lacs de Zurich et de Wallenstadt; la Sihl accomplit un travail analogue entre Altendorf et Richtersweil, sans cependant séparer entièrement le lac en deux parties. Telle était la situation avant l'époque glaciaire. La physionomie du pays a complètement changé depuis. Les cours d'eau ont pris d'autres directions et les dépôts erratiques ont modifié de fond en comble le relief du sol. L'auteur cite comme exemple le sommet de l'Uetliberg, butte mollassique couronnée de dépôts morainiques se rattachant à la longue arête de l'Albis. Deux profils et une carte détaillée montrent la disposition de ces dépôts. Une carte générale indique la répartition des moraines laissées par les glaciers. C'est par la formation de ces moraines que la Sihl fut détachée du lac de Zurich

et forcée de se créer un lit spécial, à partir de Schindeleggi jusqu'à sa réunion avec la Limmat. Prise entre le glacier de la Linth et celui de la Reuss, qui déposèrent d'immenses moraines, elle eut pendant un certain temps un parcours incertain; elle fut momentanément un affluent de la Reuss — elle qui avait contribué la première à l'érosion du lac de Zurich. Les graviers de l'ancien delta de la Sihl se voient jusqu'aux environs de Baar. La petite carte jointe à cette étude fait comprendre comment les moraines sont devenues les lignes directrices des cours d'eaux après la période glaciaire. Ce sont les moraines encore qui forment le barrage du lac près de Zurich. La dernière phase est le creusement du nouveau lit de la Sihl le long du pied de l'Albis et le comblement progressif du lac par la Linth et les autres affluents.

M. DELEBECQUE[1] a décrit les résultats des sondages du lac d'Annecy qui offre deux bassins distincts, celui du nord de 65^{m},2 de profondeur, et celui du sud, de 55^{m},7. A 2 mètres du rivage, au pied du Roc de Chère, la profondeur atteint 42 mètres. Ce lac présente des hauts fonds, d'origine probablement morainique. Le trou de Bobio, enfoncement de 50 mètres plus bas que le fond avoisinant, qui est à 30 mètres, a une forme elliptique de 180 mètres sur 200 mètres. Il paraît être le point d'émission d'une source plus chaude (5°,8) que l'eau du fond du lac (4°,7).

EAUX SOUTERRAINES. — Les eaux du tunnel du Saint-Gothard font le sujet d'un mémoire très détaillé de M. F.-M. STAPFF[2]. L'auteur raconte d'abord les nom-

[1] Delebecque. *C. R. Soc. helv. sc. nat.*, Davos, 1890. *Arch. sc. phys. et nat.*, 1890, XXIV. *Eclogæ geol. helv.* II, 179.

[2] F.-M. Stappf. Les eaux du tunnel du Saint-Gothard. Berlin, 1891. *Édité par l'auteur.* 168 p., in-4°, 3 pl. et 14 tables.

breux inconvénients, créés par les eaux d'infiltration, au début du percement du tunnel et indique les travaux spéciaux qui permettraient de parer à ces difficultés dans les futures entreprises de ce genre. Un exposé géologique retrace les traits généraux de la structure du massif du Saint-Gothard, en renvoyant pour les détails aux travaux déjà parus. L'auteur décrit ensuite le rôle joué par chaque variété de roches, au point de vue de la circulation souterraine des eaux et montre comment les roches les plus compactes et imperméables deviennent, au contraire, très perméables, lorsque la fissuration y prend de fortes proportions. Il indique l'influence des filons, failles, diaclases et reconnaît dans les roches du tunnel onze groupes de terrains aquifères, séparés par des zones sèches; le massif du Finsteraarhorn a donné le moins d'eau, la série sédimentaire d'Airolo le plus.

Un chapitre spécial indique les moyens de jaugeage employés et récapitule dans un tableau les résultats de toutes les observations sur le volume et la température de chaque venue d'eau. Les sources étaient presque toutes plus volumineuses au début que plus tard, ce qui indique qu'avec le temps, il s'opère une sorte de vidange des réservoirs souterrains. Toutes ces observations conduisent à des constatations sur le mouvement lent des eaux à l'intérieur des roches et l'auteur y tient compte de la pression et de l'influence de la capillarité. L'influence des hydrométéores sur les eaux du tunnel, la température de celles-ci, leur composition chimique et leur influence minéralisatrice sont traitées dans autant de chapitres spéciaux. Enfin, un résumé indique les conclusions pratiques sur le pronostic des venues d'eau dans les grands tunnels et les leçons à tirer de l'expérience du Saint-Gothard.

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.

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

Nécrologie. Victor Gilliéron, Alphonse Favre, Albrecht Müller 1

I. Cartes et Descriptions géologiques 5

Carte géologique des Alpes 5

Descriptions. Alpes, *versant nord*. Alpes occidentales du Dauphiné. Alpes occidentales. Alpes de la Savoie (d'Annecy à la frontière suisse). Ilots des Aimes et du Mont de Sulens. Hautes Alpes vaudoises. Environs du Lac des IV Cantons, îlots des Mythen. Stanzerhorn, etc. Double pli glaronnais. Massif du Saint-Gothard 6

Alpes, *versant sud*. Tessin méridional 25

Jura. Chaînon du Salève-Allonzier. Environs de Cornol 27

II. Minéraux et Roches 31

Minéraux. Fellenbergite. Idocrase du Piz Longhin. Idocrase de Mattmark. Cristaux du Zirkenstock. Spath fluor des Alpes bernoises. Minéraux des Alpes vaudoises. Mine d'or du Calanda. Mine de fer du Gonzen 31

Roches. Porphyres et protogines du massif du Mont-Blanc. Porphyres de Lugano. Serpentine du Geisspfad. Charbons du Piémont 35

Lithogenèse. Algues lithogènes. Rognons siliceux formés par des spongiaires et des radiolaires. Origine de l'asphalte, etc 39

Géologie dynamique. *Dislocations, érosion*, etc 44

Métamorphisme. Schistes grisons de Bonaduz, du col du Lukmanier, du Val-Piora, etc 44

Brèche de dislocation. Eboulements, érosions, cavernes. Origines des vallées et des lacs. Eaux souterraines 46

Pages.

III. Terrains 54

TERRAINS CRISTALLINS. Massif du Saint-Gothard. Métamorphique des Alpes vaudoises 54

TERRAINS PALÉOZOÏQUES. Carbonifère des Alpes vaudoises et du Bas-Valais. Permo-carbonifère de la vallée de Stretta. Anthracite près Saint-Gervais 56

TERRAINS MÉSOZOÏQUES. *Trias*. Almes et Mont de Sulens. Alpes vaudoises. Tessin méridional. Environs de Bâle. Lac des IV Cantons (Mythen, etc.) 58

Rhétien. Almes et Mont de Sulens. Alpes vaudoises. Lac des IV Cantons. Lons-le-Saunier 63

T. liasiques et jurassiques. Lias. Lias des Almes et de Sulens. Lias des Alpes vaudoises. Lias de Lugano. Lias et dogger, et malm du lac des IV Cantons (Mythen, Stanzerhorn, etc.). *Dogger* des Alpes vaudoises. Dogger du Jura méridional. *Malm*. Tithonique des Alpes occidentales. Près Serraval. Mont-Sulens. Alpes vaudoises. Calcaires portlandiens. *Purbeckien* de Narlay 66

T. crétacés. Néocomien. Environs d'Annecy. Hautes Alpes vaudoises. *Crétacé moyen et supérieur*. Hautes Alpes vaudoises. Mont Semnoz. Alpes de Savoie. Tessin méridional 79

TERRAINS CÉNOZOÏQUES. Tertiaire du Piémont 84

T. éocènes. Londinien des Fähnern. Hautes Alpes vaudoises, nummulitique et flysch. Brèches du flysch 85

T. oligocènes et miocènes. Environs de Bâle. Environs d'Annecy et de La Roche. Fort du Plasne. Plaques dermiques de Raïes. Balanoptère 89

T. pliocène. Tessin méridional 93

T. quaternaire. Terrains bressans. *Glaciaire* des environs d'Annecy. Tessin méridional. Alpes vaudoises. Environs de Berne. Glacier du Rhône et glacier de l'Aar. *Lœss* 94

Terrasses lacustres anciennes. Environs d'Annecy. Lac de Côme 99

Alluvions lacustres. Alluvions du lac Léman. Alpes vaudoises 100

Glaciers actuels 101

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS

(*Pagination spéciale de la Revue*).

BÆCHTHOLD. Mine de fer du Gonzen, 35. — BALTZER. Plaque dermique de Raïe, 93. Glacier du Rhône et de l'Aar, 97. — BALTZER et JENNY. Carte géologique glaciaire des environs de Berne, 97. — BALTZER et FISCHER. Plantes fossiles du lac de Côme, 100. — BONNEY (T.-G.). Schistes cristallins et roches mésozoïques des Alpes, 23. — BOSSHARD. Mine d'or du Calanda, 35. — BOURGEAT (L'abbé). Géologie des environs de Saint-Claude, 29. — BRIQUET. Biographie de M. Alph. Favre, 3. — BRÜCKNER. Climat de l'époque glaciaire, 94. — CHOFFAT. Tertiaire de Fort du Plasne, 92. — CHELIUS. *Voir* Sauer. — DELAFOND. Quaternaire de la Bresse, 94. — DELEBECQUE. Sondages du lac d'Annecy, 52. — DUPARC. Calcaires portlandiens, 76. — DUPARC et PICCINELLI. Serpentines du Geisspfad, 37. — FAVRE et SCHARDT. Nécrologie : Alphonse Favre, 1 ; Albrecht Müller, 3. — FELLENBERG (E. de). Idocrase du Piz Longhin, 31. Spathfluor dans les Alpes bernoises, 33. — FISCHER. *Voir* Baltzer. — FOREL (F.-A.). Origine du bassin du lac Léman, 49. Alluvions lacustres, 101. Glaciers actuels, 102. — FRÜH. Algues lithogènes, 39. — GILLIÉRON. Sondage pour trouver du sel gemme près de Bâle, 62. — GIRARDOT (L.-A.). Biographie d'Edm. Guirand, 4. Rhétien de Lons-le-Saunier, 64. Purbeckien de Narlay, 76. — GRÆFF. Porphyre et protogine du Mont-Blanc, 35. — GRUBENMANN. Granits du Saint-Gothard, 54. — GUTZWILLER. Tertiaire des environs de Bâle, 88. — HEIM. Glissement de terrain, 47. Eboulement de Flims, 47. Lac de Zurich, 50. — HEIM et SCHMIDT. Excursions de la Soc. géol. suisse ; schistes grisons, 44. — HOLLANDE. Stratigraphie des montagnes jurassiques de Sulens et des Almes, 13. Gisement d'anthracite de Saint-Gervais, 58. Trias des Almes et de Sulens, 58. Rhétien, 62. Lias, 66. Klippes jurassiques près de Sulens, 75. — JACCARD. Origine de l'asphalte, du bitume et du pétrole, 40. — JENNY. *Voir* Baltzer. — KILIAN. Evolution tectonique des Alpes orientales, 6. Tithonique delphino-provençal, 74. — KOBY. Biographie de Victor Gilliéron, 1. Recherches de la houille à

Cornol, 28. Les grottes de Milandre. 48. — MAILLARD. Environs d'Annecy, La Roche, Bonneville, etc., 8. Chaînon du Salève, Allonzier, la Balme, 27. Rhétien des Almes, 62. Lias, 66. Néocomien, 79. Rhodanien, 82. Crétacé supérieur, 83. Miocène, 91. Glaciaire, 95. Terrasses lacustres des environs d'Annecy, 99. — MAYER-EYMAR. Faune du londinien d'Appenzell, 85. — NOÉ. Carte géologique des Alpes, 5. — PENCK. Biographie de Melchior Neumayr, 4. Double pli glaronnais, 23. — PICCINELLI. *Voir* Duparc. — RENEVIER. Géologie des Hautes Alpes vaudoises, 15. Disques gypseux dans le néocomien de Châtel-Saint-Denis, 34. Minéraux des Alpes vaudoises, 34. Métamorphique des Alpes vaudoises, 55. Carbonifère, 56. Trias, 59. Rhétien, 63. Lias, 66. Dogger, 69. Malm, 75. Néocomien, 80. Nummulitique, 86. Flysch, 87. Glaciaire, 96. Terrains récents, 101. — RICHE (Attale). Système oolithique inférieur du Jura méridional, 70. — SACCO. Géotectonique de la Haute-Italie occidentale, 7. Charbons du Piémont, 38. Tertiaire du Piémont, 84. Conglomérats du flysch, 88. Mâchoire de Balænoptère, 93. — SAUER. Sur le lœss et son origine, 98. — SAUER et CHELIUS. Galets à arêtes, 99. — SCHARDT. Brèches de dislocation produites par recristallisation, 46. *Voir* Favre. — SCHMIDT (Dr Carl). Géologie des environs de Lugano. 25. Un nouveau minéral, la Fellenbergite, 31. Idocrase à Mattmark (Saas), 32. Porphyres des environs de Lugano, 36. Vallées et lacs du versant sud des Alpes, 48. Trias du Tessin mérid., 60. Lias, 67. Crétacé, 83. Pliocène, 93. Glaciaire, 96. *Voir* Heim. — STAPFF. Eaux du tunnel du Saint-Gothard, 52. — STEINMANN. Origine des rognons siliceux (Hornsteine), 40. Trias des environs de Lugano, 61. Lias, 68. Crétacé, 84. — STUR. Biographie de Melchior Neumayr, 4. — STUTZ. Lac des IV Cantons. Ilots jurassiques, 20. Trias et rhétien, 63. Jurassique, 69. — UHLIG. Biographie de M. Neumayr, 4. — VIRGILIO. Permo-carbonifère de la vallée de Stretta, 57. — WÆBER. Cristaux du Zirkenstock, 32.