Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 3 (1892-1893)
Heft: 2

Artikel: Géologie générale : cartes géologiques : descriptions
Autor: [s.n.]
Kapitel: Descriptions et Tectonique
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-154542

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

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

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

Download PDF: 02.07.2025

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

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.