Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae

Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft

Band: 3 (1892-1893)

Heft: 2

Rubrik: Revue géologique suisse pour l'année 1891

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: 13.12.2025

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

ECLOGÆ GEOLOGICÆ HELVETIÆ

REVUE GÉOLOGIQUE SUISSE

POUR L'ANNÉE 1891

PAR

E. FAVRE et **H. SCHARDT**

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

Nécrologie. — La science vient de perdre le Dr *Gustave Maillard* (1859-1891) géologue distingué, mort à Annecy le 14 juin dernier, presque au début de sa carrière. Maillard a commencé ses études géologiques à Lausanne en 1879 et s'est livré avec passion à cette science. Il commença par un travail de concours sur les procédés graphiques en géologie et par une notice sur la mollasse de la Paudèze. Après deux ans d'études à Wurzbourg, il obtint le titre de docteur de l'Université de Zurich, par la présentation d'une thèse sur la stratigraphie et la paléontologie du terrain purbeckien. Peu de temps après, il fit paraître un important mémoire sur la faune du terrain purbeckien. Les années passées comme assistant du professeur Heim à Zurich l'initiaient aux méthodes d'exploration des montagnes et lorsque, en 1887, il fut appelé à Annecy comme bibliothécaire et conservateur du musée, le professeur Lory, de Grenoble, ne tarda pas à demander sa collaboration à la carte géologique détaillée de la France et le

chargea de l'exploration des Hautes Alpes calcaires de la Savoie. Il a achevé ce travail presque entièrement, en moins de trois ans, faisant preuve d'un coup d'œil d'une justesse remarquable, dans ses recherches sur les relations entre les Alpes des environs d'Annecy et la haute chaîne des Dents du Midi. Il a consigné le fruit de ses explorations dans deux fascicules du Bulletin du service de la carte géologique de France; mais le mémoire qui devait résumer ses observations, n'a pas pu être achevé.

Maillard s'est occupé jusqu'à ses derniers jours d'une géographie physique de la Savoie, restée manuscrite et d'une monographie des mollusques terrestres et d'eau douce des terrains tertiaires de la Suisse, dont il n'a paru qu'une livraison.

M. RENEVIER[1], son ancien maître, M. MICHEL-LEVY[2] et M. DUNANT[3] ont retracé sa carrière scientifique. Maillard laisse un nom dans la science. C'est avec tristesse que nous pensons à la perte de cet homme au caractère modeste et élevé, à cet ami dévoué et sincère.

Edmond Hébert[4] (1812-1890), qui fut longtemps l'un des chefs de la géologie française, a fréquemment pris part aux sessions de la Société helvétique des sciences naturelles, dont il était membre honoraire. Il a contribué à la solution de plusieurs problèmes de la géologie alpine. On lui doit, en collaboration avec M. Renevier, un des

[1] *Mém. Soc. pal. suisse*, XVIII, 1892. *Bull. Soc. vaud. sc. nat.*, 1892 et *Eclogæ geol. helv.*, III, 1892.

[2] Les derniers travaux de M.-G. Maillard. *Bull. carte géol. France*, 22, 1891.

[3] *Revue savoisienne*, XXXII, 1891, 109-117.

[4] Edmond Hébert. Discours de M. Hermite. *Acad. d. Sc. Paris*. *Revue internat. de l'enseign.*, 15 déc. 1890. *Mémorial de l'Assoc. d. anc. él. de l'éc. norm. sup.*, 11 janv. 1891.

premiers mémoires sur les fossiles du terrain nummulitique des Alpes.

Avec *Jules Marcou* (1824-1890) disparaît un des pionniers de la géologie du Jura; il en établit les principes avec le Dr Germain et Thurmann et y poursuivit ses recherches jusqu'au moment où son activité se tourna surtout vers l'Amérique du Nord. Ses travaux stratigraphiques sur le Jura salinois, puis ses études sur le néocomien du Jura, ont marqué dans la science, plus peut-être que sa carte géologique du monde. Marcou a passé ses dernières années à Cambridge (Etats-Unis). En 1889, il publia encore une notice historique sur les géologues et la géologie du Jura (*Rev.* pour 1889, 15), dans laquelle il retrace la part qu'il a prise lui-même dans le développement de la géologie jurassienne.

On doit à M. Wolf[1] une notice sur *Jean-Rod. Mousson* (1805-1890), professeur de physique à l'école polytechnique fédérale à Zurich. Quoique sa carrière l'ait dirigé plus spécialement sur le terrain des sciences physiques, Mousson a pratiqué avec amour la conchyliologie, surtout des espèces terrestres et d'eau douce, puis la géologie et la paléontologie. On lui doit deux notices géologiques sur les environs de Baden en Argovie, une autre sur les conditions géologiques des sources thermales d'Aix en Savoie; ses études sur les coquilles des mollusques terrestres l'ont conduit à examiner les faunules contenues dans le lœss de la vallée du Rhin, près de Bâle et dans le canton de Saint-Gall. Sa notice sur les

[1] R. Wolf. Notizen zur schweizerischen Kulturgeschichte. Joh. Rud. Mousson. *Vierteljahrschr. d. Naturf. Gesellsch., Zurich*, XXXV, 1890, 406-427. — Dr A. Mousson. Nécrologie. *Actes Soc. helv. sc. nat.* Davos, 1890, 238-247.

glaciers actuels est considérée comme un travail de grand mérite.

Ant. Stoppani (1825-1891), professeur de géologie à Milan, est mort dans cette ville le 1er janvier 1891. Il a recueilli des matériaux sur la faune des divers terrains de la Lombardie. Par son mémoire sur les couches à *Avicula contorta*, il fut un des premiers à faire connaître ce remarquable horizon paléontologique dans les Alpes. Il a publié aussi un cours, puis un traité de géologie et une géologie de l'Italie.

M. A. JACCARD[1] a publié une biographie d'*Alphonse Favre* (*Rev.* pour 1890, 1). Il retrace les diverses phases de la carrière de ce géologue, ses premières recherches sur les terrains alpins, sur la dislocation de cette chaîne, puis ses travaux sur le massif du Mont-Blanc, sur le canton de Genève, sur les anciens glaciers. Ce travail est suivi d'une liste de ses publications. M. L. DE LA RIVE[2] a aussi consacré quelques pages à ce savant.

M. GREPPIN[3] a publié une notice biographique sur *Victor Gilliéron* et M. SCHMIDT[4] sur *A. Muller* (*Revue* pour 1890).

[1] Notice sur la vie et les travaux d'Alphonse Favre. *Archives Sc. phys. et nat.*, XXVI, 1891, 280-320.

[2] Lucien de La Rive. Alph. Favre (1815-1890), *Actes Soc. helv. Sc. nat. Davos*, 1890, 227-234 et Discours présidentiel. *Mém. de la Soc. de phys.*, Genève, 1890.

[3] Ed. Greppin. Victor Gilliéron (1826-1890), *Actes Soc. helv.* 1890, 234-238.

[4] C. Schmidt. Albr. Muller (1819-1890). *Ibid.*, 247-251.

PREMIÈRE PARTIE

GÉOLOGIE GÉNÉRALE. CARTES GÉOLOGIQUES. DESCRIPTIONS.

GÉOLOGIE GÉNÉRALE — M. Aug. JACCARD[1] a publié, sous le titre de *Causeries géologiques*, une série d'articles traitant, à un point de vue populaire, de divers chapitres de cette science. A la suite d'une introduction, dans laquelle l'auteur donne la définition et le but des recherches géologiques, il étudie les sujets suivants : les fossiles, la vie au fond des mers, les premiers géologues, la paléontologie, les vertébrés fossiles, les cartes géologiques, l'orographie du Jura, les eaux souterraines, l'origine du sel, du gypse et des sources minérales, le pétrole et l'asphalte, la formation de la houille, etc., puis les caractères des principales périodes géologiques, jusqu'à l'époque glaciaire et l'homme primitif. Si ce livre ne renferme rien de nouveau pour le savant, il sera d'autant plus utile à celui qui voudra s'éclairer sur nombre de phénomènes et de faits restés jusqu'alors confinés dans le domaine de la science pure. Comme traité de vulgarisation, ce petit volume remplira dignement sa place.

CARTES GÉOLOGIQUES.— M. KILIAN[2] a consacré à la carte géologique des Alpes par M. Noë (*Revue* pour 1890, 5), un article détaillé qui en est un excellent commentaire

[1] A. Jaccard. *Causeries géologiques*. Neuchâtel et Paris, 1892.

[2] W. Kilian. La géologie des Alpes et la carte de M. Noë. *Revue gén. des sciences pures et appl. Paris*. II n° 1, 1891, p. 13 — 18. 4°.

français; il fait ressortir aussi certaines lacunes et imperfections que l'auteur pourra faire disparaître lors d'une seconde édition. M. PENCK[1] a écrit aussi sur cette excellente carte une notice dans laquelle il reconnaît sa grande utilité et attire l'attention de l'auteur sur quelques rectifications à faire.

Le SERVICE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE a publié en 1889-1891 les feuilles Montbéliard (144), Lons-le-Saunier (138), Pontarlier (139), et Nantua (160) qui sont limitrophes à la Suisse.

On doit à M. TARAMELLI[2] une carte géologique de la Lombardie à l'échelle de 1 : 250000 qui permet de jeter un coup d'œil d'ensemble sur cette région de l'Italie comprenant une partie des Alpes méridionales, de la plaine du Pô et de l'Apennin.

ALPES OCCIDENTALES. — Dans un travail d'ensemble, M. C. DIENER[3] a essayé de présenter une synthèse de la structure des *Alpes occidentales*, en se basant sur ses propres études et les travaux des géologues français, suisses, italiens et autrichiens. L'auteur cherche à établir la correspondance entre les zones tectoniques des Alpes occidentales et des Alpes orientales qui diffèrent sous tant de rapports. Voici le résumé de ces recherches, envisagées surtout dans leurs rapports avec la géologie suisse.

L'auteur part de la subdivision en zones alpines et subalpines, admise par Lory pour les Alpes occidentales

[1] Alb. Penck. Noës geologische Uebersichtskarte der Alpen. *Mitth. der deutsch. u. œst. Alpen-Vereins. Wien.* 1890, n° 7, 6 p.

[2] Torq. Taramelli. Carta geologica della Lombardia. Avec texte (58 p.). *Milan*, 1890-91.

[3] C. Diener. Der Gebirgsbau der Westalpen, *Vienne, Prague et Leipzig, F. Tempsky,* 1891, 243 p. 2 cartes.

françaises; il en donne la caractéristique à l'aide des études récentes des géologues français et italiens, et en suit le prolongement jusqu'à la vallée du Tessin et du Rhin. Il reconnaît l'unité de formation, dans ce grand arc de cercle qui part du Pelvoux et va jusqu'au St-Gothard, surtout dans la succession des zones cristallines et de plusieurs zones calcaires nettement démarquées par des lignes tectoniques. Il distingue ainsi dans les Alpes occidentales les zones suivantes :

1. Zone du Mont-Rose.
2. Zone de schistes et de calcaires du Briançonnais avec la zone accessoire de la Vanoise.
4. Zone du Mont-Blanc.
5. Zone calcaire du Dauphiné, chaînes subalpines.
6. Zone du Chablais.
7. Zone miocène.
8. Chaîne du Jura, considérée comme une ramification de la zone du Dauphiné.

Ces zones se succéderaient régulièrement du S.-E. au N.-W, dans un profil transversal, entre Ambérieu dans le Jura et Turin. Toutefois la zone du Chablais, nom sous lequel l'auteur entend la région des Préalpes, n'existe pas encore ici; elle ne s'intercale entre la zone de la mollasse et celle du Dauphiné qu'au N.-E. de la vallée de l'Arve; elle serait comprise dans un profil passant par Lausanne et Ivrée.

L'auteur considère comme le prolongement de sa zone du Chablais (Stockhorn), au N.-E. du lac de Thoune, le cordon de plis crétaciques et éocènes des Ralligstöcke au Pilate qui se poursuit par le Bürgenstock et la Hochfluh, jusqu'au Köpfenstock près d'Urnen au bord de la Linth[1].

[1] Cette affirmation est motivée peut-être au point de vue *topographique;* il n'en est plus ainsi si l'on envisage la chose en se basant sur la stratigraphie, comme l'a déjà indiqué Studer.

Le point de vue de l'auteur diffère considérablement à cet égard de celui des géologues suisses.

La région du double pli glaronnais, les Churfirsten, le Prättigau, la chaîne de Rhäticon, sont parmi les régions les plus compliquées de la géologie alpine; M. Diener s'y arrête longuement, surtout au double pli glaronnais qui ne lui paraît pas pouvoir cadrer avec le mouvement S.-N. qui caractérise le renversement des plis en dehors de cette région. La vallée du lac de Wallenstadt serait une zone d'affaissement (*Grabenversenkung*) oblique à la direction des plis de la région des Churfirsten. Les plis des Churfirsten et du Säntis se continuent directement dans le Bregenzerwald, en contournant la masse du Rhäticon. Ce dernier constitue dès lors une nouvelle zone intermédiaire entre la zone calcaire extérieure et la zone cristalline de la Silvretta. Le Prättigau, avec son flysch, reste comme un point énigmatique sur la ligne du contact des Alpes occidentales et des Alpes orientales.

M. Diener voit, dans la direction aberrante du système de l'Adula, dans l'alignement d'une zone d'amphibolite allant d'Ivrée à Bellinzone, puis dans l'apparition subite de la zone du Rhäticon, des arguments pour tracer par ces points la limite entre ces deux régions alpines. Il est plus difficile de reconstituer la continuité des zones dans les massifs cristallins, avec leurs bordures de gneiss et de phyllites, que dans les zones calcaires. Le parallélisme des gneiss et des schistes cristallins des Alpes pennines et lépontiennes est difficile à établir.

Les masses cristallines du Mont-Rose et du Simplon (Tessin) viennent butter au S. et S.-E, contre une zone de schistes amphiboliques, allant d'Ivrée jusque dans la Valteline, où elles sont limitées par des fissures ou des fail-

les. Cette zone forme la ligne tectonique qui sépare, sur le versant méridional, les Alpes occidentales des Alpes orientales; car à l'E. et au S.-E. de cette zone commence le massif de la Valteline, qui forme avec la zone calcaire dont il est bordé, un contraste frappant avec la zone du Mont-Rose, comme avec les autres zones des Alpes occidentales.

Au delà de la ligne Rhäticon-Ivrée, les Alpes orientales présentent les zones suivantes, dont aucune, d'après M. Diener, ne forme le prolongement de celles des Alpes occidentales :

1. Zone calcaire méridionale à l'E de la vallée de Sésia et qui se développe toujours davantage vers l'E.
2. Zone de la Valteline.
3. Zone de roches amphiboliques d'Ivrée, marquant une zone d'affaissement.
4. Zone de la Bernina.
5. Zone de la Silvretta.
6. Zone triasique septentrionale, groupe d'Arosa et de l'Adula.

La bordure calcaire au N. de cette dernière est la seule zone qui soit commune aux Alpes occidentales et orientales, mais elle n'est pas absolument continue.

La limite entre les Alpes occidentales et orientales est beaucoup plus tranchée qu'on ne l'a cru jusqu'alors. Les plis de la zone calcaire sud des Alpes orientales décrivent entre le Tessin et la Piave un arc convexe vers la plaine du Pô avec renversement des plis vers le sud, de même que les Alpes occidentales forment une courbe convexe à l'ouest et au nord-ouest. Tandis que les Alpes occidentales et orientales sont reliées directement par la zone calcaire du nord, les Alpes occidentales de leur côté se lient à l'Apennin par la zone du Briançonnais. La zone du Mont-Rose s'enfonce par cette conversion sous

les plis de l'Apennin. Les plis qui entourent le massif des Maures près Toulon, avec leurs renversements et recouvrements vers le N., de même que le pli sud de Lure, ne sont pas en connexion avec les plissements alpins; ils appartiennent au système pyrénéen. Les deux voûtes, déjetées inversement, de la montagne de Lure se trouvent de part et d'autre de la ligne de séparation entre les deux systèmes, Alpes et Pyrénées.

Dans la dernière partie de son livre, l'auteur s'occupe des phénomènes de dislocation et de leur succession dans les diverses époques géologiques. Les conclusions contenues dans ce chapitre sont moins fermes que celles tirées de la tectonique. Il rapporte à trois phases principales le plissement des Alpes; ce sont :

1. Phase permienne.
2. Phase crétacique (post-néocomienne).
3. Phase miocène et post-miocène.

Le plissement dans les Alpes occidentales se serait produit partout et dans toutes ses phases, suivant un mouvement unique allant de l'intérieur vers le bord convexe.

Alpes françaises. — Le massif de la Vanoise est une région alpine encore peu connue. C'est une zone extrêmement plissée, intercalée, au N. de Modane, entre la zone alpine du Briançonnais au N.-W. et celle du Mont-Rose au S.-E.

D'après M. Termier[1], à qui nous devons une étude très complète de cette région, les terrains triasique, permien et houiller, avec une faible part des schistes lustrés qui les constituent, touchent à la zone du Briançon-

[1] P. Termier. Étude sur la constitution géologique du massif de la Vanoise (Alpes de Savoie). *Bull. carte géol. France* n° 20, 1891. 147 p. 10 fig. 10 pl., dont 1 carte géol.

nais, sans aucune faille; la distinction faite par Lory entre la troisième et la quatrième zone alpine est donc purement théorique.

L'auteur a constaté dans la Vanoise un développement considérable de calcaires du trias, rattachés autrefois en partie au jurassique.

Dans son ensemble, la Vanoise offre deux grands anticlinaux du terrain permien qui naissent, en divergeant, d'un point de départ commun près de Modane. L'anticlinal occidental suit de près la zone houillère de la Maurienne, jusque dans le voisinage de Champagny; l'anticlinal oriental se dirige vers le col de la Leisse, où il s'approche des schistes lustrés de la zone du Mont-Rose. Au nord de Modane, il y a d'abord, entre les deux anticlinaux permiens, un simple synclinal de trias, qui s'élargit de plus en plus et, dans son milieu, naissent de nombreux replis, anticlinaux et synclinaux, s'ouvrant en forme de gerbe. Ils sont tous fortement écrasés, souvent déjetés au S.-E. et compliqués de plis-failles, qui ont conduit à des chevauchements et à des recouvrements extraordinaires, si bien que la zone permienne de l'E. en est parfois recouverte, ou supporte des lambeaux isolés de trias. Après s'être éloignés de près de 12 kilomètres entre Champagny et le sommet de la Vanoise, les deux anticlinaux permiens convergent rapidement vers le col de la Leisse, à 32 kilomètres au N. de Modane, où semble se trouver le nœud des complications; nous renvoyons pour leur description au mémoire original.

Le mémoire de M. Termier est divisé en deux parties. Dans la première il décrit les terrains et les roches qui constituent ce massif, ainsi que leurs minéraux. Il distingue la série suivante :

TRIAS. *Cargneules* associées à des *gypses*.

Calcaire de la Vanoise (C. du Briançonnais de Lory) prolongement du calcaire à *Gyroporelles*.

Marbres chloriteux, schistes noirs argileux, etc. avec gypse et calcaires magnésiens.

Quartzites blancs et schistes séricitiques blancs ou vert clair.

PERMIEN. Grandes masses de phyllades à chlorite et séricite, plus ou moins métamorphiques.

HOUILLER. Grès à anthracite, phyllades; fortement métamorphiques; épaisseur environ 1000 m.

SCHISTES LUSTRÉS. Calcaire schiste gris ou noir, schistes verts et variétés diverses.

La seconde partie décrit spécialement le caractère stratigraphique de cette région à l'aide des nombreux profils. Cette description nous montre sous un jour nouveau, une région presque inconnue, et prouve que les zones intérieures des Alpes présentent les mêmes formes de dislocation que leurs zones latérales.

M. KILIAN[1] fait sur divers points de la géologie des Alpes occidentales des observations nouvelles qu'il développe dans une série de mémoires et qu'il résume de la manière suivante :

1. Existence d'une brèche calcaire liasique entre Moutiers (Savoie) et Sérenne (Basses-Alpes).

2. Brèche calcaire du jurassique supérieur à *Am. Duvalii* dans le Briançonnais.

3. Les calcaires du Briançonnais, classés par Lory dans le lias, appartiennent réellement au trias, parce qu'ils contiennent dans leurs replis des lambeaux de lias et de dogger. Ces calcaires dolomitiques jouent un rôle analogue aux dolomies du Tyrol.

4. La transgression des terrains jurassiques sur le trias, atteste l'existence de terres émergées pendant l'époque jurassique.

5. Une brèche considérée comme triasique, accompagnant une brèche liasique près de Moutiers en Tarantaise, s'est trouvée contenir des *Nummulites*.

4. De la discordance du nummulitique sur les couches plus anciennes, il faut conclure à des dénivellations post-sénoniennes.

[1] *Bull. Soc. géol. France.* 1891. C.-R. Séance du 2 février.

Cet auteur[1] a exploré le massif de Varbuche (2500 m.), qui s'élève entre la vallée de l'Isère et celle de l'Arc, près de Moutiers et St-Jean de Maurienne, dans la Savoie méridionale. Il décrit d'abord les terrains suivants :

Flysch. Grande épaisseur de schistes tantôt pourris, tantôt ardoisiers, alternant avec de petits bancs de grès quartzeux brunâtre.

Nummulitique. Formant avec le flysch, dans cette région, un pli synclinal; il repose transgressivement sur les terrains plus anciens, jusqu'au trias et se compose de grès, arkoses, de brèches micacées avec nombreux fragments de roches triasiques, de schistes permiens, de quartzites calcaires du lias et de roches cristallines. Lory les a parfois pris pour du trias à cause de leur contact avec le lias.

Le crétacique et le malm manquent.

Dogger, confondu souvent avec le lias supérieur, au milieu duquel il affleure sous la forme d'un synclinal traversant toute la région. M. Haug y a constaté des Ammonites bajociennes.

Lias, schisteux à sa partie supérieure (toarcien), et ressemblant absolument au dogger. Dans la partie inférieure, comprenant sans doute le lias moyen et inférieur, le lias est calcaire, souvent bréchiforme et a fourni *Belemnites paxillosus, Gryphæa cymbium.* Un calcaire coralligène blanc est intercalé au milieu de cette roche.

Rhétien, calcaire noir, dolomitique en bancs réguliers, avec petits fossiles peu reconnaissables; *Avicula contorta,* etc.

Trias, formant l'assise la plus importante de la région, on y distingue : 1. *Schistes bariolés* lilas et verdâtres rappelant les marnes irisées du keuper. 2. *Gypses* blancs, saccharoïdes, accompagnés de cargneules jaunâtres; ils forment des zones anticlinales au milieu du lias. Les gypses et les cargneules se remplacent mutuellement. 3. *Calcaires dolomitiques,* massifs, blancs, bleuâtres, jaunâtres ou légèrement saccharoïdes. 4. *Quartzites* grès siliceux, blanc rosâtre, avec taches verdâtres saccharoïdes.

L'auteur a dressé le tableau comparatif suivant pour établir le parallélisme avec les assises des environs de

[1] W. Kilian. Sur la structure du massif de Varbuche (Savoie). Chambéry, 1891.

Lugano, avec lesquelles la série du Varbuche et des Alpes françaises a beaucoup d'analogie.

Zones alpines françaises.	Environs de Lugano. d'après C. Schmidt et Steinmann
Brèche du Mélard, etc., calcaire coralligène de Dorgentil; lias.	Lias bréchoïde ou coralligène
Gypses et cargneules / Calcaire et dolomies de Briançon, du Chaberton, etc. / Gypses et cargneules	Dolomies et calcaires triasiques à *Gyroporella* et *Diplopores*.
Quartzites	Grès de Werfen
Conglomérats permiens (Verrucano de l'Argentière)	Verrucano
Porphyrite de Guillestre, etc.	Porphyrites
Grès houiller.	Grès houiller

Les profils joints à ce mémoire montrent ce massif formé de plis déjetés au N.-W. et à l'W., et quelquefois même complètement couchés ; le trias repose alors en ordre renversé sur l'infralias ou le lias.

Nous devons encore à M. Kilian[1] un aperçu très com-

[1] W. Kilian. Contribution à la connaissance géologique des chaînes alpines, entre Moutiers (Savoie), et Barcelonnette (B.-A.) Terrains antérieurs au jurassique. *C. R. Acad. Sc. Paris.* 5 Janvier 1891.

W. Kilian. Notes sur l'histoire et la structure géologique des chaînes alpines de la Maurienne, du Briançonnais et des régions adjacentes. *Bull. soc. géol. France*, n° 20, 1891, 90 p., 20 fig.

plet sur la structure géologique des Alpes occidentales (Maurienne et Briançonnais et la haute Provence), résultat de ses dernières explorations pour la carte géologique de la France. Ses conclusions stratigraphiques concordent généralement avec celles des géologues italiens (Zaccagna et Mattirolo). Voici la série des terrains constitutifs de cette région :

Schistes lustrés. Ces schistes et les schistes calcaréotalqueux sont partout nettement inférieurs aux assises triasiques. Ils sont même par places, inférieurs aux argilolithes du permien; ailleurs ils sont recouverts par les quartzites du trias, ou, en l'absence de ces derniers, par les calcaires triasiques.

Vers le bas, les schistes lustrés passent souvent insensiblement à des schistes micacés. Ils forment l'axe d'une série d'anticlinaux entre lesquels se placent les synclinaux comblés par le trias.

Houiller. Le terrain houiller, formant un grand anticlinal en éventail dans la 3me zone, n'apparaît que dans quelques anticlinaux de la 2me zone alpine, et plus à l'ouest, il fait place aux schistes lustrés. Les assises bigarrées que Lory avait mis dans le houiller, doivent revenir au permien.

Permien. A ces assises appartiennent : des phyllites verts à noyaux feldspathiques des environs de Modane, des grès kaolino-argileux à teintes vives et des argilolithes schisteuses vertes et lie de vin, des conglomérats à galets de quartz et ciment argileux lie de vin, rappelant le verrucano (Sernifite) du canton de Glaris.

Trias. L'ensemble des couches de ce système se succède comme suit : *e. Schistes lilas, verdâtres* par places. *d. Gypses et cargneules* supérieures, souvent juste en dessous du rhétien à *Avicula contorta* *c. Calcaires dolomitiques*, la plus grande partie des calcaires du Briançonnais de Lory, grisâtres, saccharoïdes, cristallins et moirés et calcaires phylladiques accompagnés de schistes verdâtres et rougeâtres; bancs bréchiformes caractéristiques. *b.* Cargneules et gypses inférieurs, atteignant un grand développement dans certaines localités, réduits ailleurs à quelques mètres entre les quartzites et les calcaires, ou manquant tout à fait. *a.* Quartzites, grès sursiliceux, à grains plus ou moins nets, blancs, rosés ou verts, talqueux et argentés ; horizon très constant.

M. Kilian conclut que le passage latéral du gypse (anhy-

drite dans la profondeur) à des calcaires dolomitiques, puis la substitution de l'un à l'autre dans quelques localités, enfin la présence de fragments de calcaire noyés dans la masse de gypse, analogues à ceux contenus dans la cargneule, sont des preuves que tous les terrains, gypses, cargneules, calcaires dolomitiques, ne sont que des modifications d'un seul et même ensemble. Les gypses et les cargneules paraissent se remplacer, les blocs calcaires inclus dans le gypse sont des restes de la roche primitive non transformée.

Jurassique. A la base de ces assises se trouve le *rhétien* que M. Kilian désigne par infralias. Calcaires noirs riches en fossiles.

Le *Lias* est plutôt calcaire à sa base, et schisteux dans la partie supérieure. Dans la Maurienne et le Briançonnais, il y a grande extension d'une brèche calcaire dans le niveau moyen du lias, elle est désignée par brèche du Télégraphe. [1] Localement se montre, sur quelques mètres, un facies coralligène, roche blanche à fossiles.

Le *Dogger* se confond ordinairement par son facies avec les schistes supérieurs du lias.

Malm. Calcaires blancs et rouges avec *Belemnites* et *Ammonites*, calcaire pseudo-bréchoïde ou amygdalaire.

Dans un paragraphe spécial, consacré au calcaire du Briançonnais, il est démontré que ce groupe rattaché par Lory au trias se compose de : 1. Calcaires et dolomies triasiques (la plus grande partie). 2. Brèches et calcaires liasiques et jurassiques moyens; 3. Calcaires amygdalaires du jurassique supérieur.

L'auteur relève une remarque de M. Neumayr, à laquelle s'était rallié aussi M. Suess, et qui attribue au cré-

[1] M. Kilian voit dans le facies bréchoïde de cette roche, l'analogue d'une structure qui se trouve souvent dans les calcaires du jurassique; elle n'a rien de clastique, ce n'est donc pas une brèche (facies noduleux ou grumeleux des géologues suisses).

tacique une partie du calcaire du Briançonnais (calcaire du Chaberton) malgré leur aspect ancien ; pour le moment il n'est pas encore possible de dire jusqu'à quel point cette affirmation est fondée.

TERTIAIRE. Le *Nummulitique* forme un pli synclinal que l'on suit du Cheval-Noir en Tarentaise jusqu'au col du Lauzanier (limite des Basses-Alpes et des Alpes Maritimes).

Le fait le plus remarquable est la présence d'une *brèche micacée* et *quartzeuse* bien distincte de la brèche liasique, dite du Télégraphe. Elle a été rangée par Lory dans le trias. Elle contient des nids de substances chloriteuses, des fragments de schistes satinés du trias, du lias, et des débris gneissiques, etc. Les bancs de brèche sont associés à des arkoses et à des schistes ardoisiers. Sur plusieurs points, elle est en contact avec le trias (schistes bigarrés) et avec la brèche calcaire du lias, ce qui explique la confusion qu'avait faite Lory. On a recueilli des *Nummulites* dans des calcaires blancs jaunâtres intercalés à la base du système.

Les ROCHES ÉRUPTIVES sont représentées par des serpentines, variolites, euphotides, plus anciens pour la plupart que le trias. Les conglomérats permiens contiennent des fragments de porphyrites.

Le parallélisme avec la région classique de Lugano ressort du tableau cité déjà à propos du massif de Varbuche.

M. Kilian a prêté une attention spéciale aux transgressions et discordances qui se rencontrent si fréquemment dans les Alpes.

Les *discordances angulaires* dont il est possible d'affirmer l'existence sont les suivantes :

1. *Transgression permienne*, prouvée par la superposition du permien sur les schistes lustrés.

2. Grande *transgression du trias* sur le permo-carbonifère. Dans la 2me et 3me zone alpine, il y a concordance. Dans la 1re zone, le trias repose discordant sur le houiller et dans la 4me zone, il repose souvent sur les schistes lustrés.

3. *Transgression* et *discordance* locale du *jurassique* supérieur sur les calcaires triasiques.

4. Grande *transgression nummulitique.* Le nummulitique repose successivement sur le lias, et sur toutes les couches triasiques citées plus haut. Cette transgression est d'autant plus évidente que la relation de l'éocène avec son substratum est accusée par les débris arrachés à celui-ci qu'il renferme; il y a eu de plus érosion côtière. La transgression va même plus loin, par le fait que l'on observe le contact direct de l'éocène sur les schistes cristallins. L'auteur montre par des profils et des croquis la disposition des gisements où ces contacts discordants ont été observés. Partout le début de l'époque éocène coïncide avec une phase de plissement.

Les dislocations se présentent sous forme de plissements, refoulements, glissements et étirements, visibles avec une grande netteté; des failles et des plis-failles ne sont pas moins manifestes dans cette région. La faille de Saint-Michel, entre le houiller et le trias, est une des plus nettes; c'est un pli-faille inverse (étirement du trias au contact du houiller). On a beaucoup exagéré le rôle et l'ancienneté de ces failles.

Elles n'ont pas l'importance que Lory leur avait attribuée. Les limites des différents facies, quoique parallèles à la direction générale de la chaîne, ne coïncident pas exactement avec celles des quatre zones alpines. Ces lignes de failles n'ont donc pas influencé la répartition des facies.

En dernier lieu, M. Kilian consacre un important chapitre à l'histoire géologique et à la structure générale de la région des Alpes françaises. En s'inspirant du récent ouvrage de M. Diener, il établit, comme suit, le parallélisme et la continuation des diverses zones alpines, tout en critiquant parfois les conclusions du géologue viennois :

Chaînes alpines proprement dites.	1. Zone du Mont-Rose (4e zone de Lory). 2. Zone du Briançonnais (2e et 3e zone de Lory). 3. Zone du Mont-Blanc (1re zone de Lory).
Chaînes extérieures.	4. Zone des chaînes sub-alpines, se décomposant vers le nord en : Zone du Chablais; Zone de la mollasse; Jura.

La région du Briançonnais, dont il s'agit, se décompose comme le montre le tableau suivant :

a) ANTICLINAUX CRISTALLINS de la première zone alpine.

b) BRIANÇONNAIS 2e et 3e zones. { Synclinal nummulitique (Moutiers-Lonzanier). Anticlinal houiller en éventail (Hte-Ubaye). Synclinal triasique et liasique (Modane, Haute-Ubaye).

c) ANTICLINAL DU MONT-CENIS. Schistes cristallins et schistes lustrés (4e zone de Lory ; zone du Mont-Rose).

L'histoire orogénique des Alpes françaises conduit M. Kilian à établir la série des mouvements tectoniques suivants :

1. *Mouvements paléozoïques.* Dans la 1re zone seulement.
2. *Mouvements posthouillers et permiens.* 1re zone.
3. *Mouvements mésozoïques.* Phase lagunaire du trias, érosions côtières, suivies d'un approfondissement de la mer à l'époque liasique. Ilôts liasiques et jurassiques. Discordance du crétacique.
4. *Mouvements post-crétaciques.* Formation du golfe nummulitique.
5. *Mouvements post-nummulitiques.* *a*) Mouvements n'ayant pas affecté la mollasse. *b*) Grands mouvements alpins post-helvétiens et post-tortoniens. *c*) Mouvements post-pliocènes faibles.

Ce travail prouve une fois de plus combien sont compliquées les actions qui ont modelé les Alpes et quelles difficultés présente leur étude.

Les *chaînes subalpines* entre Gap et Digne font l'objet d'une importante étude de M. E. HAUG [1]. Les terrains constitutifs sont du haut en bas :

MODERNE. *Alluvions glaciaires* et *alluvions anciennes.*
TERTIAIRE. *Mollasse marine* et poudingues (helvétien et langhien).

[1] Émile HAUG. Les chaînes subalpines entre Gap et Digne. *Bull. Carte géol. France*, 21 ; 1891. 197 p., 1 carte géol., et 3 pl.

Mollasse rouge (aquitanien), grès et marnes rouges avec poudingues.

Flysch et *nummulitique*. Grès à gros grains reposant sur du calcaire à *Ostrea gigantea*.

CRÉTACIQUE. *Supérieur*. Calcaires marneux gris, calcaires compacts et calcaires gris bien lités.

Inférieur. Néocomien, marnes et marno-calcaires du facies vaseux à *Ammonites*, *Crioceras* et *Aptychus*.

JURASSIQUE. *Malm*. Calcaire compact supportant les couches de Berrias et reposant sur des marnes de l'oxfordien et du callovien avec gypse.

Dogger. Calcaires et marno-schistes à *Ammonites* et *Posidonomyes*.

Lias. Subdivisible en trois niveaux et affectant horizontalement trois facies : le facies provençal au S. et au S.-E., le facies dauphinois au S.-W., et le facies briançonnais.

Infralias (*hettangien*) et rhétien, calcaires et marnes avec la faune caractéristique de ces étages.

TRIAS. *Keuper*. Argiles rouges, vertes et dolomies jaunes avec lentilles de gypse.

Conchylien. Calcaires bruns et noirs, calcaires cloisonnés et dolomitiques.

Grès bigarré à gros grains anguleux.

HOUILLER. Grès et marnes à anthracite et restes de végétaux.

PALÉOZOÏQUE. Schistes cristallins à sericite.

Les dislocations de cette région offrent un grand intérêt par le fait qu'elles affectent deux directions différentes, celle des plis des chaînes de Lure et de la Drôme d'une part, qui ont la direction E.-W., puis celle des chaînes des environs de Digne dirigés N.-S. Tandis que les plis de la Drôme résultent d'un mouvement horizontal N.-S., le pli sud de Lure appartient au système des plis provençaux avec renversement S.-N.

Les plis-failles sont d'ailleurs le trait caractéristique de cette région subalpine; ils ont créé sur plusieurs points des contacts et dispositions des plus extraordinaires.

Les mouvements qui ont produit le relief de cette région alpine se sont succédé à plusieurs époques. En faisant abstraction des mouvements antérieurs à la fin de l'ère secondaire, qui ne peuvent être envisagés comme ayant concouru à former la structure actuelle, on peut reconnaître des dislocations post-crétaciques, causes de la transgressivité du flysch et des dislocations antéaquitaniennes avec transgressivité de l'aquitanien. L'époque miocène a vu s'accentuer tous ces mouvements qui ont conduit à la formation de plis-failles et de grands chevauchements, enfin à l'effondrement du bassin tertiaire entre la chaîne de Lure et Digne.

Les Alpes calcaires entre la frontière suisse et la vallée de l'Arve forment le sujet d'une note posthume importante de G. MAILLARD [1]. L'auteur examine d'abord la région par laquelle le groupe de la Vouille (Bostan) et du Foilly se lie aux Dents-du-Midi ; il constate la jonction directe des plis de la Vouille et des Dents-Blanches avec ceux des Dents-du-Midi, où les plis sont superposés et entassés, tandis qu'entre la Vouille et le Foilly ils se suivent presque horizontalement. Le profil par Barmaz et les Dents-Blanches offre un degré intermédiaire.

La région, encore peu connue, située au S.-E. du signal de Foilly, où se trouvent l'arête de la Couarra et la Tête du Taureau, a fourni à l'auteur des documents intéressants. L'arête des Avoudruz, le Criou et la Pointe-Rousse sont séparés par une grande faille. Les environs de Samoëns offrent aussi quelques dislocations remarquables, de même que le Vallon de Salles et l'arête des

[1] G. MAILLARD. Note sur diverses régions de la feuille d'Annecy. *Bull. Carte géol. France*, n° 22, p. 11-45, 1891 ; 1 pl. et nombreuses figures dans le texte.

Fiz, où des failles transversales ou obliques ont produit la superposition apparente de deux couches de même âge, comme le cas déjà signalé aux Avoudruz.

L'auteur a donné un aperçu sommaire de la région jurassique qui forme le plateau d'Anterne, le Buet et le Grenairon et qui se lie par le Mont-Ruan aux Tours-Salières, de même que la région crétacique se lie aux Dents-du-Midi.

Le Mont-Ruan est assis sur un pli rentrant, synclinal couché, de malm contenant du néocomien; puis le malm fait plusieurs replis en zigzag au sommet d'une grande voûte couchée entourant de l'oxfordien, du dogger et du lias. Ces replis se continuent dans la pointe de Taneverge, immense paroi dans laquelle les couches jurassiques offrent des plissements remarquables, que l'on retrouve dans la masse calcaire du Buet et du Grenairon. Au S. de Sixt, ces replis s'enfoncent sous les terrains crétaciques, mais ils percent de la manière la plus nette à l'entrée du Vallon de Salles aux Faucilles du Chantet, puis on les revoit entre Magland et la Colonnaz, dans la gorge de la cascade d'Arpenaz.

Sur le versant S.-E. de l'arête des Fiz, le jurassique et le lias forment un dos assez large, le plateau d'Anterne; le malm, ordinairement épais de 300 à 400 m., y est fort réduit par la lamination (20-10 m.); la roche y est en effet lamellaire et crypto-cristalline.

La planche jointe à cette note renferme des indications sur la relation probable entre les plissements constatés dans cette région et ceux des groupes des Dents-du-Midi—Tours-Salières.

L'anticlinal jurassique des Tours-Salières aurait sa continuation dans le pli couché, dont le Buet et le Gre-

nairon sont des témoins, puis dans la Faucille du Chantet, et enfin dans le pli supérieur de la cascade d'Arpenaz sur Magland. Le synclinal couché qui supporte la Dent-du-Midi et les Tours-Salières se continuerait dans le pli couché sous le Grenairon sous la Faucille du Chantet et sous le pli de l'Arpenaz. La voûte qui se montre dans la gorge de la Vièze sous Champéry, serait la même que celle de la Vouille.

Donnant enfin quelques renseignements sur des points isolés de la région entre le Borne et le Fier, déjà décrite précédemment (*Revue* pour 1890, 8), M. Maillard cite entre autres, près de Cuplin, au-dessus de Lignières, un nouvel exemple de dédoublement de couches, dû à un glissement oblique aux strates. C'est encore de deux couches de gault qu'il s'agit et dont l'une semble intercalée dans le sénonien. Dans le voisinage d'Annecy, M. Maillard a visité de nouveau le Mont-Teret et la Tête-Brûlée, formés d'urgonien et localement de rhodanien. Le vallon de l'Ablon qui les sépare est une vraie gorge limitée par deux failles verticales entre lesquelles se trouve une bande de sénonien et de flysch repliés en forme d'U et buttant contre la tranche du massif urgonien.

Le massif de la Tournette, au S.-E. d'Annecy, a aussi fourni à l'auteur de nombreux exemples de plissements bizarres. Il arrive à la certitude qu'il y a entre le vallon du Cruet et la Tournette un décrochement horizontal d'environ deux kilomètres qui aurait porté le vallon du Cruet au N.-W. de celui de Sur-les-Maisons, dont il est la continuation.

Alpes occidentales suisses. — Dans son discours d'ouverture de la session annuelle de la Société helvétique

des sciences naturelles à Fribourg, M. le prof. Musy[1] a donné un aperçu général de la constitution et de la structure géologiques du canton de ce nom. Il y dépeint la topographie, l'hydrographie, l'orographie et la structure des diverses régions et fait ressortir le contraste qui existe, sous ce rapport, entre le plateau fribourgeois, avec ses collines, et la région des Alpes, où de profondes vallées mettent à nu la structure des chaînes. Les conditions hydrographiques actuelles ne sont pas seulement le fait du creusement lent des vallées par les eaux, mais, plus d'une fois, des dépôts glaciaires, ou des alluvions torrentielles ont détourné tel ou tel cours d'eau ou comblé telle ou telle vallée. La répartition des dépôts morainiques, la stratigraphie de la mollasse, puis les caractères de chacune des chaînes des Alpes fribourgeoises sont décrits surtout d'après les travaux de Gilliéron.

Les excursions du 21 au 24 août 1891 ont conduit la Société géologique suisse dans les Préalpes fribourgeoises et vaudoises (Gruyère), dont les principales régions ont pu être visitées sous la direction de M. Schardt[2]. Les Préalpes fribourgeoises et vaudoises ont été décrites avec beaucoup de soin par V. Gilliéron, puis par E. Favre et H. Schardt. On sait que, dans cette région, on peut distinguer les zones suivantes :

Plateau miocène subalpin; couches s'enfonçant *sous* les plis alpins :
1. *Zone extérieure de flysch*, Gurnigel, Voirons-Mont-Vouant.
   Ligne de contact anormal par recouvrement.
2. *Zone des chaînes calcaires*, plissements très réguliers.

[1] M. Musy. Le canton de Fribourg. Esquisse d'histoire naturelle. *Actes Soc. helv. sc. nat.*, Fribourg, 1891, 31 p.

[2] H. Schardt. Excursion Soc. géol. suisse. *C.-R. Soc. helv. sc. nat. Fribourg*, 1891. *Arch. sc. phys. et nat.*, XXVI, 618. *Eclogæ geol. helv.*, II, nº 5.

3. *Zone de flysch de Vert-Champ* et du *Hundsrück-Rodomont*, bordant de part et d'autre l'arête chevauchée des *Gastlose*.
4. Grande *zone de flysch du Niesen*, renfermant, surtout sur ses bords, de nombreuses *klippes* résultant de massifs de terrains mésozoïques (du trias au crétacique), érodés pendant la formation du flysch, puis disloqués et chevauchés jusqu'à *structure imbriquée* (Rubli-Gummfluh).

Durant ces quatre jours, les participants aux excursions ont pu se rendre compte de la tectonique et de la stratigraphie des trois premières de ces zones.

Dans une note spéciale, précédant le récit des excursions, M. SCHARDT[1] a donné un résumé du caractère tectonique des Préalpes. Il définit le caractère particulier de la zone de flysch du Niesen avec les zones de klippes, formées de tous les terrains, du trias au crétacique. Il indique les motifs qui ont modifié son opinion quant aux gypses et aux cornieules de cette région, qu'il regardait comme éocènes, ou du moins comme plus récents que le toarcien. L'étude d'ensemble que l'auteur compte faire sur cette région permettra peut-être d'expliquer la formation souvent énigmatique des klippes.

Un mémoire de M. SCHARDT[2] sur l'*origine des blocs exotiques du flysch* et la formation du flysch en général, ainsi que sur le développement tectonique du versant nord des Alpes, a été présenté au concours pour le prix Schläfli, où il a été couronné. L'auteur remarque d'abord que les blocs de roches d'aspect étranger, tels que les terrains cristallins, granits, porphyres, gneiss, micaschistes,

[1] H. Schardt. Aperçu sur la structure géologique des Préalpes fribourgeoises et vaudoises. *Archives sc. phys. et nat.*, *Genève*, 1891, XXVII, 91-112. *Eclogæ*, *loc. cit.*

[2] Die Klippen und exotischen Blöcke im Flysch der Schweizeralpen. Gutachten von Dr C. Schmidt. *Actes Soc. helv. sc. nat.*, *Fribourg*, 1891. *Eclogæ geol. helv.*, II, 1891.

schistes séricitiques, etc., dont on n'a pas su retrouver les gisements, ne peuvent, en aucun cas, être attribués au charriage des glaciers, parce que la forme anguleuse de ces débris, autant que des fragments de terrains sédimentaires contenus dans les brèches du flysch, indiquent un transport peu lointain. Ces brèches doivent s'être formées dans le voisinage d'une côte où avait lieu une forte érosion accompagnée d'éboulements. Il démontre ensuite que la structure des chaînes calcaires du bord des Alpes porte sur toute la longueur, de la région de Chambéry jusqu'au Rhin, et même plus à l'E., l'empreinte d'un mouvement horizontal énergique de l'intérieur des Alpes vers leur bord; les terrains sédimentaires mésozoïques déjà plissés ont subi un véritable charriage sur 10 à 20 kilomètres, recouvrant le bord des Alpes et même la mollasse. L'énigme de la courbure semicirculaire des diverses régions des Préalpes entre le lac d'Annecy et le Lech s'explique par le fait de ce recouvrement, de même que l'interruption que créent les Préalpes à « facies chablaisien, » entre l'Arve et l'Aar, dans la bordure à facies dit « faucignien. » Les Préalpes du premier facies, forment, des deux côtés du Léman et du Rhône, une immense nappe de plis charriés qui a recouvert en partie la zone extérieure du flysch et poussé celui-ci par-dessus la mollasse miocène. Au bord du lac de Thoune et au bord de la vallée de l'Arve, les Préalpes à facies chablaisien se retirent; le charriage horizontal s'arrête pour elles, mais il atteint la nappe à facies faucignien (zone des Hautes-Alpes calcaires, zone du Dauphiné), qui vient glisser par-dessus les plis à facies chablaisien. Il y a sur ces deux lignes (vallées de l'Aar et de l'Arve), entrecroisement de deux systèmes de plis alternativement char-

riés; à l'E. de l'Aar et au S.-W. de l'Arve, les terrains chablaisiens s'enfoncent sous la nappe charriée des plis faucigniens. Les klippes des Giswylerstöcke, du Buochserhorn, du Stanzerhorn, les Mythen, etc., à l'E. de la ligne de l'Aar, de même que les Almes, le Mont-Sulens et les affleurements calcaires de Serraval, sont des écailles à facies chablaisien qui ont percé la nappe de recouvrement et ont même été entraînés avec celle-ci en devenant ainsi d'immenses blocs exotiques, des montagnes sans racines.

Ce sont ces nappes de recouvrement qui ont effacé les côtes d'érosion, où la mer éocène s'alimentait de débris de terrains cristallins, etc.

On voit que ces conclusions conduisent à la démonstration complète de l'hypothèse de Studer, qui admettait déjà des affleurements de roches cristallines, etc., sur le bord des Alpes et qui aurait été recouverts par des plis venus de l'intérieur des Alpes après avoir alimenté l'érosion de la mer éocène et des cours d'eau miocènes.

Il en ressort accessoirement que le bord des Alpes a dû avoir à l'époque miocène un aspect absolument différent de ce qu'il est de nos jours. Les Préalpes à facies chablaisien formaient encore une grande partie de la bordure des Alpes; même là, où le facies faucignien touche maintenant la mollasse, elles ont fourni aux poudingues miocènes une quantité de matériaux qu'on pourrait croire originaires des Alpes orientales.

Telle est, dans ses traits les plus saillants, cette nouvelle démonstration de l'évolution tectonique du versant N. des Alpes suisses et de Savoie. Elle permet de se faire une image de l'état de cette région à l'époque éocène, puis à l'époque miocène, et de rattacher à des causes probables l'origine du flysch et de ses brèches avec blocs anguleux, des klippes sans racines et des roches contenues dans les

poudingues de la mollasse. Nous reviendrons sur ce travail lorsqu'il sera imprimé.

M. JACCARD[1] a publié un compte rendu de la monographie des Hautes-Alpes vaudoises par M. Renevier (*Revue* pour 1890, 15).

M. EDM. DE FELLENBERG[2] a examiné à nouveau le coin de calcaire qui se trouve intercalé dans le gneiss à l'entrée de la vallée de Baltschieder (Haut-Valais). Entre le calcaire et le gneiss se voit par places une zone de cornieule et de dolomie; le coin calcaire lui-même se compose des éléments suivants : sur ses deux bords existe une grande épaisseur de calcaire cristallin et marmoréen, d'épaisseur variable, représentant le lias; dans le flanc inférieur (normal), il n'a que la moitié de la puissance qu'on observe dans le flanc supérieur (renversé) près de Kalkofen, où il est surmonté du trias et du gneiss. Au milieu se trouve du dogger, parfois entièrement écrasé, suivi de malm qui forme le rocher de Rothe-Kuh. C'est dans le calcaire cristallin, attribué au lias qu'ont été trouvées les Bélemnites; elles sont entièrement déformées, morcelées, et les interstices comblés de spath calcaire et de quartz. Tout atteste un métamorphisme mécanique puissant, suite de l'étirement et de la lamination des terrains.

M. SCHARDT[3] a été chargé d'une nouvelle étude du

[1] A. Jaccard. Les Hautes-Alpes vaudoises par M. Renevier. *Arch. sc. phys. et nat. Genève*, XXV, 1890, 307. *Eclogæ geol. helv.*, II. n° 3, 215.

[2] Edm. de Fellenberg. Coin de calcaire intercalé dans le gneiss. *C. R. Soc. géol. suisse. Frib. Actes Soc. helv. Sc. nat.* 1891. *Arch. sc. phys. et nat.* XXVI, p. 606. *Eclogæ géol. helv.* II.

[3] H. Schardt. Géologie du massif du Simplon. *C. R. Soc. vaud. Sc. nat.* 4 février 1890. *Arch.* XXV, 351. *Rapport sur le projet de 1890* (résumé et conclusions).

profil du Simplon en vue du dernier projet du tunnel (1890). Il a dressé une carte géologique de la région et un profil détaillé, rendant compte de la structure du massif et de la répartition des divers terrains le long de l'axe du tunnel.

Les schistes lustrés doivent être divisés en deux zones : les schistes argileux foncés, pauvres en mica, avec gypse et dolomie à leur base; puis les schistes siliceux-calcaires gris, très micacés à la surface des feuillets, tandis que l'intérieur a la texture d'un grès.

Le grand massif de schistes cristallins, de micaschistes, et surtout de gneiss schisteux, de schistes amphiboliques et chloriteux avec intercalations de calcaires saccharoïdes et de dolomies qui occupent toute la partie N. du massif du Simplon, forme un pli en V sur le versant S. du Wasenhorn, puis vient la voûte régulière dont le gneiss d'Antigorio constitue le noyau.

Sous ce gneiss, d'une épaisseur de plus de 400^{m}, se montre de nouveau du micaschiste brun et entre deux de la dolomie et du gypse. Ce dernier a l'aspect d'un gneiss, mais il doit être envisagé comme étant sédimentaire et formant des couches ou des lentilles entre le gneiss d'Antigorio et le micaschiste inférieur.

Alpes orientales. — La région des montagnes du Rhäticon, au contact des Alpes orientales et occidentales, renferme encore plus d'un problème à résoudre. Aux beaux travaux de Théobald, Richthofen, Mojsisovics et Gumbel, vient s'ajouter une nouvelle étude de M. Tarnuzzer[1] qui décrit les relations de ce massif avec les régions voisines.

[1] Dr Ch. Tarnuzzer. Der geologische Bau des Rhäticongebirges. *Jahresber. naturf. Gesellsch. Graubündens.* 1891, XXXV, 123 p., 14 fig.

Après une introduction orographique et historique, il énumère les terrains qui composent ce massif de montagnes, ce sont :

Flysch. Très répandu dans le Prättigau et certainement éocène. C'est le prolongemeut direct du flysch sans *Nummulites* de Ragaz. La limite occidentale au delà de la Landquart, du côté de la région des schistes grisons, est encore incertaine.

Crétacique. Représenté seulement par des lambeaux et des bandes étroites de néocomien (calc. à *Requienia, urgonien*) et de calcaire de Seewen (calc. rouge) qui seraient le prolongement des étages crétaciques du Calanda et des Churfirsten.

Jurassique. I. *Malm* avec facies tithonique; calcaire gris dolomitique plus ou moins foncé. II. *Dogger*, et III. *Lias* représentés en majorité par les schistes de l'Allgäu, schistes gris avec un facies de couleur rouge.

Trias sup. I. *Rhétien* ou couches de Kössen. II. *Grande dolomie* ou calc. inf. du Dachstein. II. *Couches de Raibl,* grès à *Equisetum* (keuper). III. *Calcaire de l'Arlberg.* IV. *Couches de Partnach.* V. *Calcaire de Virgloria* et schistes gris.

Trias inf. VI. *Calcaire de Gutenstein* et *C. de Werfen.*

Carbonifère. *Verucano* et *schistes de Casanna.*

Roches métamorphiques. *Schistes amphiboliques; micaschistes* à grenats avec passages nombreux au *gneiss* et aux schistes amphiboliques.

Roches massives. *Granit,* se rencontre localement sous forme de granit gneissoïde (Silvretta). La *diorite* se rencontre au Schwarzhorn, elle est riche en amphibole et feldspath vert clair. La *spilite* et la *serpentine* se rencontrent localement.

Les caractères de cette région sont remarquables. L'auteur établit l'âge franchement éocène des schistes du Prättigau et explique par un affaissement la ligne de dislocation entre ce terrain et la masse triasique de la chaîne du Rhäticon. Il démontre d'autre part la continuité directe entre les couches jurassiques et crétaciques de l'arête des Churfirsten et la bordure jurassique et crétacique du Prättigau qui s'intercale entre le flysch et le trias du Rhäticon, en plongeant, avec ce dernier, sous

le trias normal. Cette continuité peut être établie non seulement le long du Rhäticon proprement dit, au pied du Falknis, de la Scesaplana et de la Sulzfluh, dans le haut de la vallée de Partnum, mais encore dans le Rhäticon oriental, dans l'arête du Gabrishorn entre la Mittelfluh et Klosters, où la large zone triasique se réduit à une étroite bande renversée par-dessus le flysch et surmontée des schistes amphiboliques, des gneiss, etc., du massif de la Silvretta. Dans toute cette région, on n'avait indiqué jusqu'à présent que du trias; la présence du calcaire jurassique et du crétacique (urgonien et calcaire rouge) est désormais certaine.

Le pied du Falknis est encore remarquable par la présence d'un conglomérat polygénique, formé de roches cristallines granitiques et schisteuses, mêlées avec des calcaires; le tout réuni par un ciment calcaire. Il se trouve sur la limite du flysch et du jurassique.

L'auteur reconnaît encore l'alignement, le long de la ligne de fracture du Prättigau, d'affleurements de roches éruptives, serpentine, granit, spilite, etc.

M. Tarnuzzer, d'accord avec M. de Mojsisovics, conteste que la vallée du Rhin soit creusée entre Coire et le lac de Constance, le long d'une fracture transversale, faille ou décrochement; il fait remarquer que les plis du Säntis, des Churfirsten et du Calanda trouvent leur continuation directe sur la rive E. du Rhin. Le flysch du Prättigau se lie à celui de la vallée de la Tamina. Il explique l'arrêt subit de la masse triasique à facies austroalpin du Rhäticon par une interruption de la mer triasique le long de cette ligne. Certains facies à coraux du trias indiqueraient le voisinage de la rive du côté de l'ouest. L'auteur admet, avec M. de Mojsisovics, la présence

d'écailles multiples de recouvrement, produisant une véritable structure imbriquée dans le massif du Rhäticon, puis le puissant renversement dans l'arête de la Gäbrishorn. Enfin il définit, d'après Mojsisowics et Suess, les traits les plus saillants de la région d'affaissement du Prättigau.

L'étude de la composition des eaux thermales de Bormio (Valteline) a conduit M. Gümbel[1] a faire des recherches géologiques sur le massif de l'Ortler qui avoisine cette station balnéaire au N. Les sources de Bormio jaillissent d'un calcaire dolomitique foncé, très crevassé. Il y en a cinq principales ayant 35-39° C. Elles sont surtout riches en sulfates de chaux et de magnésie. L'auteur décrit l'origine et la composition des dépôts d'incrustation et des précipités ocreux que forment ces eaux, puis pour rechercher la provenance de ces matières minérales, il donne un aperçu sur la structure du massif de l'Ortler qui fait partie de la zone calcaire centrale des Alpes, zone autrefois continue, mais qui ne présente plus maintenant que des lambeaux isolés.

Il y constate la présence d'un synclinal très évasé des roches cristallines, sur lesquelles les terrains sédimentaires se superposent directement en concordance. Il décrit la stratigraphie de ceux-ci (verrucano-lias) et la composition chimique de certaines couches ou inclusions. Il arrive à trouver une succession analogue à celle qu'avait donnée Théobald pour les Alpes calcaires grisonnes.

Lias, analogue aux schistes de l'Allgäu avec *Belemnites*. Calcaires gris, blancs, rougeâtres.

[1] C.-W. Gümbel. Geologische Bemerkungen über die Thermen von Bormio und das Ortlergebirge. *Sitzungsber. der math. phys. Classe d. K. bayer. Akad. d. Wissensch.* 1891. XXI, 79-120.

Rhétien, Calcaire et marnes fossilifères.
Calcaires et dolomies de l'Ortler, se divisant en plusieurs massifs ayant à leur base du gypse.
Quartzite, fibro-onduleux (Flaserquartzit) tenant lieu de verrucano et des couches de Werfen.
Schistes cristallins.

Les sources de Bormio jaillissent, près de la base du massif triasique, des dolomies et calcaires de l'Ortler. Elles semblent descendre d'un point situé plus haut que leur issue actuelle. Leur composition s'explique par le voisinage du niveau gypsifère de la base du trias. Le voisinage du massif de l'Ortler, élevé de plus de 1500 m. au-dessus du point d'émergence des sources explique leur haute température, même en admettant que leur réservoir est alimenté par de l'eau de fusion de la neige.

PLATEAU. — M. MAILLARD[1] a complété ses études sur le mont Salève. Il montre au-dessous du plan de Salève, le valangien peu incliné au S.-E., chevauché sur les couches, presque verticales, du pied du versant N. de la montagne. Plus au S.-W., la voûte devient complète, mais les couches du versant N. sont toujours verticales, ce n'est qu'au pont de la Caille, que le torrent des Usses entame une voûte urgonienne parfaitement régulière, laissant apparaître dans son centre l'étage hauterivien, d'où jaillissent de nombreuses et abondantes sources et les eaux thermales des bains de la Caille. La montagne de la Balme reproduit la structure du Salève, déjettement et peut-être chevauchement de la voûte au N.-E; tandis que le coteau de Lovagny, coupé par la gorge du Fier, présente une voûte régulière comme à la Caille, mais sans affleurement

[1] G. Maillard. Note sur diverses régions de la feuille d'Annecy. *Bull. serv. carte géol. France.* N° 22, p. 3-9. 1891.

de l'étage hauterivien. Les chevauchements sur le versant N.-W. sont évidemment en relation avec des décrochements horizontaux qui entrecoupent ces chaînons. L'un suit la ligne du pont de la Caille et correspond à un déplacement de 2 kil. de la chaîne du Salève, au N.-E.; le second suivant l'axe de la faille du Vuache, accuse un déplacement notable de la montagne de la Balme par rapport à la colline de Lovagny.

Jura. — Le Jura méridional, entre le col de Saint-Cergues et les environs d'Annecy, où s'éteint la ligne orographique de la première chaîne jurassienne, fait l'objet d'une étude détaillée de M. H. Schardt[1]. Après avoir énuméré les publications géologiques ayant trait à cette région, l'auteur montre, dans un aperçu orographique, comment la première chaîne du Jura, qui présente au col de Saint-Cergues (1260^{m}) un plateau large de 5 kilomètres avec plusieurs plis néocomiens, se modifie peu à peu vers le S. en devenant une simple arête anticlinale bien plus élevée. Au N. de la cluse du Rhône, au Fort de l'Écluse, la chaîne change subitement de direction dans le massif du Grand Credo (1624^{m}) qui offre du côté du Rhône une profonde entaille en forme d'amphithéâtre, le Creux de Longeray. C'est dans ce creux que naît la grande faille de la montagne du Vuache. Cette montagne, beaucoup plus basse que le Grand Credo, n'est qu'une arête isoclinale, une demi-voûte à escarpement tourné vers l'ouest, qui se place sur le prolongement de la branche orientale de l'hémicirque de

[1] Dr Hans Schardt. Études géologiques sur l'extrémité méridionale de la chaîne du Jura (Reculet-Vuache). *Bull. Soc. vaud. sc. nat.*, 1891, XXVII, 92 p., 5 planches dont une carte géol. *Eclog. geol. helv.*, II, n° 3.

Longeray; la branche occidentale s'abaisse d'abord, puis elle forme encore le rocher jurassique de Léaz et disparaît enfin définitivement sur plus de 8 kilomètres; le long de la faille, il y a contact entre le jurassique du Vuache et le néocomien ou le tertiaire du flanc affaissé de cette voûte.

Près de Malpaz, où le ruisseau du Fornant traverse cette chaîne par une étroite gorge, se voit le phénomène géologique le plus intéressant de la chaîne du Vuache. Dès le village de Chaumont, l'urgonien du Vuache s'abaisse et disparaît sous la mollasse. Du côté opposé de la faille, les couches, affaissées jusqu'alors, se relèvent subitement et viennent former le Mont de Musiège (700^{m}). Les lignes de stratification de chaque côté de la faille sont donc disposées comme deux épées croisées. Au village de Malpaz, il y a contact entre l'urgonien des deux parties de la faille. Le Mont de Musiège s'arrête déjà à 2 kilomètres au S. de la cluse du Fornant, au bord de la vallée des Usses, dont le versant opposé ne laisse pas voir la continuation de la chaîne. C'est donc ici que se termine définitivement la chaîne du Vuache.

Cette faille, étrange sous plus d'un rapport, n'est pas la seule qui existe dans cette chaîne. La vallée synclinale de la Valserine, régulière sur son flanc occidental, offre, sur le versant oriental, un contact anormal par suite d'un pli-faille entre le miocène ou le crétacique du synclinal et le jurassique de la chaîne du Reculet. Sur un point, au S. du Reculet, la voûte est même entièrement renversée pardessus le synclinal écrasé.

La répartition des terrains dans cette chaîne est en accord avec les dislocations et les dénivellations. Dans le plateau élevé entre Saint-Cergues et les Rousses, les

plis renferment encore du néocomien; plus au S., où la chaîne s'isole, le jurassique seul en forme l'ossature, et le néocomien se retire assez bas sur les flancs. Ce n'est qu'au S. du Rhône, dans le Vuache, que le valangien d'abord, puis l'urgonien, viennent former la partie culminante de l'arête en raison de la faible altitude de celle-ci. Le Mont de Musiège, enfin, n'est qu'une demi-coupole d'urgonien avec un noyau valangien.

Les descriptions locales de la structure de cette chaîne et des terrains forme la majeure partie de ce mémoire. Nous en parlerons à propos des terrains.

L'auteur a cherché enfin à se rendre compte des causes qui ont produit la dislocation du Vuache et du Reculet. La carte géologique jointe à ce travail permet de se rendre compte surtout des mouvements horizontaux qui ont agi dans cette région limitrophe des Alpes et du Jura proprement dit.

On constate que la chaîne du Reculet, le Salève et les plis alpins entre Bonneville et Annecy sont sensiblement parallèles. L'alignement du Grand Crédo et du Vuache forme avec la direction des plis du Reculet un angle de près de 80°. Il faut admettre que le Vuache existait primitivement sous la forme d'une voûte peu élevée, allant jusqu'au Mont de Musiège. La dernière phase de dislocation a produit d'abord le renversement de la voûte du Salève, puis, en agissant longitudinalement sur la voûte du Vuache, cette poussée a surélevé seulement le flanc oriental de celle-ci, le long d'une ligne de décrochement, la faille du Vuache. C'est encore sur cette ligne que se trouve la montagne de la Balme, déplacée de 500 m. vers le nord par rapport à son prolongement la colline de Lovagny. Maillard la prolonge même jusque

dans le système alpin, pour expliquer le décrochement entre les plis sur les deux rives du lac d'Annecy.

M. F. OPPLIGER [1] a décrit la structure géologique de la vallée de la Limmat, autour du défilé où la Limmat perce le chaînon du Lägern, et les caractères superficiels qui sont les résultats de l'action de l'érosion. Sur son profil transversal, le chaînon du Lägern offre la forme d'une voûte déjetée au N., avec renversement du malm de la lèvre N. sur la mollasse. L'auteur examine occasionnellement les diverses explications qui ont été données sur l'origine de la source thermale de Baden, notamment celles de Mousson ,Heim, Moesch, Daubrée, etc.

FORÊT NOIRE. — MM. G. STEINMANN et GRÆFF [2] viennent de publier un guide géologique des environs de Fribourg en Brisgau. Les auteurs y décrivent les terrains constitutifs du massif de la Forêt-Noire, les gneiss, granits et roches porphyriques avec leurs variétés, le Kaiserstuhl, massif éruptif avec ses roches volcaniques et leurs inclusions minérales, puis les terrains sédimentaires du permo-carbonifère au malm, auquel se superpose le tertiaire (calcaires d'eau douce, grès et conglomérats) d'âges éocène, oligocène et miocène. Ils relèvent enfin les caractères des terrains quaternaires de la large plaine d'alluvion du Rhin.

[1] F. Oppliger. Dislocationen und Erosionen im Limatthal. *Jahresber. über das Lehrerseminar Wettingen.* 1890-91, 39 p. 2 pl.

[2] D.-G. Steinmann et Dr Græff. Geologischer Führer der Umgebung von Freiburg. *Freiburg i.-Br. Librairie académique.* S. C. B. Mohr (Paul Sübeck).

DEUXIÈME PARTIE

MINÉRAUX ET ROCHES

MINÉRAUX. — On n'est pas encore arrivé à donner une formule chimique de la composition de l'idocrase (vésuvian), dont on connaît pourtant plus de 50 analyses. Il résulte des calculs faits par M. KENNGOTT[1] d'après une quarantaine d'analyses que tous les idocrases avaient pour base un minéral de la constitution

$$4\,(2RO.SiO_2) + 2R_2O_3\ 3SiO_2$$

mais qu'il s'y trouve encore d'autres matières qui n'entrent pas dans cette formule; leur proportion en fait

[1] A. Kenngott. Uber die Zusammensetzung des Vesuvians. *N. Jahrb. f. Min. et Geol.* 1891. I, 200-207.

cependant un élément appréciable dans la composition de l'idocrase.

LITHOGENÈSE. — M. E. CHUARD[1] a analysé chimiquement la patine verte qui recouvre les objets de bronze antique ayant séjourné, soit dans la terre, soit dans les eaux et dans la vase des lacs suisses (palafittes).

Chez les objets trouvés dans la terre, on distingue une couche extérieure, épaisse de plusieurs millimètres, qui est de la malachite associée à de l'oxyde d'étain; la seconde couche, plus mince et plus adhérente, est de l'oxyde cuivreux.

Les bronzes ayant séjourné dans l'eau, à la surface de la vase, ne sont incrustés qu'à la face supérieure, libre; l'inférieure est restée presque métallique. Sous la croûte calcaire se trouve une couche verte de malachite, avec de l'oxyde d'étain, puis une mince couche d'oxyde cuivreux, cristallin et brillant.

Les objets restés enfouis dans la vase plus ou moins organique (4 °/₀ et plus), sont couverts d'une mince couche (0,2 à 0,1 mm.) d'une matière à éclat métallique et structure cristalline. C'est un mélange de bi-sulfure de fer et de sulfure de cuivre, avec une faible proportion d'étain, sans doute aussi sulfuré. Ce serait donc une chalcopyrite stannifère. Ces nouvelles observations montrent comment certains minéraux peuvent naître dans la nature par des influences aussi simples que généralement répandues.

ROCHES. — Les roches cristallines et massives du groupe du Mont-Blanc, forment le sujet d'un mémoire

[1] E. Chuard. Sur un mode de formation actuelle des minéraux sulfurés. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 27 juillet 1891. *Bull. Soc. vaud. sc. nat.* XXXVII, 1892, 298.

de M. MICHEL LÉVY [1], directeur du service de la carte géologique de France. On sait que Lory considérait le massif du Mont-Blanc comme un pli synclinal aigu, compris entre deux failles, ayant formé les vallées de Chamounix et d'Entrèves. D'après ce géologue, la protogine ne serait pas une roche massive, mais appartiendrait au groupe supérieur des schistes cristallins. Zaccagna, par contre, voit dans la protogine un facies massif du gneiss glanduleux, auquel elle passe graduellement. Les géologues italiens admettent, comme Alphonse Favre, dans le massif du Mont-Blanc, un pli en voûte écrasé.

M. Michel Lévy distingue trois zones principales de schistes cristallins. La plus occidentale, allant du Buet au Brévent, est composée de micaschistes feldspathiques à injections granulitiques, avec une traînée d'amphibolites et d'éclogites. La zone médiane comprend principalement des schistes micacés et roches cornées feldspathiques et amphiboliques, appartenant aux formes des roches métamorphiques paléozoïques; elle est comprise entre le glacier des Bossons, le col du Montet et Pierre-à-Bérard. La zone orientale qui touche la protogine, est composée en majeure partie de micaschistes assez semblables à ceux des deux zones précédentes. Il y a alternance de micaschiste à mica blanc et de granulite fine avec du gneiss glanduleux. Ces roches sont recoupées par des filons transversaux de granulite peu micacée. Ailleurs les roches cornées feldspathiques et amphiboliques alternent avec les micaschistes et sont accompagnées de quelques bancs de cipolin.

La protogine est considérée par M. Michel Lévy comme

[1] M. Michel Lévy. Etude sur les roches cristallines et éruptives des environs du Mont-Blanc. *Bull. serv. carte géol. France.* N° 9, 1890, 26 p., pl. 4.

une roche éruptive; c'est un granit pegmatoïde, pauvre en mica noir et en mica blanc et riche en microcline et en anorthose. En somme, la protogine est généralement peu variée; sur un point, à l'aiguille du Charmoz, elle contient de l'émeraude bleuâtre. Partout la protogine renferme une grande quantité de fragments grisâtres ou noirâtres, nettement schisteux ou à facies grenu, parfois avec noyaux feldspathiques qui leur donnent un aspect porphyroïde. Faut-il y voir avec M. Rosenbusch des ségrégations de première consolidation, ou bien sont-ce des fragments de schiste, percés par la protogine et empâtés dans son magma? Les observations stratigraphiques et l'étude micrographique paraissent démontrer clairement que cette dernière explication est la vraie.

C'est du côté du contact avec les schistes cristallins que ces inclusions sont les plus nombreuses. Leur texture rappelle certaines variétés de roches de contact; il y en a qui sont schisteuses et se rapportent à des leptynites grenus.

Le contact entre la protogine et les schistes cristallins de la troisième zone est surtout remarquable par les apophyses filoniennes que la protogine envoie dans ces derniers; démonstration irrécusable de la nature éruptive de cette roche. On constate même la connexion de ces filons de plus en plus ramifiés, avec les injections granulitiques des schistes. Alphonse Favre connaissait ces filons, mais il les a cru distincts de la protogine qui lui paraissait être une roche stratifiée. La protogine est donc une roche éruptive; elle se distingue nettement des gneiss, contrairement à l'avis de Rosenbusch qui admet la formation de véritables gneiss, au dépens de la protogine, par dynamométamorphisme.

La région du Mont-Blanc renferme encore un véritable granit, considéré depuis longtemps comme tel, le granit de Valorsine; il est plus riche en mica et moins déformé par les actions mécaniques que la protogine. On y distingue les variétés suivantes :

I. Granit rappelant les variétés de granit gris porphyroïde, à grain moyen, du plateau de France.

II. Filonets de granulite traversant ce granit; ils sont riches en mica et accompagnés de veinules de tourmaline et de quartz.

III. Microgranit et microgranulite. Les microgranits sont remarquables, au point de vue pétrographique, par la présence de cristaux de grande dimension accusant une première phase de consolidation, et d'un magma microgranulitique produit par la seconde phase, pendant laquelle les grands cristaux d'orthose et de quartz ont continué à s'accroître, empâtant des grains du microgranulite.

Le granit de Valorsine envoie de nombreuses ramifications et injections dans les schistes micacés et amphiboliques au contact desquels il se trouve.

L'auteur établit les faits suivants :

1. La protogine du Mont-Blanc est une roche granitique franchement éruptive.

2. Elle perce, disloque et injecte les micaschistes et même les schistes précambriens.

3. Les variétés de passage à des gneiss et à des schistes chloriteux sont dues, en partie à une grossière schistosité d'origine mécanique, en partie à une fine injection de la roche granitique, lit par lit, dans les schistes voisins.

4. Le granit de Valorsine perce, disloque et injecte des schistes précambriens et les transforme localement en véritables gneiss.

5. Ces schistes précambriens constituent une partie notable du versant oriental de la chaîne des Aiguilles-Rouges

et du versant occidental de la chaîne du Mont-Blanc; le reste des schistes cristallins voisins appartient aux mica-schistes, aux chloritoschistes et aux amphibolites qui leur sont subordonnés. Il n'y apparaît pas de gneiss feuilleté, ni de gneiss granitoïde ancien.

L'origine de la protogine a encore été examinée par MM. DUPARC et MRAZEC[1] à Genève, d'après des échantillons pris sur les nombreux blocs erratiques de protogine qui recouvrent le flanc S.-E. du Mont-Salève près Genève. Ils concluent d'après leurs analyses chimiques et microscopiques que la protogine est une roche granitoïde, intermédiaire entre le granit et la granulite. La composition des fragments souvent anguleux, empâtés dans la protogine, étant différente de celle de cette dernière roche, ils attribuent leur provenance aux terrains traversés par la protogine au moment de son éruption. Ces fragments étrangers ont une texture schisto-cristalline; c'est un schiste feldspathique ou gneiss micacé. Dans certains cas on voit une transition insensible entre les fragments de roche étrangère inclus et de petits amas de mica disséminés dans la protogine. Il en faut conclure, d'après ces auteurs, qu'une partie de ce mica est de formation postérieure à l'éruption de la protogine et issu de l' « assimilation » des schistes traversés.

Nous rappelons ici les études de M. Graeff[2] sur les relations entre la protogine du Mont-Blanc et les roches porphyriques qui l'accompagnent. (*Revue* pour 1890, p. 35).

[1] L. Duparc et L. Mrazec. Recherches sur les roches étrangères enfermées dans la protogine erratique du Mont-Blanc. *Arch. Sc. phys. et nat.* Genève. XXV, 1891, 655-668, 1 pl.

[2] Studien am Mont-Blancmassiv. *Zeitschrift d. deutschen geol. Gesellsch.* 1890, 601.

M. Alb. Brun [1] a signalé la découverte qu'il a faite de roches à olivine, au Plan Bertol sur la rive droite du glacier d'Arolla. Il a reconnu un gabbro à olivine pauvre en feldspath, passant à la péridotite. La serpentine à olivine n'est composée que de péridot et de diallage; le premier est plus ou moins serpentinifié, le second presque entièrement transformé en amphibole, faisant couronne autour des péridots anciens.

Un schiste graphitoïde de l'Alpe Ahorni (Trift, Alpes bernoises), exploité momentanément comme graphite, ne contient, d'après l'analyse de M. A. Baltzer [2], que 8.44 °/₀ de carbone; le reste est de l'alumine, de la silice, de l'oxyde de fer et de la chaux. Ces schistes graphitiques appartiennent à la zone de schistes séricitiques, que l'on regarde comme paléozoïques, sans qu'il soit possible de les rapporter à aucun niveau défini; il n'y a pas de motifs précis pour en faire du carbonifère.

GÉOLOGIE DYNAMIQUE, DISLOCATIONS, ÉROSIONS, ETC.

Métamorphisme. — Il existait jusqu'à présent une grande divergence entre les géologues italiens et français dans la détermination de l'âge des schistes lustrés. Lory les considérait comme représentant le trias; Gastaldi, et plus récemment Zaccagna et Mattirolo, placent les schistes lustrés ou calschistes du Mont-Cenis au-dessous des ter-

[1] Alb. Brun. Roches à olivine. *C. R. Soc. de phys. et d'hist. nat.* Genève, 5 nov. 1891. *Archives,* XXVII, 127.

[2] A. Baltzer. Graphitschiefer oder Graphitphyllit von der Alp Ahorni. *Sitzungsber. Naturf. Gesellsch.* Berne, 3 mai 1890.

rains anthracifères. MM. BERTRAND et POTIER[1] ont visité, avec ces derniers géologues, les profils qui ont conduit à ces nouvelles affirmations. Ils déclarent se rallier entièrement à leur avis. Lory a évidemment été induit en erreur par une fausse apparence de régularité dans la succession des couches, à la sortie du tunnel, entre Bardonnèche et Savoulx. C'est par suite d'un renversement que les schistes lustrés paraissent supérieurs aux calcaires magnésiens et aux quartzites du trias, fait qui se répète encore en face de Salbertrand. L'étude des terrains des Alpes centrales montre qu'il y a des schistes lustrés de tout âge, depuis le carbonifère jusqu'au flysch; le métamorphisme produit des résultats analogues par son action sur les terrains les plus divers.

DISLOCATIONS. M. SCHARDT[2] a cherché à expliquer le fait que dans le groupe des Dents du Midi et des Tours-Salières, le néocomien présente une série de replis superposés en forme de lacets, parmi lesquels les plis anticlinaux sont absolument privés, dans leur centre, de terrains plus anciens, soit de jurassique; ce dernier terrain, disposé aussi en plis couchés, forme à lui seul les Tours-Salières. M. Schardt suppose que le néocomien s'est détaché de la grande voûte jurassique pendant le renversement et s'est plissé indépendamment du jurassique en accentuant les plis déjà ébauchés. L'ensemble des Tours-Salières et des Dents du Midi, plis couchés reposant sur un synclinal acculé contre le massif cristallin des Aiguilles-Rouges,

[1] Marcel Bertrand. Sur les schistes lustrés du Mont-Cenis. *Bull. Soc. géol. France.* 1889, XVII, 880-884.

[2] H. Schardt. Théorie des plis déjetés et couchés des Dents du Midi. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* C. R. 17 déc. 1890; *Arch. Sc. phys. et nat.* XXV, 237.

pourrait s'expliquer comme résultant du glissement de la nappe sédimentaire sur la surface inclinée des terrains anciens.

Discordance. — M. Renevier [1] a consacré une notice spéciale à un cas de contact anormal qui se voit dans la vallée de la Grande-Eau sur Aigle (Alpes vaudoises), entre le dogger ou le malm d'une part et le rhétien, le lias inférieur ou le toarcien d'autre part. Il explique par une transgression le contact franchement discordant des couches qui sont, de part et d'autre, en position renversée. Il conteste l'explication émise par M. Schardt que ce contact anormal soit dû à un simple glissement, en rapport avec l'énorme dislocation qui a renversé les couches dans toute cette région, et il pense que le plus simple serait de croire à une superposition transgressive du dogger sur le lias et le rhétien. Les terrains en transgressivité ayant été renversés ensemble, M. Renevier appelle ce phénomène une transgressivité inverse (plutôt renversée). Il en cite plusieurs cas analogues.

Lambeaux de recouvrement. — M. Bertrand [2] a décrit un nouveau cas, observé dans le midi de la France, de plis couchés et de recouvrements, dont il avait déjà donné de si frappants exemples : au-dessous du Fort Ste-Marguerite, près Toulon, se montre, au milieu du conchylien, un étroit affleurement de phyllade, sur une longueur de 500 mètres. Un tunnel conduisant à la mer les eaux de l'Eygoutier devait passer sous cet affleurement ; il est

[1] E. Renevier. Transgressivité inverse. *Bull. Soc. vaud. sc. nat.* XXVII, 1891, 63-68. *Eclogæ geol. helv.* II, n° 3, 247-252.

[2] Marcel Bertrand et Zürcher. Sur un témoin d'un nouveau pli couché près de Toulon ; phyllades superposés au trias. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 11 mai 1891.

resté, dans toute sa longueur, dans le trias, sans toucher aux phyllades. Ces derniers n'ont donc pas de racines dans la profondeur. Ce lambeau ne peut provenir que d'un massif, aujourd'hui submergé, qui existait au S. de cette région. Il y a donc eu trajet horizontal d'au moins cinq kilomètres. Les terrains du massif cristallin des Maures auraient ainsi participé aux bouleversements des terrains plus récents.

Nous devons déjà à M. Bertrand une étude sur les remarquables plis couchés et recouvrements de la chaîne de la Ste-Beaume, au N. de Toulon. M. ZÜRCHER[1], ingénieur des ponts et chaussées, vient de donner une description détaillée du prolongement de cette chaîne du côté de Brignoles. Il y retrouve tous les terrains, du conchylien au danien, avec les mêmes plis renversés, conduisant à des chevauchements et à des recouvrements ; ce sont le lias, l'infralias, et même le trias, reposant sur le sénonien et sur le danien, tantôt en nappe continue, tantôt en lambeaux isolés par l'érosion. Tous ces plis ont été poussés vers le nord.

M. CAREZ[2] a constaté dans les Pyrénées de l'Aude, des lambeaux de recouvrement, qui rappellent ceux constatés par M. Bertrand près de Draguignan et du Beausset. Il a reconnu, au-dessus des marnes sénoniennes à *Micraster*, des lambeaux souvent discordants de calcaire urgonien et même du jurassique.

KLIPPES. — M. UHLIG[3] a publié une étude complète

[1] Ph. Zürcher. 1. Note sur la continuation de la chaîne de la Ste-Beaume. *Bull. carte géol. France.* N° 18, 1891, 25 p. 4 pl.

[2] L. Carez. Note sur l'existence de phénomènes de recouvrement dans les Pyrénées de l'Aude. *Bull. carte géol. France.* N° 3, 1889, 7 p. 1 pl.

[3] Dr Victor Uhlig. Ergebnisse geologischer Aufnahmen in den

de la région des klippes des Karpathes de la Galicie occidentale. Quoique cette région ne soit nullement comprise dans le cadre de notre Revue, nous signalons cette étude à l'attention des géologues parce que les conditions, dans lesquelles se trouvent les klippes dans certaines parties des Alpes suisses, ne sont pas sans analogie avec ce que les études remarquables de M. Uhlig ont permis de constater dans les Karpathes.

Ces klippes sont formées de terrains mésozoïques et apparaissent au milieu d'une masse de schistes et de grès attribués au crétacique supérieur et à l'éocène inférieur.

L'auteur distingue des zones et des groupes de klippes qui diffèrent autant par leur structure que par le facies de leurs terrains. Mais, dans un même groupe, les mêmes allures prédominent toujours.

Le facies du malm a permis de distinguer deux types de klippes. Celles à roches fossilifères sont petites et extrêmement nombreuses; elles varient de quelques mètres à 500 mètres de longueur. Ce sont des pointements isoclinaux de couches sans apparence de plissements, tantôt inclinés, et dans ce cas alignés en cordons, ou horizontaux et réunis en groupes.

Les grandes klippes sont formées de puissants massifs de calcaires, du facies à rognons siliceux, presque sans fossiles; elles sont peu nombreuses, mais il y en a qui ont plusieurs kilomètres de longueur. Les klippes de ce type ont ordinairement la structure de plis écrasés à flancs isoclinaux. Les zones des klippes, appartenant à ces deux facies bien distincts, alternent au moins deux fois.

Westgalizischen Karpathen. II. Der Pieninische Klippenzug. *Jahrb. k. k. geol. Reichsanst.* Vienne, XL, 559-824, 2 pl.

Bien que les couches de l'enveloppe crétacique et éocène soient souvent concordantes avec les bancs des klippes, il y a, à de faibles distances, de grandes irrégularités dans leur plongement; certaines discordances et la présence de bancs de conglomérats accusent des érosions avant la dislocation des klippes. M. Uhlig suppose que la région présentait alors l'aspect d'un archipel et que les dislocations, agissant différemment sur les roches calcaires que sur les schistes ambiants, ont morcelé les bancs calcaires, sans qu'il soit possible, dans l'état actuel, de définir la part exacte qui revient à chacune de ces influences.

L'auteur mentionne, en terminant, les diverses explications qui ont été données pour la genèse des klippes et insiste sur la nécessité de distinguer entre klippes d'érosion et klippes tectoniques. Il voudrait réserver le nom de klippes au premier type.

Galets. — M. Baltzer[1] a fait plusieurs observations sur la présence d'anneaux de contusion (*Schlagringe*) sur les galets des dépôts morainiques. Ce phénomène, très habituel sur les galets des alluvions fluviatiles, n'a pas encore été mentionné sur ceux des moraines. C'est sur les quartzites qu'il est le plus nettement marqué.

Charriage et sédimentation. — M. Duparc[2] a fait des études sur la nature et les quantités des matières minérales contenues en dissolution ou en suspension dans les eaux du lac d'Annecy et de ses affluents (eaux des torrents et eaux sauvages, eaux d'infiltration, eaux de sources du fond du lac, eaux de pluie).

[1] A. Baltzer, *Sitzungber. naturf. Geselsch.* Berne. 1er février 1890.

[2] A. Duparc. Sur le lac d'Annecy. *C. R. Soc. géol. suisse. Arch. soc. helv. Sc. nat. Fribourg.* 1891. *Arch. Sc. phys. et nat.* XXXVI, 609. *Eclogæ geol. helv.* II. nº 5.

L'auteur est conduit à penser que l'eau du lac d'Annecy contient moins de matières dissoutes (carbonate de calcium) que l'ensemble des eaux de ses divers affluents et que cette décalcarisation ne peut s'expliquer que par l'action de la vie organique (précipitation organogène).

M. DUPARC[1] a communiqué à plusieurs reprises déjà des études faites sur les matières minérales en suspension et en dissolution, charriées par les eaux de l'Arve à Genève. Il a formulé des conclusions sur le régime et les actions de transport de ce torrent. Ces recherches, qui ont été faites par M. BAEFF,[2] ont été publiées par cet auteur dans un mémoire spécial. Il en résulte que les matières solides transportées sont en rapport, soit avec les variations de la température suivant les saisons, qui influent sur les affluents glaciaires de ce torrent, soit avec les précipitations atmosphériques qui se produisent dans son bassin hydrographique.

LACS. M. le professeur FOREL[3] a exposé un ensemble de vues sur la genèse du lac Léman (*Revue* pour 1890, 49). Il distingue trois phases dans la formation de ce lac.

1. Phase du surexhaussement des Alpes de 500-1000 m. au-dessus du niveau absolu actuel et creusement de la vallée du lac.

[1] Duparc et Baeff. L'érosion et le transport dans les rivières torrentielles et affluents glaciaires. *C. R. Acad. sc. Paris.* 26 juillet 1891. *C.R. Soc. géol. suisse* et *Soc. helv. sc. nat. Fribourg.* 1891. *Archives sc. phys. et nat.* XXVI. 613 et XXV. 241. *Eclogæ geol. helv.* II. n° 6.

[2] B. Baeff. Les eaux de l'Arve. *Thèse fac. sc. Genève.* 1891, 85. p. 3 pl.

[3] F.-A. Forel. La genèse du lac Léman. *C. R. Soc. helv. sc. nat. Fribourg.* 1891. *Archives sc. phys. et nat.* XXVI. 1891. 597. *Eclogæ geol. helv.* II.

2. Phase d'affaissement des Alpes jusqu'à l'altitude actuelle; formation d'une contre-pente sur le cours de la vallée et création du lac.

3. Phase de comblement par les alluvions, qui continue encore de nos jours.

C'est le surexhaussement des Alpes qui aurait donné lieu au développement des grands glaciers diluviens et, comme cette hypothèse peut s'appliquer à toutes les régions où l'on a constaté des traces de grands glaciers anciens, la période glaciaire s'expliquerait sans qu'il y ait lieu de recourir à des changements climatologiques d'ordre cosmique.

Les sondages, exécutés sous la direction de M. l'ingénieur A. DELEBECQUE[1] dans le lac d'Annecy, ont démontré que les berges de ce lac avaient un talus fort inégal, correspondant à sa forme irrégulière. Les talus sous-lacustres sont rarement inférieurs à 20°; ils atteignent parfois 40°. Au pied du roc de Cheire existe un escarpement sous-lacustre de 42^m. La profondeur maximum est de $64^m,70$ dans le bassin du nord, et de $55^m,20$ dans celui du sud; entre eux se trouve une barre qui peut être attribuée au fait que la montagne de Veyrier est le correspondant de celle du Duingt, dont elle a été séparée par l'érosion, après avoir subi un décrochement horizontal. Plusieurs autres éminences du fond du lac doivent être attribuées à des dépôts morainiques. Le point le plus intéressant est l'entonnoir du Boubioz qui accuse, à 200^m de la rive, non loin d'Annecy, une profondeur de $80^m,60$; son sol est rocheux. C'est

[1] A. Delebecque et L. Legay. Note sur les sondages du lac d'Annecy. *Annales des ponts et chaussées. Paris.* Mars 1891. 14 p. 1 pl.

sans doute l'émissaire d'une source[1] (*Revue* pour 1890, 52).

M. F.-A. FOREL[2] a analysé la forme sous-lacustre du bassin du lac de Joux, tel qu'il ressort des sondages de M. Hörnlimann. Le bassin du lac offre 10 monticules sous-lacustres dits « monts, » dont le sommet se trouve, pour quelques-uns, à quelques mètres seulement de la surface. M. Forel est tenté d'y voir des pointements de jurassique supérieur, plutôt que des moraines. Quant au bassin du lac lui-même, M. Forel l'attribue à l'érosion et suppose pour cela l'ancienne existence d'un ou plusieurs entonnoirs au fond de la cuvette, dont l'obstruction aurait donné lieu au remplissage du lac[3].

ÉROSION.—D'après une communication de M. BALTZER[4], les travaux de déblaiement pour l'établissement de la nouvelle gare de Berne ont mis à découvert, sur la roche mollassique qui forme là *Schanze,* au-dessous d'un dépôt de moraine de fond sableuse, un ancien lit de torrent glaciaire, large d'environ 6^m et d'une profondeur de 3^m ; ce torrent venait du NW. Sur son parcours se trouvent plusieurs marmites d'érosion, dont l'une est profonde de 2^m et d'une largeur de $2^m,50$.

[1] Les mêmes. Sur la découverte d'une source au fond du lac d'Annecy. *C. R. Acad. Sc. Paris.* 29 avr. 1891.

[2] F.-A. Forel. Lac de Joux et lac Brenet. *C. R. Soc. vaud. Sc. nat.*; *Archives Sc. phys. et nat.* 1891, XXVII, 250.

[3] Le même phénomène explique l'origine du lac des Brenets sur le cours du Doubs. Les sondages récents de M. Delebecque ont même conduit à la découverte de l'entonnoir de cette ancienne perte du Doubs. Lorsque le Doubs est à l'étiage, il n'y a pas de trop plein ; les voies souterraines suffisent alors au débit de la rivière.

[4] A. Baltzer. Riesentöpfe bei Bern. *Sitzunsgber. naturf. Gesellsch. Berne,* 1890, 1er fév.

Les conditions hydrographiques de la vallée de Joux sont remarquables, on le sait, puisque ce bassin, sans issue superficielle, alimente cependant la grande source de l'Orbe, près Vallorbes. M. GAUTHIER[1] a recueilli récemment quelques renseignements sur les voies souterraines qui alimentent cette grande source.

Les deux versants de la vallée contrastent au point de vue de l'abondance des eaux. Le versant E. offre de nombreuses et belles sources, tandis que le versant W. en est entièrement privé. Son sol, formé de calcaire jurassique supérieur, crevassé, agit comme une éponge en absorbant l'eau de la pluie. C'est aussi sur cette rive que se trouvent les entonnoirs qui servent d'écoulement aux eaux des lacs de Joux et Brenet. Étant donné que le lac de Joux ne reçoit par ses affluents superficiels que $3^{m^3}18$ d'eau par seconde, tandis que la source de l'Orbe à Vallorbes débite $4^{m^3}86$, M. Gauthier pense que le cours d'eau souterrain est alimenté encore par d'autres voies que le lac. Cela paraît fort probable, puisque les entonnoirs absorbants se trouvent échelonnés sur toute la rive gauche de la vallée et que c'est précisément sur ce versant que les sources font défaut, quoiqu'il y tombe plus de pluie et de neige que dans aucune partie du Jura suisse (2 m. par an).

Ce qui est encore plus concluant, c'est qu'à l'époque de fortes pluies et de la fonte rapide des neiges, plusieurs des entonnoirs regorgent de l'eau au lieu d'en absorber; l'existence d'un cours d'eau souterrain à niveau variable devient donc extrêmement probable.

[1] L. Gauthier. Contribution à l'histoire naturelle de la vallée du lac de Joux. *Bull. Soc. utilité publ. du canton de Vaud.* 1890.

TREMBLEMENTS DE TERRE. — L'année 1891 a été pauvre en tremblements de terre. Celui du 20 janvier 1891 n'a eu qu'une faible intensité. Il a été ressenti en Italie, en France et en Suisse. D'après la note de M. DENZA [1], son aire d'extension comprend le versant méridional et oriental des Alpes pennines et quelques points des Alpes lépontiennes. Au nord des Alpes, où il a été senti à 4 h. 16 m. du matin, sa zone d'extension a occupé toute la région occidentale et centrale de la Suisse, les départements de l'Ain et de la Savoie et le versant occidental du Jura jusqu'à Bourg-en-Bresse et Belfort. En Piémont, on a distingué trois secousses à 4.10, 4.30 et 5.10. L'intensité maximum correspond au n° 5 de l'échelle Rossi-Forel. C'était sans contredit un mouvement tectonique.

On a signalé des secousses en Suisse, le 20 juin 1891, le 17 décembre dans les Préalpes vaudoises (Rossinière) et le 21 décembre à Brigue, à Viège et dans la vallée de Conches.

CHALEUR SOUTERRAINE. — M. l'ingénieur J. MEYER [2] a publié une notice sur les études faites jusqu'à présent sur la température dans l'intérieur des massifs montagneux et les prévisions qu'il y a lieu de formuler au sujet du percement proposé du Simplon. Il analyse à cette occasion les travaux récents de MM. Stapff, Lommel, X. Imfeld (inédit), de Stockalper (inédit), Heim et Renevier. En tenant compte, dans la mesure du possible, du relief du sol, et du coefficient de conductibi-

[1] Fr. Denza. Terremoto del 20 gennaio. *Atti dell' acad. pontif.* Rome, XLIV, 1891, 181-185.

[2] J. Meyer, ingénieur. De la chaleur centrale dans l'intérieur des massifs, etc. *Bull. Soc. vaud. sc. nat.* XXVII, 1891, 17-32.

lité des roches, on obtient pour les divers profils du tunnel du Simplon les températures maxima suivantes, dans lesquelles il faut tenir compte d'une erreur possible de ± 3°.

1 Tracé droit 1878, — 18 km. 507 m. — 47°5.
2 Tracé droit 1882, — 19 km. 639 m. — 38°.
3 Tracé coudé I 1882, — 19 km. 695 m. — 36°5.
4 Tracé coudé II 1882, — 20 km. — 34°9.

Le tracé nouveau 1890 est à peu de chose près le même que le tracé 2 (1882 droit); il faut donc prévoir les mêmes températures.

Au St-Gothard la plus haute température observée a été 30°75. Le Mont-Blanc fait prévoir 53° centigrades.

Enfin l'auteur examine les divers moyens utilisables pour abaisser pendant les travaux la température de l'air à l'intérieur des tunnels.

TROISIÈME PARTIE

TERRAINS

TERRAINS ARCHÉIQUES

TERRAINS CRISTALLINS. — M. F. VIRGILIO[1] a fait une étude sur les terrains de Valmontey (Aoste) et il a examiné la position des gneiss et des schistes cristallins. Il arrive à la conclusion que le gneiss central fondamental ancien, porphyroïde et avec passage local au granit, n'est pas une roche d'origine ignée. Il est surmonté par les roches cristallines de la zone de la pierre verte. Le tout appartient à l'ère archéenne, soit prépaléozoïque.

[1] Dr Franc. Virgilio. Il Vallone di Valmontey in Val di Cogne. Turin, 1890; 11 p.

SCHISTES CRISTALLINS. — Le Congrès géologique international de Londres en 1888 avait mis à l'ordre du jour une discussion sur les schistes cristallins, ce qui a provoqué la présentation de huit mémoires, dus à MM. STERRY-HUNT, HEIM, LORY, J. LEHMANN, MICHEL-LÉVY, A.-C. LAWSON, K.-A. LOSSEN et à un groupe de quatre géologues américains[1]. Les mémoires de MM. HEIM et LORY touchent surtout aux conditions dans lesquelles on trouve les schistes cristallins dans les Alpes. M. Lory les croit, dans leur ensemble, tous d'origine hydrothermale, tandis que M. Heim, insistant sur le fait de l'influence extrême du métamorphisme mécanique dans les Alpes, fait ressortir que beaucoup de schistes cristallins ne doivent leur structure qu'à cette influence, et qu'il faut étudier ces terrains dans des régions non disloquées, pour se rendre compte de leur genèse véritable.

M. STAPFF[2] fait des objections au travail de M. Bonney sur l'âge des schistes cristallins des Alpes lépontiennes et leurs relations avec les roches mésozoïques. M. Bonney n'admet pas l'identité des schistes grenatifères noirs du St-Gothard et des schistes tachés de noir avec Bélemnites du col de Nufenen; M. Stapff a déjà exprimé cette opinion depuis 1875. Aux Nufenen, il y a deux sortes de schistes noirs tachetés. L'un contient des grenats; dans l'autre, il y a des grains et des cylindres d'un minéral zéolitique. Mais les schistes noirs à grenats

[1] Études sur les schistes cristallins. *Compte rendu du Congrès géol. int. de 1888 à Londres*, 1891.

[2] Dr F.-M. Stapff. Remarks on Prof. Bonney's paper « On the crystalline Schists and their relation to the mesozoics rocks in the lepontine Alps. » *Geolog. Magazine*, London, IX, 1892; 31 p., 1 planche.

des Nufenen peuvent être parallélisés avec ceux du col d'Oberalp. Quant au groupe des *micaschistes gris*, M. Stapff l'avait divisé comme suit :

Dolomies à l'entrée sud du tunnel, de 37-90 m.
Micaschistes gris à grenats, de 90 à 1142 m.
» verts et noirs à grenats, de 1142-1833 m.
» feldspathiques et roches amphiboliques, de 1833-3178 m.

Les schistes du Val Piora de M. Bonney rentrent dans la seconde série, les micaschistes gris à grenats, et les schistes du Val Tremola à la troisième série.

Certains lits de ces micaschistes sont parsemés de cristaux de staurolite, cyanite et disthène. Ils apparaissent de même sur le versant opposé de la vallée du Tessin. Il y a aussi des micaschistes calcarifères, de même que des schistes séricitiques calcarifères, puis des calcaires intercalés, dans lesquels on reconnaît l'action du métamorphisme. Ils fournissent la preuve de l'origine sédimentaire des micaschistes divers qui les entourent. On a même trouvé dans un micaschiste amphibolique des graviers roulés. Les dolomies, cornieules, marbres, cipolins, etc., se trouvent en alternances nombreuses. La présence de micaschistes dans certains bancs dolomitiques ne paraît pas être toujours le résultat d'un remaniement de dépôts préexistants, ce qui conduirait à déclarer les dolomies plus récentes que les micaschistes. Ces inclusions de micas blanc, gris ou verdâtre paraissent avoir été formées sur place, soit au moment du dépôt, soit plus tard; d'autres fois, ces minéraux paraissent avoir pénétré dans la dolomie par des actions mécaniques. L'alternance de cornieules bréchiformes avec des dolomies homogènes s'explique difficilement par des actions

mécaniques, qui doivent avoir agi avec égale intensité sur toutes les couches. M. Stapff croirait plutôt à une composition primitivement différente et à des influences chimiques qui peuvent avoir agi exclusivement sur l'un ou l'autre lit et laisser intacts des bancs intermédiaires, tels que les gypses, anhydrites, etc.

L'auteur discute ensuite l'explication des contacts anormaux entre les cornieules, dolomies, etc., et les schistes cristallins, par des failles ou par des plis.

Il rappelle les restes organiques découverts par lui dans diverses couches du tunnel du St-Gothard et dont M. Bonney conteste la nature organique, les désignant de pseudo-organismes. Il maintient son opinion et cite à l'appui celle de M. Moebius, qui déclare avoir reconnu, dans deux coupes minces, une structure organique.

En dernier lieu, l'auteur donne un aperçu de la classification et la succession des roches cristallines du St-Gothard.

TERRAINS PALÉOZOÏQUES

Carbonifère. — Dans une note sur le carbonifère et le permien (Rothliegendes) de la Forêt-Noire, M. F.-V. Sandberger [1] cite d'abord un terrain douteux, schiste noir fragmenté, anthracifère, qui se trouve sous le permien, entre Kandern et Schopfheim. Il a trouvé une formation analogue, accompagnée de grès et poudingues,

[1] F.-V. Sandberger. Ueber Steinkohlenformation und Rothliegendes im Schwarzwald und deren Floren. *Jahrb. k. k. geol. Reichsanst.*, Wien, 1890, XL, 77-102.

près de Schönau, Badenweiler et Oberweiler, etc., où elle appartient certainement au carbonifère inférieur (culm inf.); on en connaît les fossiles suivants :

Cardiopteris Hochstetteri,
» *frondosa*,
Archæopteris dissecta,
Adiantites tenuifolius,
Lepidodendron Veltheimi,
Ulodendron sp.,
Cordaites aff. tenuistriatus.

Le culm supérieur renferme le seul niveau exploitable de houille dans la Forêt-Noire; ce terrain se rencontre dans le voisinage d'Offenburg, à 71 kilomètres plus au nord des points mentionnés; on en possède une nombreuse série de plantes fossiles.

Le carbonifère supérieur n'existe pas dans la Forêt-Noire méridionale, mais il forme, comme on sait, plusieurs bassins isolés dans la région N. et centrale. L'auteur décrit ces gisements et leurs flores. L'épaisseur des couches traversées par des forages varie de 40 à 150 m.

Un chapitre spécial est consacré au permien (Rothliegendes) et sa flore, dans le nord de la Forêt-Noire. L'auteur décrit plusieurs espèces nouvelles de végétaux et cite un insecte (*Blattina*).

Permien. — Le vieux grès rouge (Rothliegendes = permien) des Vosges est l'objet d'une étude de MM. Benecke et v. Werveke [1]. Ces auteurs donnent dans ce mémoire des renseignements précis sur les conditions de gisement de cette formation, qui repose tantôt sur le terrain primitif, gneiss et granit, tantôt sur le houiller. Ils en décrivent la succession des couches, le facies, et

[1] E.-W. Benecke et L. von Werveke. Ueber das Rothliegende der Vogesen. *Mittheil der geol. Landesanst. v. Elsass-Lothringen*, 1890, III, 45-103.

citent les fossiles trouvés. Nous faisons mention de ce mémoire qui se rapporte à une région très voisine de la Suisse.

TERRAINS MÉSOZOÏQUES

TRIAS. — M. RENEVIER [1] a ajouté à ses publications sur le gypse et la cornieule une nouvelle note, extraite en partie de sa monographie des Hautes-Alpes vaudoises. Ayant déjà rendu compte de cet ouvrage, nous ne faisons que signaler cette notice. L'auteur parle de la vallée de la Tinière, où la dolomie et le gypse se montrent sous le rhétien; puis il cite le Mont-d'Or, sur le Sépey, que l'on croyait être une arête isoclinale de calcaire jurassique, bordée d'affleurements de gypse et de cornieule. M. Renevier en fait un synclinal avec malm, dogger, lias, reposant sur le trias (gypse et cornieule). La disposition de cette arête est en tout cas étrange.

La coupe complète du trias du col du Salenton au S. du Buet a été relevé par M. MAILLARD [2]. Il indique sous le lias, formé de schiste ardoisier et de schiste avec lames spathiques intercalées :

TRIAS.	Dolomie vacuolaire (cargneule), $1^m,50$. Dolomie cristalline grise ou rosée, 5-6 m. Dolomie blanche, 2-3 m. Schistes rouges et verts, $0^m,30$-$0^m,40$. Quartzite saccharoïde blanc. Grès rouge ou verdâtre.

Schistes micacés à rognons de feldspath rose, recouverts en discordance.

[1] E. Renevier. Origine et âge du gypse et de la cornieule des Alpes vaudoises. *Bull. Soc. vaud., Sc. nat.*, XXVII, 1891, p. 41-44. *Eclogæ geol. helv.*, II, 3.

[2] G. Maillard. Notes sur diverses régions, etc., *loc. cit.*, p. 31.

LIAS. — M. KILIAN [1] a découvert dans les hautes Alpes de la Savoie, sur le flanc méridional du Nielard (au S. de Moutiers) un calcaire blanc coralligène qui se trouve en connexion intime avec une brèche à *Belemnites* et *Gryphæa cymbium*. C'est la première fois qu'un facies coralligène a été signalé dans le lias des Alpes françaises.

M. PARONA [2] a entrepris une étude paléontologique des fossiles du lias inférieur de Saltrio, dont la première partie vient de paraître. Elle renferme la description de 36 espèces appartenant aux Crinoïdes (2), Échinides (1), Bryozoaires (1), Brachiopodes (5), Mollusques pélécypodes (27).

M. l'abbé BOURGEAT [3] a fait quelques nouvelles observations sur la géologie du Jura méridional. Le lias des Crosets lui a fourni d'abondantes *Posidonomyes*, *Am. bifrons*, *Lima semicircularis*, *Hinnites velatus*. Dans le bas de l'assise, les *Posidonomyes* deviennent rares et les *Lima* et *Hinnites* prédominent; vers le haut se montrent des rognons calcaires.

Ce terrain contient une assise de schiste bitumineux de 12 m. d'épaisseur, suivi de couches schisteuses minces, alternant avec des calcaires à rognons qui forment le passage au bajocien.

JURASSIQUE ALPIN. — M. MAILLARD [4] résume de la manière suivante la série des terrains jurassiques entre la vallée de l'Arve et le Mont-Ruan sur la frontière suisse :

[1] *Bull. Soc. geol. France*, compte rendu, séance du 5 décembre 1890, n° 4.

[2] C.-F. Parona. I fossili del lias inferiore di Saltrio in Lombardia. *Milano*, 1890; 1re partie, 37 p. in-8°, 3 pl.

[3] L'abbé Bourgeat. Quelques observations nouvelles sur le Jura méridional. *Bull. Soc. geol. France*. XIX, 1891, p. 166-169.

[4] G. Maillard. Note sur diverses régions, *loc. cit.*, p. 24.

MALM. Grande épaisseur de calcaire noir à veines spathiques, environ 500 mètres.

OXFORDIEN. Dalles spathiques minces à veines silicieuses ou calcaires, à petites *Ammonites* et *bivalves* rares; 100-150 m. (oxfordien supérieur).

Schiste feuilleté à *Ammonites* comprimées; 10-30 m. (divésien et callovien), ayant fourni, au Col d'Anterne, les fossiles suivants :

Rhacophyllites tortisulcatus, *Cosmoceras Duncani*,
Peltoceras arduennense, *Perisphinctes Doublierei*,
Reineckea anceps, *Belemnites hastatus*,
Stephanoceras coronatum, » *calloviensis*.
Harpoceras punctatum,

DOGGER. Calcaire esquilleux spathique bleu foncé ou noir, à *Bélemnites* (*B. giganteus*). Bathonien et bajocien.

LIAS. Calcaires et schistes sans fossiles, avec quelques rares gryphées. Toarcien-sinémurien.

Schistes ardoisiers à *Cardinia*. Hettangien.

DOGGER. — La chaîne du Reculet-Vuache ne présente que de rares affleurements du dogger. M. SCHARDT [1] a étudié ces terrains à la Faucille, près de Chézery et dans la cluse de Longeray, près du Fort-de-l'Écluse.

Les gisements de la Faucille permettent de distinguer les niveaux suivants :

Marne grise avec *Stephanoceras coronatum* et *macrocephalum*, 3-4 m. Elle se trouve sous le spongitien et représente conséquemment le *divésien* et le *callovien supérieur*.

Alternances de calcaires gris et de marnes, 8-9 m., avec un mélange de fossiles *calloviens* et *bathoniens*. *Belemn. hastatus*, *Nautil. hexagonus*, *Olcostephanus anceps*, *Park. Parkinsoni*, *Steph. Backeriæ*, *Pholad. ovulum*, *Arcomya sinistra*, *Mytil. gibbosus*, *Rhynch. spinosa*, *Terebr. circumdata*, *Collyrites ringens*, etc.

Dalle nacrée, facies de calcaire échinodermique du bathonien, avec *Pentacrinus*.

Calcaire oolithique avec alternances marneuses.

L'auteur cite comme terme de comparaison une fau-

[1] H. Schardt. Reculet-Vuache, *loc. cit.*, 29, 49, 59, 74.

nule analogue, observée par lui dans le bathonien supérieur, près de Tacon (Ain), entre Bellegarde et St-Germain de Joux, où, dans la même association de fossiles, se trouve la *Terebratula Ferryi*, remplaçant la *Ter. circumdata*. Cette dernière espèce se trouve par contre avec la *Rhynch. spinosa*, près de Noiraigue, sous la dalle nacrée.

A la Rivière, près Chézery, dans la vallée de la Valserine, on trouve la succession suivante du dogger :

Callovien. Oolithe ferrugineuse avec marnes. *Bel. hastatus, Stephanoc. coronatum, St. Backeriæ, Harpoc. hecticum, H. lunula, Olcost. anceps, Peltoc. athleta, Cosm. Jason, Amalth. Lamberti.* 2 m.

Bathonien. Marnes grises et calcaires avec *Steph. Backeriæ* et *Rhynch. spinosa.* 30-40 m.

Bajocien. Calcaire jaune brun ou gris foncé, grenu; calcaire à Polypiers. *Isastræa Bernardi, Terebrat. ventricosa, Waldh. subbucculata, Rhynchon. obsoleta*, etc.

A Longeray et près d'Entremont, le Rhône entame dans son profond défilé la partie supérieure du bathonien, M. Schardt y a constaté sous le spongitien :

Absence complète du callovien.

Calcaire et marnes gris, avec *Rhynchonella varians* et *Steph. Brongniarti.*

Dalle nacrée avec *Bel. hastatus, Pholad. crassa, Ph. texta, Pentacrines.*

D'après M. l'abbé BOURGEAT[1], les polypiers augmentent dans les couches bajociennes à mesure qu'on s'avance vers le sud et l'ouest du Jura méridional. Ils y occupent de grandes surfaces, tandis que, dans la région d'Arbois et de Poligny, ils constituent plutôt des récifs et sont par-

[1] L'abbé Bourgeat. Quelques observations nouvelles sur le Jura méridional. *Bull. Soc. géol. France.* 1891, XIX, 166-169.

qués sur certains points. Il appuie les observations de M. Attale Riche, mais ne pense pas qu'il faille considérer comme coralligènes toutes les roches qui ont une texture saccharoïde, texture qui peut résulter d'autres causes.

L'étude microscopique de certains minerais de fer du bajocien et d'autres niveaux a conduit l'auteur à leur attribuer une origine organique, ce qui n'exclut pas leur formation dans des sources chaudes, autant du moins que la température de celles-ci permettait l'existence des organismes microscopiques.

Le bathonien mériterait partout une étude aussi complète que celle qu'en a fait M. Riche. Il faudrait le suivre pas à pas. L'auteur attire l'attention sur la côte de Beaufort, où existe une bande de calcaire bathonien pétri de sphérolithes qui ne sont autre chose que des bryozoaires (*Ceriopora*). Près de Montfleur et d'Arbois, il y a des calcaires analogues.

L'auteur signale encore un riche gisement d'Ammonites dans le callovien de Mongefonds entre Villeneuve-les-Charnod et Vosbles.

MALM. — M. KILIAN[1] a constaté que, dans le massif de la grande Chartreuse, près Fourvoisie, dans l'exploitation Vicat et Ce, les bancs à ciment (Berriasien avec *Hapl. Boissieri*) sont séparés en deux massifs par une lentille de calcaire coralligène, blanc jaunâtre à radioles de *Cidaris*. Cette assise augmente rapidement en épaisseur vers le N.-E., en même temps que le banc inférieur à ciment s'amincit et se termine en biseau. Le calcaire coralligène repose directement sur le calcaire tithonique.

[1] Kilian, Banc à ciment de la grande Chartreuse. *Bull. Soc. géol. France.* 15 déc. 1890.

D'après les études de M. SCHARDT[1], le malm de la chaîne du Reculet et du Vuache offre en s'avançant vers le sud un appauvrissement graduel de ses fossiles et une disparition presque complète des limites d'étages, surtout dans le malm supérieur, qui tranche toujours par sa nature calcaire compacte avec le malm inférieur marneux à facies argovien. Au Reculet et au col de la Faucille on distingue :

PORTLANDIEN. Calcaire compact blanc et gris.

KIMMERIDGIEN. Oolithe coralligène formée par trituration de polypiers, *Diceras, Nérinées, Ostrea solitaria*, etc.

SÉQUANIEN. Calcaire compact en bancs réguliers avec quelques intercalations marneuses. *Waldh. humeralis, Waldh. Mœschi, Terebratulina substriata, Natica grandis, Pholad. hemicardia*, etc.

Marnes et calcaires alternant, à facies argovien. *Perisphinctes lictor, P. Achilles*, etc.

ARGOVIEN. Nombreuses alternances de calcaires homogènes et de marnes feuilletées, fossiles rares (pholadomyen); à la base se trouvent les couches de Birminsdorf (spongitien) puissantes de 11-12 m. et qui offrent des affleurements riches en fossiles. C'est la faune habituelle à ce niveau dans tout le Jura vaudois et neuchâtelois.

Au grand Crédo et au Vuache, de part et d'autre de la cluse du Rhône, le malm supérieur se réduit à un seul et unique massif de calcaire, sans aucune subdivision possible. Cependant le portlandien supérieur se fait remarquer par des marnes dolomitiques et le séquanien inférieur par quelques Ammonites dans son facies argovien. L'argovien conserve les mêmes allures qu'à la Faucille et au Reculet.

M. BOURGEAT[2] a constaté que les sphérolithes qui se trouvent à la partie supérieure de l'oxfordien du S.-W.

[1] H. Schardt. Reculet et Vuache, *loc. cit.*, 27-32, 60-73.

[2] L'abbé Bourgeat. Quelques observations nouvelles, etc., *loc. cit.*

du Jura, ont une structure organique (*Serpules, Bryozoaires, Tubipores*). Lorsque les calcaires à sphérolithes manquent, ils sont remplacés par des calcaires à grosses oolithes irrégulières, constituant des taches blanches, bleues ou rosées; elles sont également organiques (petits polypiers).

PURBECKIEN. — Le même auteur a signalé deux nouveaux affleurements de purbeckien : celui des Crosets, à l'extrême limite du néocomien du côté de l'ouest dans le Jura; on y constate des débris portlandiens formant brèche ou poudingue, et celui de la Combe de la Landoz près de la Chaux des Prés, qui est surtout riche en *Physa wealdina*, contenues dans une mince couche de marne gris noir; il renferme en outre : *Physa Bristowi, Lioplax inflata, Corbula Forbesi.*

NÉOCOMIEN. — Le néocomien de la chaîne du Reculet et du Vuache présente, d'après les études de M. SCHARDT[1], la série complète des étages et niveaux paléontologiques qui caractérisent ce terrain dans les régions classiques de Ste-Croix, Neuchâtel, etc. L'auteur a pu étudier plusieurs coupes des assises du néocomien, en particulier celle de la route de Chévrier à Arcine, sur le flanc gauche de la cluse de Longeray vis-à-vis du fort de l'Écluse. Comparée aux observations faites sur d'autres points, cette coupe permet de se rendre compte des variations du facies du néocomien dans la région étudiée.

L'ensemble de ce terrain se compose de la série suivante :

URGONIEN II ou *supérieur* à *Requienia Ammonia.* Calcaire blanc par place asphaltifère; 50-60m.

[1] H. Schardt. Reculet-Vuache, *loc. cit.* 65-75 et pl. V, 59, 50-54 17-26, 33-41.

URGONIEN I ou *inférieur*. Calcaire blanc et marnes grisâtres à *Heteraster Couloni ;* vers le nord ces couches prennent une couleur jaune; au S. du Rhône, elles se confondent peu à peu avec le facies à *Req. Ammonia ;* 35-40^{m}.

HAUTERIVIEN III ou *supérieur*; perdant vers le sud le caractère de la pierre jaune de Neuchâtel, pour se confondre avec la marne d'Hauterive.

HAUTERIVIEN II ou *Marnes d'Hauterive*. Assise marneuse. Grands Céphalopodes dans le haut et faune typique des marnes d'Hauterive vers le bas.

HAUTERIVIEN I ou *calcaire à Ostrea rectangularis*. Calcaire jaune spathique. Faune hauterivienne. *Terebratula acuta, T. Sella, Ostrea rectangularis* (15-16^{m}). Cette assise passe vers le N. à la marne d'Hauterive; à Crozet, une assise épaisse de 4^{m}, ayant le facies et la faune du calc. à *Ostr. rectangularis*, renferme en outre de nombreux spongiaires et les principaux fossiles de la marne d'Hauterive, en tout 50 espèces, dont aucune du valangien. Aussi, au Vuache, comme au Salève, cette assise se distingue nettement par sa faune du valangien supérieur ; elle correspond au niveau à *Holcostephanus Astieri* du Jura neuchâtelois.

VALANGIEN II ou *supérieur*. *b*. Calcaire jaune et roux à rognons siliceux. *Rhynchonella valangiensis, Terebr. valdensis, Waldh. Collinaria*; 20-25^{m}.

a. Marne d'Arzier. Marne grise et jaunâtre, avec *Rhynch valangiensis, Terebrat. valdensis*, etc. Cette dernière couche, augmente en épaisseur vers le N. Sur Avouzon, au mont de Mourex, à Vesancy, etc., elle a 3-4^{m} d'épaisseur et renferme la faune typique des carrières d'Arzier, avec nombreux spongiaires. Au sud du fort de l'Écluse la marne d'Arzier se perd entièrement.

VALANGIEN I ou *inférieur*. Calcaire blanc à *Natica Leviathan*, avec quelques couches marneuses contenant des *Nérinées*, des *Natices* et des *Ostracés;* 90-100^{m}.

Une couche bréchiforme sépare au Vuache le valangien du jurassique. Ce terrain conserve son facies dans toute la chaîne du Vuache et du Reculet. Près de Gex il y a cependant des bancs jaunes interrompus de marnes de même couleur, riches en fossiles.

Une coupe presque complète du néocomien se voit sur la route de Bellegarde à Chézery au N. de Confort.

L'urgonien est très semblable à celui du Vuache, mais l'hauterivien supérieur et inférieur ne se distinguent presque pas par leur facies; on y voit le calcaire à *Ostr. rectangularis*, le valangien supérieur au complet et l'inférieur en partie.

Dans le haut de la vallée de la Valserine, dans la vallée des Dappes et au col de Saint-Cergues les trois étages se voient également; le calcaire à *Ostr. rectangularis* (Haut. I) y est surtout développé.

Le ravin du pont de la Caille montre d'après G. MAILLARD[1] la coupe suivante du hauterivien :

1. Calcaire jaune spathique.
2. Calcaire gris spathique.
3. Marne noire à débris de coquilles roulées.
4. Calcaire gris spathique, à débris de coquilles.
5. Marne noire à grosses lentilles calcaires, contenant *Toxaster complanatus* et un banc à *Exogyra Couloni*.

A la montagne de la Balme, le même géologue[2] a relevé la coupe suivante du néocomien entier :

1. *Rhodanien;* calcaire jaune à *Pterocira Pelagi*.
2. *Urgonien* supérieur; en petits bancs, *Pyrina pygaea*.
3. » inférieur; calcaire blanc spathique.
4. *Hauterivien* supérieur; calcaire roux.
5. » moyen; marnes bleues et jaunes.
6. » inférieur; calcaire roux oolithique.
7. *Valangien* supérieur; grand massif de calcaire blanc.
8. » inférieur; petits bancs calcaires.
9. *Brèche* à cailloux noirs; niveau du purbeckien?
10. *Jurassique*, calcaire oolithique blanc (portlandien).

M. KILIAN[3] a décrit quelques Céphalopodes nouveaux

[1] G. Maillard. Notes sur diverses régions, etc., *loc. cit.*, p. 5.

[2] Ibid. *loc. cit.*, p. 7.

[3] Kilian. Sur quelques Céphalopodes nouveaux ou peu connus de la période secondaire. II. Ammonites du calcaire valangien de Fontanil (Isère). *Annales de l'enseign. sup. Grenoble* II, 1891, n° 3, 11 p., 2 pl.

ou peu connus du valangien supérieur des carrières de Fontanil (Isère). Les espèces recueillies sont :

Holcostephanus Astieri d'Orb.
» *gratianopolitensis*. Kil.
Hoplites neocomiensis, d'Orb. (type).
» *neocomiensis*, d'Orb. (variété).
» *Thurmanni*, Pict. et Camp. (type).
» *Thurmanni*, Pict. et Camp: var. *allobrogica*. Kilian.

A cette occasion l'auteur établit le parallélisme suivant entre les divers facies des étages néocomiens :

<table>
<tr><th>Facies vaseux</th><th>Facies mixte</th><th>Facies à bivalves et Gastéropodes jurassiens</th></tr>
<tr><td colspan="3">HAUTERIVIEN</td></tr>
<tr><td>Calc. marn. à Holcost. Jeannoti. Hoplit. amblygonius, Aptych. Didayi.</td><td colspan="2">Valangien supérieur à Ostrea rectangularis. (Salève, etc.)[1]</td></tr>
<tr><td colspan="2">Marnes à Hoplites Roubandi, Hop. Neocomiensis, Hop. Thurmanni. Belem. latus, B. Emerici, Calc. du Fontanil à faune mixte. Hopl. Thurmanni, H. Neocomiensis.</td><td>VALANGIEN
Hoplites Thurmanni et faune valangienne</td></tr>
<tr><td colspan="2">BERRIASIEN</td><td>PURBECKIEN</td></tr>
</table>

TERRAINS CÉNOZOÏQUES

NUMMULITIQUE. — En étudiant couche par couche le terrain nummulitique des Diablerets (Alpes vaudoises), M. RENEVIER[2] est arrivé à se rendre compte du phéno-

[1] Il est à remarquer qu'au Salève, au Vuache, etc., le calcaire à *Ostrea rectangularis* est nettement séparé du valangien supérieur; il ne renferme que des espèces *hauteriviennes* et aucun fossile valangien. H. Schardt.

[2] E. Renevier. Envahissement de la mer éocénique aux Diablerets. *Bull. Soc. vaud. sc. nat.* XXVII, 1891, 45-63 et *Eclogæ geol. helv.* II, n° 3, 225.

mène d'envahissement successif de cette région des Alpes par la mer éocène. Les couches les plus inférieures superposées au crétacique, débutent par une formation sidérolithique, puis viennent plusieurs bancs d'eau douce (*Chara, Limnæa* et anthracite), suivies de couches souvent saumâtres (*Melania, Nerita, Cyrena*); puis, après un banc à *Cerithium*, la série devient franchement marine.

Faune éocène. — M. Mayer-Eymar [1] a décrit plusieurs espèces fossiles nouvelles du nummulitique de la Suisse, ce sont :

Gryphæa Deickei. Londinien de Fähnern (Appenzell).
Ostrea clathrata. Parisien id. id.
Neithea Frühi. Parisien de Wildhaus (St-Gall).
Baculites Heberti. Londinien de Fähnern (Appenzell).

Ligurien. — M. F. Sacco [2] a entrepris une étude critique sur l'âge de l'étage ligurien et sur les roches ophiolithiques (serpentines, diabases et euphotides), qui sont renfermées dans les divers terrains de cet étage. Par des arguments tirés des caractères pétrographiques et stratigraphiques, puis de l'examen des fossiles des couches attribuées au ligurien par Mayer-Eymar et d'autres géologues, M. Sacco conclut que l'étage ligurien se distingue nettement du flysch à helminthoïdes et fucoïdes et qu'il doit, dans l'Apennin septentrional du moins, être rangé dans le crétacique (turonien et sénonien), s'il n'est pas plus ancien encore.

Quant aux roches que M. Sacco réunit sous le nom de roches ophiolithiques, c'est une série assez hétérogène,

[1] Mayer-Eymar. Diagnoses specierum novarum ex agris Helvetiæ nummuliticis. *Vierteljahrschr. naturf. Gesellsch. Zurich,* XXXV. 1890, p. 179-81.

[2] Dr F. Sacco. Age des formations ophiolithiques récentes. *Bull. Soc. belge de géologie*, V, 1891, 27 oct., 36 p.

car, à part les serpentines, diabases, euphotides plus ou moins décomposés, l'auteur y ajoute encore les péridotites, saxonites, lherzolites, dunites, diallagites, variolites, etc., même les granits. Constatant que des affleurements de ces roches, généralement considérées comme étant d'origine éruptive, se rencontrent dans les terrains dits liguriens, M. Sacco les rapporte, comme ces derniers, à l'époque crétacique, et, par analogie avec ce qu'il affirme pour le flysch ligurien, ce géologue conclut qu'une grande partie du flysch du versant nord des Alpes en France, en Suisse et en Bavière, doit appartenir au crétacique plutôt qu'à l'éocène. Il en serait de même de certaines formations du Portugal, de l'Espagne, des Pyrénées, de l'Europe S.-E., du Caucase et du nord de l'Afrique, qui contiennent des roches ophiolithiques et qui ont été rangées dans l'éocène. L'auteur résume ses principales conclusions comme suit :

« Le bartonien n'est pas au-dessous, mais au-dessus « du ligurien.

« La puissante formation d'argiloschistes connue sous « le nom de *flysch,* avec le grès (macigno), les calcaires « (alberese), argiles scagliose et galestri, les zones de « conglomérats, de poudingues et de brèches, etc., est « une formation très complexe, correspondant, dans « son ensemble, à ce qu'on a appelé jusqu'ici ligurien, « mais séparable en infracrétacé, crétacé, suessonien « et parisien. »

Les formations ophiolithiques ont apparu pour la plupart, par suite de phénomènes thermo-chimiques, sous la forme de pâte boueuse, constituée essentiellement de silicates magnésiens à haute température et à des profondeurs marines considérables, en même temps que la formation des argiloschistes qui les renferment maintenant.

SIDÉROLITHIQUE. — Le terrain sidérolithique forme, dans le Jura méridional, non seulement des remplissages de fissures, mais aussi quelques dépôts assez étendus. M. SCHARDT[1] a décrit les particularités de cette formation dans la chaîne du Reculet-Vuache et remarque que les argiles pures, les argilolites (bolus) et le minerai de fer, si abondant dans le Jura septentrional, y sont rares; ce sont les grès ferrugineux, plus ou moins riches en argile, qui prédominent. Il en cite des dépôts stratifiés à Collonges, à Serzin, dans la vallée des Usses, où existe une couche de fer en grains.

Plusieurs dépôts de ces sables ferrugineux sont en relation avec la grande faille du Vuache, à Malpas, à Serzin, etc.; ils remplissent aussi souvent, dans le calcaire urgonien, de grandes excavations creusées soit transversalement, soit parallèlement aux couches, attestant que ce sont des produits de sources probablement thermales.

La riche collection de restes de vertébrés recueillie par M. Cartier dans les crevasses remplies de bolus sidérolithiques à Egerkingen, a été donnée, en 1885, au Musée de Bâle; M. RUTIMEYER[2] vient d'achever l'étude sommaire de cette importante collection et en a résumé les résultats dans une notice contenant une liste complète des espèces trouvées jusqu'à présent dans ce gisement. L'auteur rappelle d'abord les analogies et différences entre la faune d'Egerkingen et celle non moins remarquable du Mauremont dans le canton de Vaud, puis la découverte de pièces de mâchoire d'un Maki, trouvé aussi dans le gypse

[1] H. Schardt. Reculet-Vuache, *loc. cit.*, 41-43, 47, 66, 79, 82. *C. r. Soc. vaud. sc. nat.*, 17 déc. 1890. *Archives*, 1891, XXV, 338.

[2] L. Rutimeyer. Uebersicht der eocænen Fauna von Egerkingen, nebst einer Erwiderung an Prof. E.-D. Cope. *Verhandl. naturf. Gessellsch. Basel.*, IX, 1890, 34 p., 6 fig.

de Paris. Mais le fait le plus remarquable consiste dans la présence de plusieurs types étrangers pour l'Europe et qui ont leurs congénères dans l'Amérique du Nord. La liste d'Egerkingen accuse la présence de 97 espèces, dont 22 sont indéterminées ou incertaines; 26 sont cités au Mauremont.

Cette note renferme encore une réplique à M. E. Cope, au sujet de certains caractères ostéologiques de plusieurs espèces.

MIOCÈNE. — M. SCHARDT[1] a constaté près de Lelex dans la vallée de la Valserine, de la mollasse grise, grès assez grossier, contenant des empreintes de feuilles. Plus au sud, près des Fernaz, on trouve des marnes grises à gypse fibreux reposant sur des marnes bariolées de rouge et gris et qui sont elles-mêmes superposées à l'urgonien. Ces diverses assises, représentent sans doute l'aquitanien et font partie d'une bande miocène qui se retrouve dans le vallon de la Mantière sur Confort au N. de Bellegarde.

Un autre dépôt miocène a été constaté par M. SCHARDT[2] dans la vallée de Joux entre les villages du Pont et de l'Abbaye. Il se compose de marnes rouges et jaunes bariolées et de poudingue calcaire.

Ayant étudié dans le Tyrol méridional la composition des terrains de charriage au point de vue de leur composition pétrographique, M. BALTZER[3] est arrivé à la conclusion que les roches qui composent les poudingues miocènes du canton de Berne, ne proviennent certaine-

[1] H. Schardt. Reculet-Vuache, *loc. cit.* 47 et 48.

[2] *C. R. soc. vaud. sc. nat.* 2 décemb. 1891, *Arch. sc. phys. et nat.* Genève XXVII, 247.

[3] Baltzer. Zur Herkunft der bernischen Nagelfluh. *Mitth. Naturf. Gesellsch.* Bern. 1891, 101.

ment pas de cette région, comme le suppose la théorie de M. Früh. Cette affirmation ne s'oppose pas cependant aux conclusions de ce géologue sur l'origine des galets de la mollasse du N.-E. de la Suisse.

La description des terrains miocènes du voisinage de la vallée de la Limmat, entre Baden et Wettingen, forme le sujet d'un travail de M. Oppliger [1]. Il cherche à définir le rôle qu'ont joué dans la formation des sédiments miocènes, les matériaux provenant des Alpes, leur triage graduel à partir du pied des Alpes jusqu'au Jura où prédominent les matériaux limoneux à grain fin. Tout en constatant la concordance apparente des sédiments miocènes au contact avec les couches jurassiques, l'auteur croit néanmoins devoir admettre une discordance.

Pleistocène. — Dépots fluvio-glaciaires. — M. L. Du Pasquier [2] a étudié les dépôts fluvio-glaciaires du nord de la Suisse et en a donné une classification nouvelle en harmonie avec les observations de M. Penck en Bavière et en Autriche. Dans l'introduction, il définit les relations qui existent entre les cours d'eau du nord de la Suisse et les terrains de charriage sur lesquels ils coulent, ainsi que les rapports entre les terrasses de graviers et les moraines.

L'auteur distingue dans les formations fluvio-glaciaires, les éléments suivants :

[1] F. Oppliger. Dislocations et érosions, etc., *loc. cit.*, p. 14 et 26.

[2] Dr Léon Du Pasquier. Ueber die Fluvioglacialen Ablagerungen der Nord-Schweiz. *Mat. carte géol. suisse*, XXXI, 1891, 140 p. in-4°, 2 cartes, 1 pl.

Le même. Les alluvions glaciaires de la Suisse dans la région extérieure des moraines internes. *Arch. sc. phys. et nat.*, 1891. *Eclogæ geol. helv.*, 1891, II, 455, 26 p., 1 pl.

Graviers des plateaux (Deckenschotter, Utliberg), en relation avec des moraines anciennes formées avant l'érosion des vallées (?).

Graviers des terrasses supérieures et moraines de l'avant-dernière extension des glaciers.

Formation du lœss et dépôts interglaciaires.

Graviers des terrasses inférieures et grandes moraines de la dernière extension des glaciers. Moraines internes.

Les alluvions des terrasses inférieures sont dans le voisinage des rivières et proviennent des grandes moraines dites « moraines intérieures, » qui datent de la dernière extension des glaciers. Leur talus augmente à l'approche des moraines; elles ont une composition analogue à celles-ci, mais leurs graviers sont arrondis et offrent une stratification torrentielle. Au contact avec les moraines, ces graviers s'enchevêtrent souvent avec elles; ils passent même sous elles; mais il est aussi des cas où les graviers des terrasses les recouvrent. Tout marque une relation d'origine entre les terrasses et les moraines, ce qui motive le terme fluvio-glaciaire. Ce sont ces alluvions qui ont comblé les grandes vallées d'érosion préexistantes, que les cours d'eau érodent de nouveau maintenant.

Les alluvions des hautes terrasses atteignent une altitude supérieure de plus de 60 mètres à celle des basses terrasses, qui, elles-mêmes ne sont guère élevées de plus de 30 mètres au-dessus des cours d'eau. Les dépôts des terrasses se présentent partout comme le remplissage des vallées primitives préglaciaires.

Ces deux formations correspondent à deux extensions différentes des glaciers diluviens et se lient chacune à des cordons de moraines qui démontrent leur origine fluvio-glaciaire; leur composition confirme cette origine : graviers alpins, galets de plus en plus gros et anguleux à l'approche des moraines, avec apparition de cailloux striés.

Le lœss qui recouvre les terrasses supérieures est interglaciaire et se place entre la dernière et l'avant-dernière extension des glaciers. Les dépôts analogues signalés sur les terrasses inférieures sont évidemment des parties remaniées du lœss typique.

Il est peu probable que le lœss soit le résultat d'une décomposition chimique, d'une lévigation ou un dépôt de colmatage (*Hochwasserschlamm*). Son origine éolienne, selon l'hypothèse émise par M. Mühlberg, présente plus de probabilité. Il résulte de la répartition du lœss et des cordons de moraines, que ce terrain est en rapport direct avec le mouvement des anciens glaciers.

L'alluvion des plateaux est encore plus ancienne que l'alluvion des terrasses supérieures; elle se trouve à 180-200^{m} au-dessus du niveau des cours d'eau et a été formée à une époque où les vallées d'érosion n'avaient pas encore atteint leur profondeur maximum. C'est la véritable alluvion ancienne (poudingue de l'Utliberg, etc.). Elle se trouve en relation avec des moraines qui attestent également son origine fluvio-glaciaire, ce qui conduirait à admettre au moins trois oscillations glaciaires, accompagnées chacune des phénomènes d'érosion et de comblement, dont l'auteur a cherché à définir l'importance et la succession chronologiques.

M. Du Pasquier[1] a résumé les études précédentes dans une notice dans laquelle il insiste surtout sur le fait de la pluralité des glaciations; il admet l'existence d'au moins deux grandes oscillations, plus une troisième bien antérieure aux deux dernières.

[1] L. Du Pasquier. Sur la périodicité des phénomènes glaciaires post-miocènes. Sur le déplacement des cours d'eau pendant l'époque glaciaire. *Bull. Soc. sc. nat. Neuchâtel*, XVIII, 1890; 22 p., 1 pl.

Le même auteur a fait d'intéressantes observations sur les déplacements des cours d'eau pendant les alternatives de comblements et d'érosions des vallées primitives. Tous les cours d'eau du nord de la Suisse, le Rhin en particulier, coulent dans des vallées creusées dans des dépôts de graviers qui remplissent les dépressions primitives, dont l'érosion est, en partie, antérieure à l'époque glaciaire.

L'existence de barres, soit de seuils rocheux, en travers du lit d'un cours d'eau coulant, en amont, sur les alluvions, est une preuve que le cours d'eau n'a pas retrouvé son ancien lit, après la nouvelle érosion du terrain de comblement et qu'il faut chercher ailleurs l'ancien thalweg. De fait, ces points ne se trouvent ordinairement pas sur l'axe de la vallée primitive. Ces observations ont surtout été faites sur le cours actuel du Rhin, entre Schaffhouse et Bâle.

Les dépôts diluviens de la vallée de la Limmat, près de Wettingen et Baden, ont été étudiés par M. Oppliger[1]. Il distingue dans cette région un poudingue caverneux recouvrant en grande épaisseur (60 m. et plus) la mollasse miocène et qui forme la base de tous les dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires. Ce poudingue a été considéré comme d'origine glaciaire; l'auteur cite les diverses opinions qui ont été émises sur son origine; ce serait un dépôt de la première période glaciaire (L. Du Pasquier), ou bien un dépôt fluvio-glaciaire (A. Heim); la plupart des géologues y voient de l'alluvion glaciaire, c'est-à-dire une moraine remaniée pendant son dépôt par le glacier; mais il semble, d'après des recherches plus récentes, qu'il est encore plus ancien. L'auteur ne cherche pas à trancher la question.

[1] Dislocations et érosions, etc.; *loc. cit.*, p. 26-39.

Il décrit ensuite en détail la disposition des dépôts glaciaires dans cette contrée morainique si variée, où l'on rencontre des traces des glaciers de la Limmat, du Rhin et de la Reuss. Il cherche à distinguer les dépôts appartenant à leurs diverses phases de progression. Il décrit la formation des cordons de moraines frontales marquant l'extrême extension des glaciers diluviens, leur influence sur l'hydrographie, la formation des lacs morainiques (Egelsee), le barrage du lac de Zurich et l'action érosive des cours d'eau, après le retrait des glaciers, sur les alluvions et digues morainiques, déposées sur leur bord, dans leurs vallées ou transversalement à leur cours.

Il recherche l'origine des matériaux déposés par les trois glaciers réunis du Rhin, de la Limmat et de la Reuss et dont le point de rencontre a dû se trouver aux environs du Heitersberg.

Près de Killwangen, on retrouve les traces des oscillations du front du glacier dans une série de dépôts situés en arrière de la moraine la plus extérieure. Ces dépôts, franchement morainiques, sont accompagnés de terrains charriés d'origine fluvio-glaciaire. Entre le lac de Zurich et le Lägern, on distingue trois lignes de moraines, séparées par des dépôts de graviers. La Limmat s'est creusé un lit profond dans ces terrains fluvio-glaciaires, en créant des terrasses équidistantes d'environ 5 mètres, dans lesquelles on peut reconnaître la marche successive de l'érosion et les sinuosités du cours d'eau. La plaine de la Limmat, à 20 mètres au-dessous du Wettingerfeld, ressemble actuellement à un ancien fond de lac.

Enfin l'auteur convient qu'il n'existe aucun argument pour affirmer l'existence de dislocations appréciables depuis l'époque glaciaire.

M. Du Pasquier[1] a recherché s'il était possible de retrouver dans les dépôts glaciaires du Jura les mêmes éléments morphologiques qu'il a reconnus dans le plateau du N. de la Suisse. Les grandes nappes de comblement font totalement défaut dans cette région et il y a une grande différence dans les allures des terrains. On constate pourtant une zone de moraines, suivant le flanc du Jura, à des hauteurs croissantes, des environs de Soleure, 480 m., jusqu'au mont de Baulmes, 1240 m. Cette zone comprend, sur le flanc du Chasseron, la belle moraine décrite jadis par M. Renevier et se lie au N. aux grandes moraines entre Wangen et Oberbipp, au N. de Soleure. C'est le prolongement de la zone des grandes moraines internes laissées par la dernière extension des glaciers. La région supérieure avec blocs plus rares correspondrait donc à la zone extérieure, la zone du lœss et des grandes nappes de comblement du plateau. La zone inférieure à cette moraine fourmille de blocs erratiques et offre des nappes de moraine profonde. La protogine caractérise la zone de moraines superficielles (frontales ?) et devient rare dans les moraines de fond, de même que dans la zone supérieure.

Les récentes études de M. Penck[2] sur le développement des terrains glaciaires dans les Alpes orientales, l'ont amené à modifier assez profondément ses vues sur ces formations. On avait expliqué la superposition des dépôts morainiques à des alluvions anciennes (graviers glaciaires anciens, *untere Glacialschotter*), qui reposent

[1] L. Du Pasquier. Sur les limites de l'ancien glacier du Rhône le long du Jura. *Bull. Soc. des sc. nat. de Neuchâtel.* XV, 1891-92, 14 p.

[2] A. Penck. Die Glacialschotter in den Ostalpen. *Mittheil. d. Deutsch. u. Œsterr. Alpenvereins*, 1890, nos 20 et 23. 14 p.

elles-mêmes souvent sur des moraines, par l'hypothèse que les alluvions anciennes sont le produit du charriage des grands cours d'eau s'échappant des glaciers; elles précédaient pour ainsi dire l'avancement du glacier et la formation des moraines qui les recouvrent sur le bord des Alpes comme à l'intérieur des grandes vallées. La présence des dépôts morainiques sous ces graviers inférieurs a nécessité l'hypothèse d'une première extension des glaciers, avant le dépôt des alluvions anciennes. Cette théorie avait été admise pour les environs de Lyon, de Genève et dans les Alpes autrichiennes, vallée de l'Inn, etc. Mais elle n'a pas pu concorder avec les observations faites dans d'autres vallées accessoires de l'Inn, ni dans la vallée de l'Adige, de l'Enns, de la Salzach, étudiées par MM. Brückner et Böhm, et dans celle de la Drave parcourue par M. Penck. L'extension des terrasses de graviers entre deux dépôts morainiques n'est pas un phénomène général; il y a une diversité absolue dans la disposition des dépôts fluvio-glaciaires d'une vallée à l'autre, et, dans la même vallée, le niveau des terrasses de graviers varie énormément. D'ailleurs ces dépôts manquent parfois, sans qu'il soit possible d'y voir l'effet de l'érosion. La formation de ces graviers interglaciaires n'est donc pas due à une cause générale; elle ne se rattache qu'à des influences locales. On constate en effet bien souvent l'absence d'alluvions glaciaires dans la vallée principale, alors qu'elles existent dans les vallées latérales ou l'inverse.

Il faut donc chercher une autre explication. Les glaciers qui avançaient dans la vallée principale et dans les vallées accessoires d'un système aussi étendu que les vallées des Alpes orientales (Inn, Drave, Enns, Adige, etc.) ne sont probablement pas souvent arrivés en même temps

à leur point de jonction. Le résultat a dû être la formation de barrages glaciaires, soit dans la vallée principale, lorsqu'un glacier secondaire y arrivait le premier, soit dans les vallées secondaires, lorsque le glacier principal progressait davantage.

En amont de ces barrages devaient se produire des lacs glaciaires, dans lesquels se déposaient les graviers des alluvions anciennes qui furent recouverts plus tard par les dépôts morainiques. D'après cette hypothèse, les grands dépôts de graviers du Prättigau et du Bregenzerwald ne seraient que des alluvions déposées à une époque où le glacier du Rhin avait obstrué l'embouchure de ces vallées. Dans le Tyrol, la grande terrasse de la vallée de l'Inn qui s'étend seulement en amont de l'embouchure du Zillerthal, est due à l'obstruction de la vallée de l'Inn, encore libre de glace, par le glacier du Zillerthal. En aval du Zillerthal la grande vallée est dépourvue de terrasses, mais il y en a dans les vallées accessoires.

La grande terrasse d'Innsbruck montre de la manière la plus nette cette origine. On y voit des graviers de l'Inn recouvrant les cônes de déjections des torrents latéraux et passant plus loin à des dépôts sableux et limoneux qui font l'impression de sédiments lacustres. Il y a souvent alternance de dépôts stratifiés et morainiques, qui attestent des oscillations dans la progression des glaciers, mais sans indiquer plusieurs périodes glaciaires. Toutes ces observations sont encore appuyées par les études de M. Blaas que nous mentionnerons plus loin.

Il y a donc une relation intime entre la progression des glaciers et la formation des alluvions anciennes; celles-ci n'ont pas précédé le développement des grands glaciers, mais elles se sont produites pendant l'époque gla-

ciaire. La grande extension des glaciers diluviens a eu une très longue durée, mais leur progression et leur retrait doivent avoir eu lieu très rapidement.

MM. PENCK, BRÜCKNER et BÖHM[1] vont publier prochainement un mémoire sur les anciens glaciers du versant nord des Alpes autrichiennes, des vallées de l'Enns, de la Drave, de la Save et du versant sud des Alpes. Nous consignons brièvement ici les principaux résultats de leurs recherches :

Au nord, les glaciers devaient former une nappe continue, tandis qu'au sud ils ne s'avançaient qu'en langues isolées.

Les cordons morainiques extérieurs sont plus anciens que les moraines intérieures.

On peut admettre qu'il y a eu trois grandes oscillations dans le mouvement progressif des glaciers. L'avant-dernière a eu la plus longue durée.

Aucun développement des glaciers diluviens n'a coïncidé avec les terrains tertiaires les plus récents (à *Hipparion gracile*). Il n'y a aucune preuve qui permette de faire coïncider l'époque glaciaire avec le pliocène.

La limite des neiges éternelles était au moins 1000 m. plus bas qu'actuellement.

Nous aurons à revenir plus tard sur cet important mémoire.

M. BLAAS[2] qui a fait des études spéciales sur les ter-

[1] A. Penck, E. Brückner et A. Böhm. Die Vergletscherung der Ostalpen, *Vienne* chez *E. Hölzel*, *à paraître* en 1892. *Mittheil. d. Deutsch. u. Oesterr. Alpenvereins.* 1890, 20 et 23.

[2] J. Blaas. Zur Vergletscherung des Innthals. *Verhandl. k. k. geol. Reischsanst. Wien.* 1891, 215-218.

Le même. Notizen über diluvio-glaciale Ablagerungen im Innthalgebiete. *Berichte d. naturw-med. Vereins Innsbruck*, 1890-91, 46 p.

rains diluviens dans la vallée de l'Inn, attribue, d'accord avec M. Penck, la formation des graviers des terrasses à des barrages glaciaires de la vallée principale, par des glaciers venant des grandes vallées latérales. Ainsi le glacier de l'Oetzthal, en barrant l'Inn a fait refluer ses eaux jusqu'à Imst et les a forcées de se créer un passage par Nassereit à Telfs. L'auteur cite plusieurs barrages analogues, produits par le grand glacier du Zillerthal qui avait barré la vallée de l'Inn et produit les dépôts de graviers qui couvrent cette vallée jusque dans la région d'Innsbruck et de Telfs, et remblaient même une partie du Wippthal. Ces dépôts de graviers atteignent parfois 200 et 300 m. au-dessus du fond de la vallée.

Nous devons encore à M. Blaas[1] une carte géologique détaillée des formations diluvio-glaciaires des environs d'Innsbruck, accompagnée d'un texte explicatif. Il distingue dans ces formations sept genres de dépôts divers et même huit, si l'on en compte un, dont la valeur est incertaine. Une coupe théorique représente leur position réciproque. Ces terrains se superposent comme suit, mais la transgressivité des plus récents sur les plus anciens, par suite des érosions et des conditions variées de leur dépôt, fait que chacun de ces terrains peut se trouver en contact avec le sol rocheux du fond et des flancs de la vallée. (Trias sur le versant nord, schistes cristallins au sud).

A
1. Graviers d'alluvion récente.
2. Cônes de déjections post-glaciaires.

B
3. Moraines supérieures du dernier envahissement glaciaire.
4. Sables et graviers des terrasses.
5. Moraine inférieure aux graviers des terrasses, incertain.

[1] J. Blaas. Erläuterungen zur geologischen Karte der diluvia-

C { 6. Conglomérats.
7. Brèches. (Brèche de Hötting).
8. Moraine inférieure. }

Sol rocheux présentant déjà un gradin d'érosion appuyant une terrasse.

La superposition et le contact réciproque entre ces divers terrains sont très compliqués.

L'auteur décrit ensuite, à l'aide de nombreux croquis, la position relative de ces divers terrains.

La brèche de Hötting près Innsbruck est bien interglaciaire (*Rev.* pour 1887 et 1888); elle ne se trouve que sur le versant N. de la vallée (côté calcaire), où son plus grand développement correspond à trois profonds ravins qui sillonnent le flanc de la montagne. M. Blaas décrit en détail la position de cette formation au milieu des dépôts diluvio-glaciaires et les débris fossiles qui y ont été trouvés.

Il avait déjà publié sur ce sujet une notice [1] dans laquelle il résumait les recherches dont cette brèche a été l'objet et combattait l'opinion de M. Stur qui l'a rapportée à l'époque tertiaire.

M. Baltzer [2] a visité la formation interglaciaire de Hötting près Innsbruck et a constaté que le toit comme le mur de la brèche de Hötting appartiennent à la moraine de fond. Outre les plantes déjà citées, M. Baltzer a encore constaté des aiguilles d'*Abies pectinata*, puis des feuilles de *Majanthemum bifolium* et de *Fagus sylvatica*. Cet auteur

en Ablagerungen der Umgebung von Innsbruck. *Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. Wien,* 1890. XL. p. 21-49, 16 fig. 1 carte.

[1] J. Blaas. Die Höttinger Breccie und ihre Beziehung zur Frage nach einer wiederholten Vergletscherung der Alpen. *Berichte d. naturw-med. Gesellsch. Innsbruck.* 1889.

[2] A. Baltzer. Das interglaciale Profil bei Innsbruck. *Sitzungsber. naturf. Gesellsch. Berne,* 13 déc. 1890.

cite aussi aux environs de Berne quelques dépôts interglaciaires, graviers stratifiés, interposés à deux moraines de fond; malheureusement on n'y a pas trouvé de restes organiques.

M. BALTZER[1] a rendu compte de ses études sur l'existence de formations interglaciaires sur le versant sud des Alpes. Les argiles à feuilles découvertes près de Cadenabbia (lac de Côme) (*Revue* pour 1888, p. 100), lui paraissent être interglaciaires; le terrain en amont, comme le sol aux alentours du gisement, est couvert de dépôts glaciaires bien caractérisés.

Un autre gisement, décrit déjà par MM. Sordelli, Schmidt et Steinmann, est situé près de Lugano à cinq minutes en amont du faubourg Paradiso, au pied du mont Salvatore. A la base se trouve de l'argile grise sur 15 m. d'épaisseur, puis viennent 5 m. de moraine à blocs calcaires avec peu de roches cristallines. Au point de contact l'argile est remplie de galets striés. Les feuilles recueillies dans cette argile appartiennent aux espèces suivantes : *Fagus sylvatica, Acer pseudoplatanus, Ulmus campestris* (?), *Abies pectinata* (?), *Picea excelsa, Rhododendron ponticum, Philadelphus coronarius* (?).

Picea excelsa et *Abies pectinata* n'existent plus dans les environs.

Le terrain se compose de 92 °/₀ de matières argileuses et quartzeuses, et de 4,3 °/₀ de carbonate de chaux. Le microscope montre des spicules de spongiaires d'eau douce et des diatomées.

Ce gisement serait, d'après M. Baltzer, plus récent que

[1] A. Baltzer. Beiträge zur Interglacialzeit auf der Südseite der Alpen. *Mitth. naturf. Gesellsch. Bern.* 1891 (20 juin) 94.

le pliocène (*Revue* pour 1890 p. 103) et lui paraît interglaciaire. Les foraminifères cités proviennent d'un autre gisement et l'étude des diatomées semble confirmer la manière de voir de M. Baltzer.

M. Brückner [1] a résumé ses recherches sur l'époque glaciaire dans les Alpes orientales à l'E. de la ligne Rhin-Splügen-lac de Côme. La région décrite comprend les Alpes calcaires méridionales entre l'Adige et la Drave et constitue un système hydrographique indépendant, dans lequel aucun cours d'eau venant des Alpes cristallines n'est venu se frayer un passage. Un coup d'œil jeté sur la carte des anciens dépôts glaciaires, montre ici, comme dans la vallée de l'Inn, de la Salzach, etc., que l'extrême extension des glaciers alpins est marquée par des cordons de moraines frontales, tandis que ces moraines ne se trouvent pas dans l'intérieur des vallées. Le retrait des glaciers a donc dû s'accomplir rapidement. Ce n'est que dans la partie supérieure des vallées et dans les vallées latérales, mais encore loin des glaciers actuels, que l'on retrouve des moraines frontales, indiquant qu'un temps d'arrêt a succédé au grand retrait. M. Brückner a mesuré la longueur, la hauteur et l'extrémité inférieure de ces glaciers qui se trouvent représentés dans une petite carte. Voici ces chiffres qui présentent certainement un grand intérêt :

[1] Dr Ed. Brückner. Eiszeitstudien in den Südöstlichen Alpen. *Jahresber. d. geogr. Gesellsch. Bern.* X. 1891, 9 p.

	Hauteur du front.	Longueur du glacier, km.	Point culminant des névés.
Glacier de Seisera	900	6,2	2,752
» de Brachnick	1,580	0,6	1,900
» de Raibl	990	8,0	2,969
» de Mangart	850	8,5	2,678
» de Planica	820	9,1	2,655
» de Pischenza	840	8,7	2,601
» de Wochein	530	12,0	2,864
» de Koritnica	700	5,7	2,678
» de Mogenza	750	3,6	2,340
» de Bansica	650	6,3	2,356
» de Trenta	750	6,5	2,655
» de Krn	950	2,9	2,246

Tous ces glaciers postglaciaires, c'est-à-dire postérieurs à l'époque des grands glaciers diluviens, sont bien petits par rapport à ces derniers, mais encore considérables, en comparaison des glaciers actuels; il faut, pour expliquer leur existence, admettre que la limite des neiges éternelles était environ 700 m. plus bas qu'actuellement.

Quelques trouvailles de galets alpins faites par M. Bourgeat [1] sont venues apporter de nouvelles cotes d'altitudes pour la limite des glaciers diluviens dans le Jura. Il cite un chloritoschiste, trouvé sur la côte de Valfin, à 900 m. d'altitude, des quartzites nombreux entre Champfromier et la combe d'Évoaz, à près de 1,100 m., à l'ouest de la vallée de la Valserine et de la chaîne du Crédo; enfin, un micaschiste aurait été trouvé au bois de la Roche, entre Évoaz et Belleydoux.

Loess. — M. Baltzer [2] a étudié les gisements de lœss de la vallée du Rhin st-gallois; ils se trouvent sur

[1] L'abbé Bourgeat. Quelques observations nouvelles, etc. *loc. cit.*

[2] A. Baltzer. Der Loess des St-Gallischen Rheinthales. *Mittheil. d. naturf. Gesellschaft. Bern.* 1891 (20 juin) 99-100.

les flancs du mont Minor et du mont Major, deux collines calcaires fortement érodées et polies par le glacier du Rhin. Le gisement le plus important est situé entre les deux collines, à 40 m. au-dessus du Rhin. M. Baltzer en donne le profil qui le montre composé de couches alternantes de lœss sableux et argileux, reposant sur de la moraine de fond et adossé à la surface abrupte du calcaire. On distingue :

Lœss sableux non stratifié	1 m. —	(22 % $CaCO_3$).
Sable argileux	1 m. —	(3 % $CaCO_3$).
Lehm	0 m. 60	(pas de $CaCO_3$).
Sable	0 m. 30	
Lehm	0 m. 15	
Moraine de fond typique.		

La couche supérieure seule mériterait le nom de lœss. L'ensemble pourrait s'expliquer comme une formation fluviatile.

D'après les travaux de divers auteurs et en comparant les terrains qui ont été décrits sous le nom de lœss, M. SCHARDT[1] croit pouvoir distinguer trois types d'origine différente :

1. Le *lœss des plateaux*, limon argilo-sableux très fin avec 5-10 % de carbonate de chaux; coquilles exclusivement terrestres. Ce terrain recouvre les terrasses et plateaux, ainsi que les collines jusqu'à 300 m. au-dessus de tout grand cours d'eau. Ce terrain serait d'origine éolienne.

2. Le *lœss stratifié* recouvre les terrasses inférieures jusque dans le voisinage des cours d'eau. La stratification, le grain très variable et la présence de coquilles d'eau douce à côté de la prédominance de coquilles terrestres, montrent que ce terrain est le produit d'une sédimentation dans l'eau, remaniement du lœss et de dépôts argileux divers.

[1] Dr H. Schardt. Conférence sur le loess. *Bull. Soc. vaud. sc. nat.*, 1891, 4 mars. *Archives sc. phys. et nat.* XXV, 1892, 596.

3. Le *lehm* ou *argile plastique jaune*, presque privé de carbonate de chaux, résulte, soit du remaniement du lœss sur place, soit de sa décalcarisation par les eaux d'infiltration, soit aussi de la lévigation de terrains divers. C'est souvent le produit du ruissellement.

Le nom de *lœss* doit être réservé exclusivement au premier type, le lœss éolien.

CLIMAT QUATERNAIRE. — M. BRÜCKNER[1] a publié un mémoire avec de nombreux documents météorologiques, dans lequel il expose ses vues sur les changements du climat pendant et depuis l'époque glaciaire (*Revue* pour 1890).

ALLUVIONS PRÉGLACIAIRES. — L'exploration du fond de la cluse de Longeray sous le fort de l'Écluse a permis à M. RENEVIER[2] de constater la présence d'un important dépôt de sable stratifié horizontalement et recouvert de moraine; il a plus de 10 m. d'épaisseur et se poursuit sur plus de 500 m. de longueur. Ce dépôt a dû se former dans un lac produit par l'obstruction du Rhône par un barrage provenant peut-être d'un éboulement.

ALLUVIONS.— Nous devons à M. DELEBECQUE[3] un résumé sur les sondages exécutés par les ingénieurs suisses et français dans le lac Léman et les conclusions qu'il est possible d'en tirer. M. Delebecque consacre un paragraphe spécial au delta de la Drance et mentionne cinq terrasses lacustres, accusant autant d'étapes de stationnement dans l'abaissement successif des eaux du lac. Ces cinq terrasses

[1] E. Brückner. Klimaschwankungen seit 1700, nebst Bemerkungen über die Klimaschwankungen der Diluvialzeit. *Geogr. Abhandl. von Penk.* Wien 1890.

[2] E. Renevier, dans Schardt, Reculet-Vuache, *Loc. cit.* p. 61.

[3] A. Delebecque. Note sur les sondages du lac Léman. *Annales des Ponts et Chaussées. Paris.* Mars 1891, 15 p. 1 pl.

se trouvent à 7, 30, 45, 55 et 75 mètres au-dessus du niveau actuel du Léman. Il donne enfin un tableau de 12 analyses de limons lacustres puisés sur le fond de la partie française de ce lac entre Genève et St-Gingolph.

Le calcaire néocomien de la gorge des bains de la Caille est couvert par un tuf quaternaire coquillier qui a fourni à M. MAILLARD[1] de nombreux échantillons d'*Helix obvoluta, H. personnata, H. nemoralis, H. lapicida, H. sericea, Patula rotundata, Limnæa minor.*

GLACIERS ACTUELS. — Le prince ROLAND BONAPARTE[2] a entrepris la tâche d'observer dans les Alpes et les Pyrénées françaises les variations des glaciers, comme cela se fait depuis nombre d'années déjà en Suisse et en Autriche. Il a étudié et fait étudier en 1890 tous les glaciers (une trentaine) du Dauphiné et a constaté que 14 d'entre eux sont en progression et 14 en retrait; deux sont stationnaires. Plusieurs glaciers qui sont stationnaires ou en voie de recul, présentent à leur partie supérieure un gonflement sensible, dû à l'accumulation des neiges, ce qui fait présumer une prochaine période d'avancement.

[1] G. Maillard. *Note,* etc., *loc. cit.* p. 6.

[2] Prince R. Bonaparte. Les variations périodiques des glaciers français. *Annuaire club alpin français,* XVII 1890, 25 p.

TABLE DES MATIÈRES

DE LA REVUE GÉOLOGIQUE SUISSE D'APRÈS LA PAGINATION SPÉCIALE (INTERNE).

Pages.

NÉCROLOGIE. Gustave Maillard, Edm. Hébert, Jules Marcou, J.-R. Mousson, Ant. Stoppani, Alph. Favre, Victor Gilliéron, Alb. Muller..... 3

I. Géologie générale, Cartes géologiques, Descriptions, etc. 7

CAUSERIES GÉOLOGIQUES 7

CARTES GÉOLOGIQUES. Alpes, France, Lombardie..... 7

DESCRIPTIONS et TECTONIQUE. *Alpes occidentales en général.* 8

Alpes françaises. Massif de la Vanoise. Observations diverses. Massif de Varbuche. Alpes de la Maurienne et du Briançonnais. Chaînes subalpines entre Gap et Digne. Alpes du Faucigny, Dents Blanches, Mont-Ruan et Buet. Les Fiz, la Tournette..... 12

Alpes suisses occidentales. Alpes fribourgeoises. Excursion de la Société géologique suisse. Préalpes vaudoises. Blocs exotiques du flysch et recouvrements dans les Préalpes. Hautes-Alpes vaudoises. Coin calcaire de Baltschieder (Haut-Valais). Massif du Simplon..... 25

Alpes orientales. Rhäticon. Massif de l'Ortler..... 31

PLATEAU. Mont-Salève..... 35

JURA. Chaîne du Reculet et du Vuache. Chaîne du Lägern. 36

FORÊT-NOIRE. Environs de Fribourg en Brisgau..... 39

II. Minéraux, Roches, etc..... 40

MINÉRAUX. Formule de l'idocrase. Lithogénèse..... 40

ROCHES. Roches cristallines et éruptives du Mont-Blanc. Protogine erratique sur le Salève. Protogine du Mont-Blanc et porphyres. Serpentine à olivine et péridote. Graphite..... 41

GÉOLOGIE DYNAMIQUE. *Dislocations, érosions,* etc..... 46

Pages.

MÉTAMORPHISME. Schistes lustrés..... 46

DISLOCATIONS. Renversements des plis des Dents du Midi. Transgressivité inverse. Lambeaux de recouvrement. Klippes..... 47

CHARRIAGE ET SÉDIMENTATION. Galets. Dépôts du lac d'Annecy. Charriage de l'Arve..... 51

ORIGINE DES LACS. Lac Léman, lac d'Annecy, lac de Joux..... 52

ÉROSIONS. Marmites d'érosion. Cours d'eau souterrains de la vallée de Joux..... 54

TREMBLEMENTS DE TERRE. CHALEUR SOUTERRAINE..... 56

III. **Terrains**..... 59

TERRAINS ARCHÉENS. Terrains cristallins de Valmontey (Aoste). Schistes cristallins. Terrains du St-Gothard.. 59

TERRAINS PALÉOZOÏQUES. Carbonifère de la Forêt-Noire. Permien des Vosges..... 62

TERRAINS MÉSOZOÏQUES. *Trias*. Gypse et cornieule des Alpes vaudoises. Trias du col du Salenton (Buet).... 64

JURASSIQUE. *Lias*. Calcaire coralligène du Niélard. Faune de Saltrio. Lias du Jura méridional. *Dogger*. Chaîne du Reculet-Vuache. Jura méridional. *Malm*. Facies coralligène du Berrias. Chaîne du Reculet-Vuache. Jura méridional. Purbeckien des Crosets..... 65

CRÉTACIQUE. *Néocomien*. Chaîne du Reculet-Vuache. Pont de la Caille. Montagne de la Balme. Céphalopodes de Fontanil (valangien)..... 70

TERRAINS CÉNOZOÏQUES. *Éocène*. Nummulitique des Diablerets. Ligurien du Piémont et roches ophiolithiques. Sidérolithique du Jura méridional. Faune du Sidérolithique d'Egerkingen..... 73

Miocène. Mollasse à gypse et grès à feuilles de la vallée de la Valserine. Marne et poudingue dans la vallée de Joux. Origine des galets des poudingues de la mollasse bernoise. Vallée de la Limmat..... 77

Pleistocène. Dépôts fluvio-glaciaires. Nord de la Suisse. Vallée de la Limmat. Jura. Vallée de l'Inn. Brèche de Hötting. Formations interglaciaires. Glaciaire des Alpes orientales..... 78

Lœss, Alluvion préglaciaire. Glaciers actuels..... 91

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS

D'APRÈS LA PAGINATION SPÉCIALE (INTERNE).

BAEFF. Charriage des eaux de l'Arve, 52. — BALTZER. Schiste à graphite, 46. Galets avec anneaux de contusion, 51. Marmites de géant, 54. Roches des poudingues miocènes de la Suisse, 78. Brèche de Hötting, 88. Dépôts interglaciaires sur le versant S. des Alpes, 89. Lœss de la vallée du Rhin st-gallois, 91. — BENECKE. Permien des Vosges, 63. — BERTRAND (Marcel). Schistes lustrés du Mont-Cenis, 46. Témoin d'un pli couché près de Toulon, 48. — BLAAS. Dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires de la vallée de l'Inn, 86. Carte des dépôts diluviens des environs d'Innsbruck, 87. La brèche de Hötting, 88. — BÖHM (A). *Voir* Penck. — BONAPARTE (le prince Roland). Variations des glaciers des Alpes et des Pyrénées, 94. — BOURGEAT (L'abbé). Observations nouvelles sur le Jura méridional, 65. Polypiers du bajocien, 68. Origine des sphérolithes, 69. Galets glaciaires dans le Jura, 91. — BRÜCKNER. Études glaciaires dans les Alpes S.-E., 90. — Variations du climat à l'époque diluvienne, 93. *Voir* Penck. — BRUN (Alb.), Roches à olivine d'Arolla, 47. — CAREZ. Recouvrements dans les Pyrénées de l'Aude, 49. — CHUARD. Formation actuelle de minéraux sulfurés, 41. — DELEBECQUE. Sondages du lac d'Annecy, 54. — Source au fond du lac d'Annecy, 53. Lac des Brenets, 54. — Lac Léman et delta de la Dranse, 93. — DENZA. Tremblement de terre du 20 juin 1891, 56. — DIENER, Structure des Alpes occidentales, 8. — DUNANT. Gustave Maillard, 4. — DUPARC. Protogine erratique du Mont-Blanc, 45. Lac d'Annecy, 51. Charriage de l'Arve, 52. — DU PASQUIER. Dépôts fluvio-glaciaires, 78. Déplacements des cours d'eau, 81. Limite du glacier du Rhône dans le Jura, 83. — FAVRE et SCHARDT. Nécrologie : Gustave Maillard, 3; Jules Marcou, 5; Ant. Stoppani, 6. — FELLENBERG (E. de). Coin calcaire dans le gneiss de Baltschieder, 30. — FOREL. Genèse du lac Léman, 52. — GAUTHIER. Eaux souterraines de la vallée de Joux, 55. — GRÆFF. Roches du massif du Mont-Blanc, 45. *Voir* Steinmann. — GREPPIN. Biographie de V. Gilliéron, 6. — GÜMBEL. Remarques géologiques sur les thermes de Bormio, 34. — HAUG, Chaînes subalpines entre Gap et Digne, 21. — HEIM. Schistes cristallins, 60. — JACCARD. Notice sur Alph. Favre, 6. Causeries géologiques, 7. Note sur les Hautes-Alpes calcaires de M. Renevier, 30. KENNGOTT. Composition de l'idocrase, 40. — KILIAN. Carte géol.

des Alpes par Noë. 7. Observations sur les Alpes occidentales, 14. Massif de Varbuche, 15. Chaînes alpines entre Moutiers et Barcelonnette, 16. Maurienne et Briançonnais, 16. Calcaire coralligène du lias alpin, 65. Couche coralligène dans le Berrias, 68. Céphalopodes néocomiens nouveaux. 72. — LEGAY, *Voir* Delebecque. — LORY. Schistes cristallins, 60. — MAILLARD. Alpes calcaires entre les Dents du Midi, les Fiz et le Taneverge, 23. Géologie du Mont-Salève, 35. Trias du col de Salenton, 64. Jurassique entre le Mont-Ruan et la vallée de l'Arve, 65. Hauterivien du pont de la Caille, 72. Néocomien de La Balme, 72. Tuf quaternaire fossilifère, 94. — MAYER-EYMAR. Nouveaux fossiles nummulitiques, 74. — MEYER (J., ingr). Chaleur souterraine, 56. MICHEL-LÉVY. Nécrologie de G. Maillard, 4. Roches cristallines éruptives des environs du Mont-Blanc, 42. — MUSY. Géologie du canton de Fribourg, 26. — MRAZEC. *Voir* Duparc. — OPPLIGER. Profil du chaînon du Lägern, 39. Miocène de la vallée de la Limmat, 78. Diluvien, 81. — PARONA. Faune du lias de Saltrio, 65. — PENCK. Carte géologique des Alpes de M. Noë, 8. Dépôts fluvio-glaciaires dans les Alpes orientales, 88. Anciens glaciers des Alpes orientales, 83. — RENEVIER. Biographie de G. Maillard, 4. — Transgressivité inverse, 48. Gypse et cornieule des Alpes vaudoises, 65. Nummulitique des Diablerets, 73. Sable stratifié préglaciaire, 93. — RIVE (L. de la). Biographie d'Alph. Favre, 6. — RUTIMEYER. Faune du sidérolithique d'Egerkingen, 76. — SACCO. Age du ligurien, 74. — SANDBERGER. Houiller et permien de la Forêt-Noire, 62. — SCHARDT. Excursion de la Société géologique dans les Préalpes, 26. Notice sur les Préalpes, 27. Klippes et blocs exotiques dans le flysch, 27. Massif du Simplon, 30. Chaîne du Reculet-Vuache, 36. Plis couchés des Dents du Midi, 47. Dogger de la Faucille, de Chezery et du Fort de l'Écluse, 66. Malm de la chaîne du Reculet-Vuache, 69. Néocomien, 70. Sidérolithique, 76. Mollasse de la vallée de la Valserine, 77. Tertiaire de la vallée de Joux, 77. Lœss, 92. — SCHMIDT (C.). Biographie de Alb. Muller, 6. — SERVICE CARTE GÉOLOGIQUE DE FRANCE. Feuilles Montbéliard, Lons-le-Saunier, Pontarlier, Nantua, 8. — STAPFF. Schistes cristallins et terrains mésozoïques dans les Alpes lépontines, 60. — STEINMANN. Environs de Fribourg en Br., 39. — TARAMELLI. Carte géologique de la Lombardie, 8. — TARNUZZER. Structure de la chaîne du Rhäticon, 31. — TERMIER. Massif de la Vanoise, 12. — UHLIG. Klippes des Karpathes, 49. — VIRGILIO. Terrains cristallins du Val-Montey, 59. — WERWECKE (L.-V.). *Voir* Benecke. — WOLF. Biographie de J.-J. Mousson, 5. — ZÜRCHER. Plis couchés de la chaîne de Sainte-Beaume, 49. *Voir* Bertrand.