Alpes

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **7 (1901-1903)**

Heft 7

PDF erstellt am: **22.05.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

1^{re} PARTIE — TECTONIQUE*Alpes.*

En commençant cette première partie je dois d'abord citer deux publications qui, quoique parues seulement en 1902, ont été analysées déjà par M. Schardt dans la revue pour 1901 ; ce sont : l'étude de M. A. ROTHPLETZ¹ sur la région du Rhätikon et du Prättigau et l'étude de M. A. TORNQUIST² sur les chaînes qui entourent les lacs de la haute Italie.

M. SCHARDT³, qui suit depuis le début les travaux du percement du tunnel du Simplon, résume comme suit les observations qu'il a pu faire jusqu'ici :

Le **massif du Simplon** se compose des terrains suivants :

1° Schistes lustrés, micacés ou calcarifères avec bancs calcaires et intercalations de schistes verts et de roches amphiboliques.

2° Calcaires dolomitiques gris, micacés, avec gypse, anhydrite et schistes intercalés.

3° Micaschistes et gneiss, souvent calcarifères ou granatifères, avec intercalations de schistes chloriteux et d'amphibolites.

4° Gneiss schisteux et fibreux du Monte Leone et gneiss massif d'Antigorio.

Le groupe 1 est jurassique ; le groupe 2 appartient vraisemblablement au Trias ; le groupe 3 correspond à un complexe sédimentaire métamorphisé et traversé par des roches éruptives ; il paraît n'être en partie qu'une forme plus métamorphique du groupe 1 ; le groupe 4 représente le terrain primitif tantôt fortement laminé (gneiss schisteux), tantôt peu modifié (gneiss massif).

Ces terrains divers se superposent plusieurs fois, formant plusieurs replis empilés, dont le plus important serait le grand pli de gneiss d'Antigorio constaté déjà en 1869 par

¹ A. ROTHPLETZ. Das Gebiet der zwei grossen rhätischen Ueberschiebungen zwischen dem Bodensee und dem Engadin. *Sammlung geol. Führer*, X. Berlin, 1902. Gebr. Bornträger. 256 pages et 81 fig.

² A. TORNQUIST. Das Gebirge der oberitalienischen Seen. Berlin, 1902. *Sammlung der geol. Führer*. Gebr. Bornträger. 302 pages et 30 fig.

³ H. SCHARDT. Résultats géologiques obtenus par le percement du tunnel du Simplon. *Bull. Soc. vaud. des sc. nat.*, t. XXXVIII. C. R. de la séance du 19 fév. 1902 et *Arch. Genève*, t. XIII, p. 605.

Gerlach. Il paraît évident que les schistes calcarifères qui sont infraposés au gneiss d'Antigorio sont le prolongement de ceux que le gneiss supporte, et ne forment pas, comme certains auteurs l'ont admis, le cœur du massif. En profondeur le tunnel du versant S., après avoir traversé plus de 4 km. de gneiss d'Antigorio est entré dans les calcaires dolomitiques sans rencontrer de schistes calcarifères qui, en surface, séparent le gneiss des calcaires.

Etudiant de son côté la tectonique¹ du massif du Simplon, M. M. LUGEON¹ fait remarquer que le gneiss d'Antigorio et du Monte Leone, par suite d'un abaissement vers l'W de l'axe des plis, s'enfonce dans cette direction sous le Laquinhorn, tandis que vers l'E, à l'Ofenhorn, il plane sur des masses considérables de schistes lustrés. A la Cisterna il existe de véritables lambeaux de recouvrement de gneiss. Au S du village de Simplon on peut voir le gneiss du Monte Leone se relier à celui du Seehorn par une disposition périclinale des couches ; on peut donc admettre que la bande de gneiss, qui s'étend du Seehorn par le Pizzo d'Albione et Crevola jusque dans le massif tessinois, n'est autre chose que la racine d'un grand pli couché vers le N, dont la tête forme le massif du Monte Leone et de l'Ofenhorn. Le massif de Lebendun doit être formé ou bien par un repli de cette vaste nappe ou bien par un pli indépendant développé d'une façon analogue. Ainsi le massif gneissique du Tessin donnerait lieu à des nappes considérables empilées et couchées vers le N.

M. T. TARAMELLI², après avoir résumé la question des relations du gneiss d'Antigorio avec les schistes sous-jacents du Simplon depuis l'époque du rapport présenté en 1878 par M. Renevier, expose un certain nombre d'observations concernant ce point, qu'il a faites dans les environs de Varzo.

Près de cette localité, le long de la Cairasca, affleurent des schistes calcarifères, micacés associés à des micaschistes et à des gneiss schisteux. Ce complexe qui plonge de 25° au SW s'enfonce près de Tresquera sous le gneiss d'Antigorio ;

¹ M. LUGEON. Sur la coupe géologique du massif du Simplon. *Bull. Soc. vaud. des sc. nat.* C. R. de la séance du 16 avril 1902 et *Archives de Genève*, t. XIV, p. 79. Voir aussi *C. R. de l'Ac. des sciences de Paris*, 24 mars 1902.

² T. TARAMELLI. Alcune osservazioni stratigrafiche nei dintorni di Varzo. *Rendiconti del R. Ist. lomb. di Sc. e Lett.* Série II, vol. XXXV, 1902.

à Gebbio il renferme des dolomies saccharoïdes ; à San Bernardo on y trouve du gypse ; ces mêmes schistes calcarifères forment toute la région entre Varzo, San Carlo et Torriggia. Tandis qu'ils plongent faiblement vers le SW au N et à l'W de Varzo, ils plongent de 35° vers le NW, près de Castello, à une faible distance du gneiss d'Antigorio.

L'auteur, se basant sur l'analogie des schistes calcarifères du Val Cairasca avec les roches des Alpes occidentales et sur l'existence d'une véritable zone de passage entre les schistes et le gneiss du Monte Leone, admet que la zone gneissique du Tessin sous-jacente aux schistes lustrés ne correspond pas aux gneiss du massif de l'Aar et du Gothard, mais représente des formations paléozoïques métamorphisées. Quant au gypse intercalé dans les schistes calcarifères avec des dolomies en maints endroits, son origine paraît être primaire et sa présence constitue un argument en faveur de l'âge triasique des formations qui le contiennent.

La publication parue en 1902 et concernant la tectonique alpine qui a le plus attiré l'attention est incontestablement celle que M. M. LUGEON¹ a intitulée **les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse** et dans laquelle il développe la thèse que le front N de la chaîne alpine de l'Arve à Salzburg est formé par de grandes nappes superposées, qui couvrent complètement le vrai front, tandis que les régions profondes des gneiss montrent elles aussi le phénomène de nappes analogues.

Entre l'Arve et l'Aar on peut voir partout le long de la zone dite des cols les plis des Hautes-Alpes s'enfoncer sous les terrains plus anciens des Préalpes. Le fait est particulièrement manifeste dans la vallée du Rhône où les anticlinaux de Collombey et de Muraz sortent sous le massif triasiquo-jurassique de Tréveneuse. Dans les montagnes de Bex on peut voir aussi le Néocomien du jambage inférieur du grand pli de Morcles s'enfoncer sous le Flysch recouvert par le Néocomien préalpin ; plus à l'E ce dernier s'appuie directement sur le jambage normal du pli de Morcles, ainsi au col des Esserts.

Du côté de l'E, le pli couché de Morcles, qui s'abaisse rapidement, est recouvert par un second pli couché, celui des Diablerets, qui recouvre en même temps une lame préalpine de Néocomien à Céphalopodes. Un troisième pli couché

¹ M. LUGEON. Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse. *Bull. Soc. géol. de France*, 4^e série, t. I, p. 723-825.

s'amorce dans la série renversée de Néocomien et de Malm qui, près de Miet, se superpose au Nummulitique des Diablerets; il se suit par le Sanetsch et l'Oldenhorn et sa tête est représentée par la série renversée de grès de Taveyannaz, de Nummulitique, d'Urgonien et de Néocomien qui forme le Scex Rouge. Cette troisième nappe se retrouve au Wildhorn et à partir du Creux du Champ elle entre en contact avec les Préalpes sous lesquelles elle s'enfonce.

Dans les Préalpes du Chablais on distingue facilement deux nappes superposées : celle de la Brèche et celle des Préalpes médianes; celle-ci, très développée en avant de la précédente vers le N, où elle chevauche sur une zone imbriquée de Flysch, de Crétacique et de Malm, s'amincit sous la Brèche et du côté interne, jusqu'à être réduite à de simples lames ou même jusqu'à disparaître complètement. La zone imbriquée de Flysch avec écailles de Néocomien et de Malm, sur laquelle s'appuient au N les Préalpes médianes, doit d'après M. Lugeon s'écraser en profondeur au-dessous de celles-ci; on pourrait ainsi expliquer son absence au Bouveret et à Saint-Gingolf en admettant simplement qu'elle a été enlevée par l'érosion avec les plis externes qui la recouvraient. Partout ailleurs, aux Voirons, dans la chaîne Pleïades-Niremont au Gurnigel, etc...., elle est bien développée.

Du côté S des Préalpes une zone analogue se suit depuis la montagne du Culet, les montagnes de Bex, le Chamosaire, la haute vallée de Lauenen jusqu'au Niesen, c'est la zone interne, dont les relations avec les Préalpes varient. Tandis que dans le Chablais les Préalpes médianes s'appuient au S sur la Mollasse rouge, elles reposent dans les Alpes bernoises (Spielgärten, Amselgrat, Gumfluh) sur la zone interne et le Flysch du Niesen. Au N du massif des Diablerets, la corniche des Préalpes subit une inflexion remarquable; en même temps elle est partiellement recouverte par le Flysch de la zone interne qui paraît avoir été refoulé au-dessus d'elle lors de la poussée en avant de la nappe du Mont Gond et du Scex Rouge.

Après cet exposé général de la tectonique des Préalpes telle qu'il la conçoit, l'auteur réfute la théorie de l'éventail composé imbriqué émise par M. Haug en se basant sur les arguments suivants : 1° dans la zone bordière externe et en particulier dans les collines du Faucigny les lames sont étirées en profondeur jusqu'à leur disparition, il manque donc une branche à l'éventail; 2° la discontinuité de la cor-

niche triasique qui regarde vers le S s'explique par la répercussion sur les Préalpes des grandes nappes des Hautes-Alpes ; 3° le contact anormal des Préalpes médianes sur le Flysch est continu avec la seule exception du Mont d'Or et ne peut pas se comparer aux chevauchements de l'intérieur des Préalpes ; 4° il n'existe pas dans les Préalpes de véritables plis déjetés au S, et à ce propos M. Lugeon corrige plusieurs de ses profils (Tréveneuse, Savonnay, Culet).

Examinant ensuite les relations qui peuvent exister entre les diverses parties des Préalpes, l'auteur adopte l'hypothèse de M. Schardt d'après laquelle la zone externe serait formée par des paquets entraînés depuis la zone interne jusqu'à leur emplacement actuel par la nappe préalpine qui glissait sur leur dos.

L'absence d'une charnière anticlinale sur la bordure N n'est nullement un argument contre l'origine lointaine des Préalpes, tandis que le fait que partout leurs terrains reposent sur le Flysch, en particulier à Furche au S de la vallée du Giffre, s'explique naturellement par l'hypothèse du charriage d'une nappe chevauchée. A Taninge on peut voir la superposition des Préalpes médianes sur le Flysch et du Carboniférien du massif de la Brèche sur les Préalpes médianes ; un profil analogue existe sur le versant oriental de la Pointe d'Orchez ; entre Chatillon et Marignier c'est encore le Flysch qu'on trouve sous le Lias préalpin ; au Môle c'est la Mollasse rouge sur laquelle s'appuie la bordure des Préalpes. Il reste ainsi à peine la place pour une racine des Préalpes, en outre les relations qui existent dans la région de l'Arve entre les plis préalpins et haut-alpins peuvent difficilement s'expliquer si l'on n'admet pas que les premiers se continuaient au-dessus des seconds en une nappe dont la klippe des Annes est un reste. Enfin l'anticlinal de Vouvry qui, dans la vallée du Rhône, est très rapproché de l'axe des Préalpes et qui se suit par le Mont Chauffé et les montagnes de Vésin jusqu'à la vallée du Giffre, repose ici sur un substratum de Flysch.

Quant à la zone interne l'auteur considère les écailles de terrains secondaires qui s'y trouvent comme des têtes anticlinales enfoncées dans le Flysch et dont les racines se trouvaient au S de la chaîne du Wildstrubel. Cette manière de voir est basée sur le raccord établi entre les calcaires jurassiques du Rätzliberg au fond de la vallée de la Simme et dans la zone interne et le jambage renversé d'un pli jurassique recouvrant le Nummulitique depuis les montagnes de

Sierre par le Mont Tubang, le Rohrbachstein et le Laufbaldhorn ; elle est confirmée par l'analogie que montrent soit le Jurassique supérieur, soit le Crétacique de la zone interne avec les formations correspondantes du versant S du massif du Wildstrubel.

Ainsi les Préalpes romandes peuvent être considérées comme constituées par la superposition de trois nappes : celle de la zone interne, celle des Préalpes médianes et celle de la Brèche.

Après cet exposé de la tectonique des Préalpes romandes, M. Lugeon passe à l'examen des klippes de Giswyl étudiées récemment par M. Hugi et discute les profils établis par cet auteur. A la Rossfluh, la charnière, que M. Hugi a considérée comme un synclinal couché de Hauptdolomit, est en réalité une tête anticlinale de Muschelkalk entourée de Hauptdolomit et appartenant à un pli couché vers le N. Au Jänzimatberg, sur le flanc N, du Flysch semble s'intercaler entre le Dogger et le Trias que M. Hugi considérait comme son substratum. En résumé, les observations de M. Lugeon l'ont amené à assimiler les klippes de Giswyl aux Préalpes en les faisant venir du S et non du N comme l'avait fait M. Hugi.

Pour comprendre maintenant les relations qui existent entre les Préalpes et les Hautes-Alpes, il faut se rappeler que, comme les travaux de MM. Bertrand, Ritter, Lugeon, Golliez, etc. l'ont montré, il existe dans le domaine des Hautes-Alpes depuis la bordure septentrionale du massif du Mont Blanc jusqu'à celle du massif de l'Aar, de vastes plis couchés vers le N et empilés les uns sur les autres. M. Lugeon admet que ces plis se superposent de telle façon que chaque nappe s'amorce plus en arrière et s'étend plus en avant que la nappe sous-jacente, qu'elle recouvre ainsi complètement, de telle sorte que les nappes supérieures sont aussi les plus larges. En étendant cette conception aux nappes préalpines, il en vient à considérer celles-ci comme superposées aux nappes haut-alpines et ayant dû par suite s'amorcer plus au S et s'étendre plus au N. La seule qui ferait exception à cette règle serait celle de la Brèche qui n'a pas atteint le front N des Préalpes médianes. Cette tectonique ne peut avoir été créée que par l'effort tangentiel ; quant aux plis de moindre amplitude, qui ont été longtemps seuls constatés, soit dans les Préalpes, soit dans les Hautes-Alpes, ils représentent des ridements secondaires des nappes

en mouvement ; ils tendent toujours à se déverser vers le N et chevauchent souvent les uns sur les autres.

Cherchant ensuite à raccorder la tectonique des Alpes bernoises avec celle des Alpes glaronnaises, M. Lugeon développe l'hypothèse du grand pli unique couché vers le N émise par M. Bertrand. En l'absence de charnières anticlinales opposées, le principal argument en faveur de l'hypothèse du double pli soutenue par M. Heim consiste dans la présence du Malm normal au Mürtschenstock, dans les Churfirsten et au N du Klausen, tandis qu'il manque sur le flanc normal plus au S, entre la Sernifite et les schistes grisons. Or l'absence du Malm vers le S n'est pas générale ; cette formation existe dans le Calanda et dans la région de Coire où elle s'enfonce sous les schistes grisons ; de plus, là où le Malm manque, son absence peut s'expliquer, soit par une transgression stratigraphique des schistes grisons, si ceux-ci sont éocènes, comme quelques-uns l'admettent, soit par une transgression mécanique s'ils sont liasiques.

Dans les montagnes du Klœnthal on voit, reposant sur le Flysch, une nappe inférieure qui comprend la série normale complète du Verrucano au Nummulitique et qui plonge au NW. Dans la chaîne du Wiggis cette nappe est recouverte par une seconde, qui est formée de Crétacique et qu'on peut suivre jusqu'à la Friedlisplitz. Le Flysch qui sépare ces deux nappes s'étend depuis le Deyenstock jusqu'à Næfels, et l'on peut admettre qu'il se raccorde en profondeur avec celui sur lequel s'appuie le Crétacique de la Friedlisplitz et de Ober Urnen. Cette nappe de Wiggis n'est pas terminée au S par un anticlinal couché au S comme l'a admis M. Burckhardt ; elle se superpose à celle de Glaris absolument comme la nappe de la Brèche recouvre les Préalpes médianes. Elle est divisée en plusieurs digitations distinctes, empilées, terminées chacune vers le N par une charnière anticlinale bien nette et coupées chacune brusquement vers l'E par une vallée transversale. Une première digitation forme le Wiggis, une seconde le Ræderten et le Schienberg, une troisième le Fluhberg. Ainsi s'expliquent d'une façon toute différente les conditions tectoniques de la région que M. Burckhardt avait expliquées par l'hypothèse de plissements transversaux.

Vers l'W la structure de la nappe de Wiggis se simplifie et à l'Axenstein le pli du Fluhberg se superpose directement à la nappe inférieure de Glaris. Vers l'E cette même

nappe se continue par le Gross Farlen jusqu'aux Churfirten et au Sentis qui ne sont pas autre chose que son front plusieurs fois digité. A l'W de la vallée de la Linth la nappe inférieure de Glaris ressort devant le front de la nappe de Wiggis et forme les plis de Wageten, de l'Auberg, de la Righi Hochfluh, du Pilate, de la Schrattenfluh et du Justithal jusqu'au lac de Thoune.

A l'E du Rhin le Fläscherberg, considéré par M. Lorenz comme un fragment orienté NE-SW d'un grand pli hémicirculaire reliant le pli N et le pli S glaronnais, est en réalité un lambeau de la nappe de Glaris qui s'enfonce ici sous les montagnes du Vorarlberg. Le front de cette nappe paraît se poursuivre fort loin vers l'E jusqu'au Schliersee au S de Munich dans des anticlinaux à faciès helvétique qui émergent du Flysch.

Le massif du Falkniss est constitué par une grande nappe superposée à la précédente et formée de terrains à faciès vindelicien ou chablaisien. Tandis que M. Lorenz admettait ici un grand pli hémicirculaire déversé sur le pli du Fläscherberg, soit vers le SW, M. Lugeon considère le Falkniss et les Kirchlispitzen comme appartenant à une nappe digitée dont la racine devait se trouver au S. C'est sur cette nappe du Falkniss que se superpose la nappe du Rhætikon, qui est constituée essentiellement de Trias. Or les masses triasiques du Rhætikon se raccordent d'une façon continue par la bordure orientale du Prättigau, par le fond des vallées de Plessur et de Parpan avec le Trias du massif d'Arosa ; cette nappe qui s'appuie partout sur les schistes grisons ne peut donc avoir sa racine qu'au SE. La nappe du Falkniss qui tectoniquement correspond aux Préalpes médianes, paraît avoir été laminée comme celles-ci dans sa partie méridionale, on n'en retrouve en effet plus de trace au S de la Drusenfluh.

Dans un chapitre consacré à l'étude de l'origine du Flysch, M. Lugeon expose que celui-ci était déjà formé avec sa composition actuelle avant d'avoir été entraîné vers le N par le charriage des Préalpes. Ainsi les bancs de conglomérats et de brèches intercalés dans ses dépôts sont antérieurs au charriage ; par contre, les blocs cristallins empâtés dans le Flysch supérieur doivent être considérés comme ayant été arrachés à la base de la nappe en mouvement et enfoncés dans le substratum tertiaire.

En ce qui concerne le contraste de faciès entre les Préalpes

et les Hautes-Alpes mis en avant par M. Schardt et par lui-même, contesté par M. Haug, l'auteur reconnaît qu'il y a dans le massif du Wildstrubel passage graduel du faciès haut-alpin au faciès de la zone interne, ce qui du reste n'est pas surprenant, puisque la racine de la zone interne et de la zone externe qui en est le prolongement se trouve précisément sur le versant S de la chaîne du Wildstrubel.

La racine des Préalpes médianes ne peut être cherchée qu'au S et elle doit probablement avoir existé dans la zone des amphibolites d'Ivrée, qui se prolonge vers l'E jusqu'au Pitz d'Err et où l'on peut voir de grands plis couchés dans les gneiss et les granites.

Ainsi il existe dans les Alpes deux grands systèmes de nappes : le premier, qui comprend les plis des Hautes-Alpes vaudoises et bernoises et des Alpes glaronnaises, s'amorce dans le voisinage des môles cristallins de la première zone alpine (massifs du Mont Blanc et du Finsteraarhorn); le second, qui comprend les nappes des Préalpes médianes et de la Brèche, devait s'amorcer au S des Alpes valaisannes, qui sont constituées par les grands plis couchés du gneiss d'Antigorio, du Monte Leone et du Mont Rose. L'ensemble des Alpes a donc subi un mouvement intense vers l'avant pays mollassique avec la seule exception des anciens massifs hercyniens de la première zone alpine. La cause première de ce mouvement doit être l'effort tangentiel qui a provoqué la formation puis la marche vers le N des nappes successives. Mais, pour expliquer le laminage des nappes inférieures, il faut admettre que celles-ci ont été entraînées par le mouvement des nappes supérieures et étirées jusqu'à se rompre entre leur racine et leur front. Les nappes qui ont dû se former les premières sont les plus internes, c'est-à-dire les nappes de la Brèche, des Préalpes médianes et des zones interne et externe; puis sous ces plis supérieurs se sont développés ceux des Hautes-Alpes calcaires et des massifs gneissiques. Enfin un dernier effort a fait naître dans l'intérieur de ces nappes des plis secondaires ou du moins a exagéré des plis déjà existants.

M. Lugeon a eu la satisfaction de convertir à sa manière de voir M. E. HAUG et M. A. HEIM¹ qui a tenu à faire connaître son adhésion dans une lettre ouverte. Le savant professeur de Zurich reconnaît que l'interprétation donnée par

¹ A. HEIM. Lettre ouverte à M. M. Lugeon. *Bull. Soc. géol. de France*, 4^e série, t. I, p. 823-825.

M. Lugeon de la tectonique des Alpes glaronnaises permet d'expliquer plusieurs faits restés obscurs, ainsi : *a*) l'absence de racine à la masse jurassique de l'Urirothstock, du Kinsigpass et du Glärnisch ; *b*) l'absence d'une charnière S à l'anticlinal supposé s'appuyant sur l'Eocène de Sissikon-Pragel-Leistkamm ; *c*) la tectonique si compliquée du Glärnisch ; *d*) le fait que les formations crétaciques et tertiaires du Bifertenstock et du Calanda ressemblent plus à celles de la chaîne externe qu'à celles de la zone intermédiaire Titlis-Windgälle et le contraste marqué que présente le Crétacique de part et d'autre de la zone éocène Sissikon-Bättlis ; *e*) l'absence de tout indice d'un mouvement vers le S dans le Flysch sous-jacent au Verrucano ; *f*) la présence au S du lac de Wallenstadt d'un Lias très analogue aux schistes grisons, qui est beaucoup moins développé ou manque complètement entre la Windgälle, le Tödi et Vättis.

M. Heim ne fait à M. Lugeon que quelques observations de détail ; il pense en particulier que la chaîne de la Righi Hochfluh se rattache plutôt à l'anticlinal de Morschach qu'à la région crétacique au S de Fluelen.

M. LUGEON¹ a résumé son étude de la tectonique alpine devant la Société helvétique des sciences naturelles dans la session de 1902 à Genève et cette communication a été suivie d'une intéressante discussion entre son auteur et M. H. SCHARDT². Celui-ci, après avoir fait observer qu'il est arrivé le premier à la conception de l'origine lointaine des Préalpes et de la relation qui devait exister entre les nappes préalpines et les plis couchés des Hautes-Alpes calcaires, déclare accepter sans réserve le mouvement général vers le N., tel que M. Lugeon l'admet pour l'ensemble des Alpes ; il considère depuis longtemps le pli glaronnais comme un pli simple venu du S et la chaîne des Churfirten comme formée par une nappe supérieure à la nappe glaronnaise. Par contre il ne peut se rallier à la notion du système helminthoïde de plis superposés, tel que l'a décrit M. Lugeon ; les plis couchés des Hautes-Alpes ne se couvrent pas sur de grandes largeurs, mais s'amorcent l'un après l'autre obliquement à la

¹ M. LUGEON. Les grandes dislocations et la naissance des Alpes suisses. *Actes de la Soc. helv. des sc. nat.*, 1902, p. 141-153 et *Eclogæ*, vol. VII, p. 335-343. Voir aussi *Arch. Genève*, t. XIV, p. 461-463.

² H. SCHARDT. A propos de la conférence de M. Lugeon : « Les grandes dislocations et la naissance des Alpes suisses. » *C. R. des trav. 85^e session de la Soc. helv. des sc. nat.*, 1902, p. 110-115. *Arch. Genève*, t. XIV, p. 483-488, et *Eclogæ*, vol. VII, p. 343-346.

direction générale de la chaîne et se relaient de façon que, à mesure qu'un nouveau pli prend plus d'amplitude, les plis inférieurs s'éteignent en profondeur. Ainsi le pli Wildstrubel-Wildhorn repose directement sur le cristallin sans aucune intercalation de pli sous-jacent.

M. Schardt ne croit pas d'autre part que la formation des plis couchés se soit faite à une grande profondeur ; il admet que les nappes préalpines se sont formées les premières, et que les plis haut-alpins en se formant et en se déplaçant ensuite au-dessous d'elles les ont arrachées de leur racine et poussées vers le N.

Répondant plus spécialement à l'objection de M. Schardt sur la formation des plis helminthoïdes, M. LUGEON¹ maintient que, au Balmhorn, le pli du Wildstrubel repose sur un autre pli et non sur le cristallin.

A propos de la note de M. Lugeon sur l'origine des vallées des Alpes occidentales que nous avons analysée l'an dernier, M. E. HAUG² fait remarquer que dès 1894 il admettait l'existence dans le massif des Diablerets d'un grand pli couché recouvrant sur une largeur importante le pli de Morcles et le relayant vers l'E. Or cette constatation, qui montre que les Hautes chaînes calcaires suisses sont le prolongement de la zone du Briançonnais, a été publiée à nouveau en 1901 par M. Lugeon sans que celui-ci cite le travail de M. Haug.

M. ED. GERBER³ a entrepris l'étude de la **tectonique de la région du Kienthal** et a résumé ses observations dans une notice préliminaire. Il a établi un profil qui s'étend du SE au NW depuis le sommet du Büttlassen jusqu'à Kienthal, et qui montre la superposition sur le versant oriental de la vallée de deux complexes représentant deux unités tectoniques distinctes. A la base affleure du Malm, qui présente dans la chaîne du Büttlassen de beaux plissements secondaires et qui s'abaisse lentement vers le NW, de façon à affleurer au niveau de la vallée au pied du Golderenhorn. Sur

¹ M. LUGEON. Réponse à M. Schardt. *C. R. des trav. 85^e session de la Soc. helv. des sc. nat.*, 1902, p. 415. *Arch. Genève*, t. XIV, p. 488, et *Eclogæ*, vol. VII, p. 346.

² E. HAUG. Sur le pli couché des Diablerets. *Bull. Soc. géol. de France*, 4^e série, t. I, p. 596, 597.

³ ED. GERBER. Vorläufige Mittheilung über das Eocän des Kienthales. *Eclogæ*, vol. VII, p. 301-304.

ce Malm se superposent : 1° des schistes de Berrias très réduits comme épaisseur ; 2° des grès de Taveyannaz ; 3° des grès quartzeux identiques aux grès nummulitiques du Bundsteg. C'est sur ce complexe basal que repose une sorte de grande nappe, plissée en quatre anticlinaux déjetés vers le N et qui se compose : 1° de Lias fossilifère à *Pentacrinus tuberculatus*, *Belem. Oppeli*, *Bel. Oosteri*, etc...., qui forme un important lambeau au-dessus des schistes de Berrias et des grès de Taveyannaz ; 2° de Dogger inférieur représenté par des grès ferrugineux ; 3° de Dogger supérieur (calcaire spathique à *Belemmites*) ; 4° d'Oxfordien (schistes et calcaires à *Ammonites pyriteuses*) ; 5° de Malm ; 6° de schistes berriasiens.

On peut expliquer cette tectonique ou bien par un chevauchement, ou bien par un grand pli couché ; la seconde hypothèse serait infirmée par le fait qu'on n'a pu découvrir aucune trace de flanc renversé ; elle paraît d'autre part vraisemblable, si l'on tient compte de la tectonique des régions correspondantes du Männlichen et du Doldenhorn. L'auteur se réserve de se prononcer sur cette question lorsque ses explorations dans le massif auront été poussées plus loin.

A l'occasion de la réunion de la Société géologique suisse à Genève M. CH. SARASIN¹ avait préparé une excursion dans la région des **Hautes-Alpes calcaires de Savoie** et dans le massif des Annes et rédigé un programme sommaire avec une planche de profils. L'excursion n'a pu avoir lieu, mais M. Sarasin a fait devant la Société un court exposé de la stratigraphie et de la tectonique de la région qui a été publié ensuite dans les *Eclogæ*².

La vallée du Borne, qui coupe transversalement les chaînes calcaires de Saint-Pierre de Rumilly au synclinal du Reposoir, traverse successivement du NW au SE cinq anticlinaux, dont l'importance augmente vers le S et qui sont tous plus ou moins déjetés vers le N ; ce sont : 1° l'anticlinal de Dessy qui forme une voûte presque droite et peu élevée d'Urgonien ; 2° l'anticlinal d'Andey beaucoup plus important que le précédent et déjeté vers le N ; 3° l'anticlinal du Brezon, dont la voûte urgonienne est rompue et dont le flanc N

¹ CH. SARASIN. Programme des excursions de la Société géologique suisse du 11 au 14 septembre 1902. *Eclogæ*, vol. VII, p. 311-318.

² CH. SARASIN. Quelques observations sur la région des Vergys, des Annes et des Aravis. *Eclogæ*, vol. VII, p. 321-333 et *Archives Genève*, t. XIV.

est localement renversé; 4° l'anticlinal des Rochers de Leschaux qui forme une belle voûte régulière d'Urgonien, séparée de l'anticlinal du Brezon par un synclinal peu profond de Gault, de Crétacique supérieur et de Flysch; 5° l'anticlinal déjeté des Vergys dont la voûte rompue montre l'Hauterivien et qui est bordé au N par le profond synclinal de Cenise, au S par le synclinal plus important encore du Reposoir et du Grand Bornand.

Dans l'axe de la vallée du Borne, entre Saint-Jean de Sixt et la Clusaz, le synclinal du Reposoir est divisé en deux par une voussure anticlinale d'Urgonien et de Nummulitique.

La chaîne des Aravis est une chaîne isoclinale formée de Jurassique moyen et supérieur, de Crétacique, de Nummulitique et de Flysch, le tout plongeant vers le N.

M. Sarasin a constaté vers l'extrémité orientale de l'anticlinal de Leschaux trois failles transversales avec affaissement chaque fois de la lèvre occidentale qui sont évidemment en relation avec l'abaissement brusque de l'axe du pli vers le NE. La chaîne des Vergys est également coupée près du Grand Bornand par plusieurs failles transversales.

Quant à la **klippe des Annes**, M. Sarasin a étudié plus spécialement les environs de la Touvière sur le versant N et les environs des Annes et de Maroly du côté S. A la Touvière il a observé la coupe suivante :

1° A la base des schistes marneux du Flysch plongeant au SE ;

2° Une écaille de Crétacique supérieur laminé (même plongement) ;

3° Des grès et conglomérats éocènes (triasiques d'après Maillard) ;

4° Des argiles schisteuses probablement triasiques ;

5° Des alternances de calcaires noirs et de lits marneux de l'Infralias.

La partie supérieure de cette série, qui plonge uniformément vers le SE, disparaît sous un éboulement, puis au-dessus affleurent en série normale les argiles rouges du Trias, le Rhétien et le Lias.

Sur le versant S de la chaîne d'Almet vers les chalets des Annes la série normale du Trias et du Lias repose avec un plongement au NW sur le Flysch renversé. Au col de Maroly et dans le vallon du même nom on peut voir le Trias d'Almet

chevaucher sur celui de la Pointe de Lachat ; ce chevauchement contesté par M. Lugeon a été constaté d'une façon évidente par M. Sarasin sur les flancs de la chaîne d'Almet au-dessus des chalets de Maroly.

A propos de la communication de M. Sarasin, M. M. LUGEON¹ dit qu'il a constaté autour de la klippe des Annes de nombreuses écailles de Crétacique supérieur laminé analogue à celle de la Touvière ; ce fait est un argument de plus en faveur de l'hypothèse d'après laquelle cette klippe est un lambeau détaché par l'érosion de la nappe des Préalpes. M. Lugeon considère qu'entre la klippe d'Almet et celle de Lachat il y a non un chevauchement mais une faille verticale coupant des couches presque horizontales.

M. G. RÖESSINGER², étudiant la géologie des environs de Territet avec M. S. Jenkins, a pu suivre sur une distance importante, soit de Bon-Port jusqu'en Raveyres à l'E de Caux le contact anormal du Lias inférieur de Glion avec le Toarcien de Montfleury. Il se demande s'il n'y a pas ici une surface de chevauchement, qui correspondrait à celle qu'on peut voir au pied du Cubly, c'est-à-dire au grand plan de glissement des Préalpes médianes. Il faudrait alors admettre que le Lias inférieur de Glion se raccorde avec celui de They près de Chillon par dessus le Dogger de la Veraye.

M. SCHARDT a rendu compte dans la revue pour 1901 d'un travail de lui-même et d'un autre dû à MM. G. RÖESSINGER et A. BONNARD, qui concernaient tous deux de nouveaux gisements de roches cristallines empâtées dans le Flysch sous la nappe de la brèche de la Hornfluh. A peu près en même temps que MM. Rössinger et Schardt, M. FR. JACCARD³ a noté l'existence de gisements analogues situés sur les flancs du Rinderberg au S de Zweisimmen et formés par un gabbro hypoabyssique plus ou moins altéré. M. Jaccard a constaté d'autre part la présence, dans le Flysch à Regemoos (SE de Boltigen) et en avant de la brèche, de roches siliceuses, qu'on retrouve alignées sur 2 km. 5 de longueur entre Garstatt et Zimmerboden.

¹ M. LUGEON. Observations à propos de la communication de M. Sarasin sur la région des Annes. *Eclogæ*, vol. VII, p. 333-334 et *Archives Genève*, vol. XIV, p. 480.

² G. RÖESSINGER. Recherches géologiques faites dans les environs de Territet. *Bull. Soc. vaud. des sc. nat.*, t. XXXVIII. C. R. de la séance du 4 juin 1902 et *Archives Genève*, t. XIV, p. 312.

³ FR. JACCARD. Blocs exotiques de la Hornfluh. *Bull. Soc. vaud. des sc. nat.*, t. XXXVIII. C. R. de la séance du 18 déc. 1901.