

Communication préliminaire sur la géologie de la Nappe du Niesen entre le Sépey et la Lenk et sur la zone submédiane

Autor(en): **McConnel, R.B. / Raaf, M. de**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **22 (1929)**

Heft 2

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-158843>

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.

ECLOGÆ GEOLOGICÆ HELVETIÆ

Vol. 22, N° 2. — Décembre 1929.

Communication préliminaire sur la géologie de la Nappe du Niesen entre le Sépey et la Lenk et sur la zone submédiane.

Par R. B. McCONNELL et M. DE RAAF.

Table des matières.

	Page
<i>Première Partie.</i>	
I. La Chaîne de la Tornettaz	96
II. La base de la zone du Niesen	98
III. La zone submédiane	101
IV. Les récurrences de faciès dans la nappe du Niesen	101
V. Interprétation tectonique	102
<i>Deuxième Partie.</i>	
I. Le Flysch du Niesen et sa base mésozoïque	103
II. Le soubassement de la nappe du Niesen au col de Trüttli	105
III. Le soubassement de la nappe du Niesen au col de Krinnen	107
IV. La zone submédiane	108
1. Région de Gstaad	108
2. Région de la Grande Eau	109
3. Région du Diemtigtal	109
4. Conclusions	110
Ouvrages cités	111

La zone du Flysch du Niesen et la zone des Cols, sous-jacente, sont actuellement les plus mal connues des Alpes de la Suisse occidentale, et leur géologie pose encore des problèmes qui sont loin d'être élucidés. Après avoir, dans de brèves notes, montré la complexité de ces ensembles, M. LUGEON a chargé de leur étude quelques-uns de ses élèves. C'est ainsi qu'a paru récemment la monographie de notre ami E. ANDRAU sur la géologie du Pic Chaussy (15). D'autre part, M. BORNHAUSER, sous la direction du Prof. P. ARBENZ, s'attachait à l'extrémité orientale de la chaîne, et vient de publier sa thèse sur le Niesen (16).

Depuis plusieurs années nous poursuivons vers l'est les recherches de E. ANDRAU, en levant la carte géologique au 1 : 25 000. L'un de nous (R. McCONNELL) étudie la zone du Niesen entre le Chaussy et la vallée de la Sarine, l'autre (M. DE RAAF) entre la Sarine

et la Lenk. Ces travaux nous amènent à des interprétations différentes de celles que l'on admet aujourd'hui, touchant les relations entre la nappe du Niesen et les Préalpes internes. Comme la publication du détail de nos recherches ne pourra se faire que dans quelques années, il nous paraît utile d'en indiquer les principaux résultats dans cette note préliminaire¹).

PREMIÈRE PARTIE.

La nappe du Niesen entre le Chaussy et la Sarine.

Par R. B. McCONNELL.

I. La Chaîne de la Tornettaz.

La grande masse du Flysch du Niesen qui, entre le Sépey et la Sarine, constitue la chaîne de la Tornettaz, l'Arnenhorn, la Palette, l'arête du Walegg, etc., et s'étend au nord jusqu'au pied de la Gummfluh, est formée d'un ensemble de plis complexes, plongeant vers le nord. On y peut distinguer deux groupes de digitations qui se superposent l'un à l'autre et, comme leurs axes s'abaissent vers l'est, se relaient au faite de la chaîne.

Le groupe inférieur forme la Pointe de Chaussy, avec son empilement de plis couchés descendant vers l'ENE, tels que les a décrits E. ANDRAU; il occupe le faite jusqu'au col qui sépare le Tarent de la Tornettaz. Mais là il est surmonté, avec un plan de chevauchement très net, par un groupe bien plus volumineux encore, comprenant deux grands anticlinaux, reliés par une belle charnière synclinale, et dont l'axe se dirige au NE. L'anticlinal supérieur est le plus important. Le Witenberghorn, l'arête du Staldenhorn sont taillés dans des plis de sa carapace; le bassin du lac d'Arnon occupe son noyau de Flysch inférieur; toute la montagne des Arpilles, entre la Torneresse et l'Eau Froide, ainsi que la Corne de Branleires, est formée par son flanc renversé. Et il est probable que le Flysch des Mosses n'est autre chose que la prolongation de ce pli. L'anticlinal inférieur, réduit presque à une écaille, s'écrase entre les deux groupes. Le Flysch qui constitue ces deux anticlinaux a la même composition stratigraphique, à peu près, que celui du Chaussy, qu'ANDRAU a décrit en détail.

Nous nommerons le complexe inférieur: *digitation du Chaussy*, et le supérieur: *digitation de la Palette*. On les voit se prolonger jusqu'à Gsteig, les grès roussâtres du Flysch du Chaussy dessinant une bande continue mais très amincie sous les schistes noirs plus

¹) Nous tenons à remercier M. ELIE GAGNEBIN qui, sur les faits que nous lui avons exposés, en les discutant avec M. M. LUGEON, a rédigé presque entièrement ce texte.

mous du Flysch inférieur de la Palette, tout le long du versant de la vallée du Reuschbach.

A la base de la digitation de la Palette, un chapelet de lentilles de terrains mésozoïques s'effile au-dessus du plan de chevauchement; c'est ce que nous appellerons *la zone du Walegg*.

Sa composition diffère quelque peu d'une lentille à l'autre. La plus importante, celle du Vorder Walegg, est en repli dans le Flysch et montre une tête anticlinale de Trias, cornieule et calcaires dolomitiques, entourée de calcaires à entroques rouges ou blancs, à Brachiopodes, avec des calcaires gris bleu à Bélemnites, des marbres en plaquettes à Aptychus. Dans une autre, le Trias comporte aussi des quartzites. Les calcaires à entroques se retrouvent dans presque toutes.

A divers horizons, dans ces lentilles, on rencontre, associés à d'autres roches, des schistes argileux brillants très caractéristiques; ils sont généralement noirs, mais souvent gris ou vert pomme. Ils apparaissent dès le Trias, liés à des calcaires dolomitiques, et reviennent jusque dans les couches éocènes du Flysch. Nous retrouverons ce faciès des «schistes brillants», plus développé, dans d'autres zones, mais toujours dans la série stratigraphique de la nappe du Niesen, à laquelle il donne un cachet tout spécial.

C'est à la base de la digitation du Chaussy que se trouvent les schistes cristallins de Gsteig, «schistes de Casanna» dont la découverte par M. LUGEON, en 1914 (7 et 8), établit si fermement l'origine pennine de la nappe du Niesen. A Gsteig, le Flysch éocène, avec sa brèche à éléments de Casanna, transgresse sur le Trias qui recouvre les schistes cristallins. Mais si l'on poursuit cette zone basale vers l'ouest, on la voit, dans le ravin du Sulzgraben qui descend du Walegg, s'enrichir en terrains mésozoïques. C'est, au-dessus du Trias, une série de «schistes brillants» identiques à ceux de la zone du Walegg; mais ici, ils apparaissent beaucoup plus développés et reviennent à chaque niveau, toujours semblables et nettement reconnaissables. Ils contiennent, en lits ou en lentilles laminées, des marbres saccharoïdes, des calcaires noirs à Radiolaires, puis des marbres à *Calpionella alpina* avec des grès blancs aux grains arrondis; la série devient rapidement plus conglomératique; elle est recouverte par la brèche de base du Flysch, au-dessus de laquelle ces «schistes brillants» reparaissent parmi les grès éocènes. Dans d'autres lentilles, à la base de cette digitation, on trouve des calcaires à *Aptychus*, des calcaires à entroques blancs ou rouges. Et la poursuite vers l'ouest de cette zone nous amène jusqu'au rocher de Murgaz, qu'a décrit E. ANDRAU, au-dessus du village de Vers l'Eglise, et à la base duquel nous avons trouvé des *Arietites* sinémuriens.

Nous arrivons donc à la conclusion que la *zone de Murgaz*, qu'ANDRAU rattache encore aux Préalpes internes, n'est pas autre chose que le noyau mésozoïque de la digitation du Chaussy, qu'elle

se rattache donc nettement au Flysch du Niesen. Elle joue, vis-à-vis de la digitation du Chaussy, le même rôle que la zone du Walegg à la base de la digitation de la Palette. Les mêmes faciès se retrouvent du reste dans l'une et dans l'autre, et spécialement ces «schistes brillants» si caractéristiques des séries de la nappe du Niesen.

II. La base de la zone du Niesen.

A) — Les calcaires de Murgaz, qu'ANDRAU a suivis, avec leur base triasique, jusqu'à l'ouest de la Pointe de Chaussy, reposent sur ce qu'il a nommé la série ou la lame d'*Oudioux*. C'est une épaisse zone anticlinale, dont le flanc médian est partiellement conservé, avec noyau de Trias surmonté par du Rhétien, un complexe de schistes marno-calcaires où nous avons trouvé des *Arietites* et des Rhynchonelles, des calcaires siliceux à Bélemnites qui représentent le Lias moyen, des calcaires schisteux à bancs siliceux et échinodermiques, enfin une puissante masse de schistes argileux noirs, aaléniens. Elle se continue vers l'est, en s'amincissant, au-dessus du plateau des Moilles, où tout un jeu de failles la découpe, jusqu'à la frontière bernoise. Là elle semble s'écraser, s'effiler, pour laisser place à une série inférieure, très semblable mais presque entièrement schisteuse; c'est ce que nous appellerons l'*écaille de Brand*. Nous la voyons commencer, à l'ouest, au plateau des Moilles, lequel repose sur son Aalénien; elle forme le soubassement de la digitation du Chaussy sur le flanc du Seeberghorn, à Brand, et dans le ravin du Sulzgraben. Elle semble donc relayer, vers l'est, la lame d'Oudioux.

Ces séries d'Oudioux et de Brand appartiennent certainement, de par leur faciès et leurs liaisons tectoniques, aux Préalpes internes, à la nappe du Laubhorn de M. LUGEON.

B) — Mais sous l'écaille de Brand, tout au long des pentes dominant au nord la route du Pillon, revient une zone de Flysch qui manifestement se rattache à la nappe du Niesen. On y retrouve une brèche de base, à éléments cristallins, avec des granites verts et des roches ophiolitiques, identiques à la célèbre brèche d'Aigremont; au-dessus, un Flysch grésoschisteux où reparaissent les «schistes brillants» dont nous avons parlé. Cette bande de Flysch, que nous nommerons *zone d'Iserin*, est toujours accompagnée de Trias: à Iserin, le Flysch est surmonté de calcaires dolomitiques; aux Moilles, il repose sur l'épaisse cornieule du lac Retaud. La zone se poursuit, sporadiquement, vers l'ouest: on la voit dans le village des Diablerets, au bord de la route du Pillon; on la retrouve au sud du village de Vers l'Eglise, où nous avons eu la chance de trouver une Nummulite dans sa brèche de base. Enfin le rocher d'Aigremont lui-même se trouve dans une position tectonique semblable, au-dessous de la série d'Oudioux.

On sait que MM. LUGEON et ANDRAU ont considéré le rocher d'Aigremont comme un repli frontal du Niesen, rebroussé sous l'anticlinal d'Oudioux. Son analogie avec notre zone d'Iserin nous amène à une interprétation différente: la lame d'Iserin-Aigremont serait un repli inférieur de la nappe du Niesen, intercalé entre deux séries des Préalpes internes.

C) — En effet, sous le Flysch d'Iserin, sous la cornieule du lac Retaud, apparaît une nouvelle zone liasique, c'est la *bande de Roseyres*. Zone anticlinale de nouveau, avec un noyau de schistes marno-calcaires liasiques, semblables à ceux de Brand, avec de petits *Phylloceras*, et une épaisse enveloppe de schistes noirs aaléniens. Entre la forêt de Roseyres et les chalets de Rard, cette bande est coupée par des failles qui rendent son étude difficile, mais elle se continue probablement vers l'est, sous les pâturages d'Iserin.

D) — Sous l'Aalénien du flanc renversé de Roseyres survient de nouveau une petite zone de Flysch du Niesen, bien visible dans le torrent Burquin, émissaire du lac Retaud, entre 1470 et 1510 m. d'altitude. Ce n'est qu'une mince lame d'une dizaine de mètres environ, mais on y retrouve les «schistes brillants» vert pomme, avec de petites miches de grès blancs ponctués de jaune et des lits de marbres blancs, très caractéristiques. Cette zone de *Flysch du torrent Burquin* sépare la bande de Roseyres du complexe triasique du Pillon.

Et c'est de ce complexe triasique que nous allons traiter maintenant; il a révélé, à l'étude, des complications si imprévues qu'il est difficile de les décrire brièvement.

On connaît depuis longtemps le gypse du Pillon; on sait aussi qu'il est accompagné de cornieule; mais c'est leurs relations qui sont inattendues. Premièrement, il semble bien que le gypse est ici en noyau synclinal couché, complètement entouré par la cornieule, et ouvert au nord. Cette structure apparaît assez nettement sous le chalet de Griden, où le gypse se montre en boutonnière; et le torrent voisin, qui suit la frontière bernoise, n'entame que l'enveloppe de cornieule. En second lieu, la cornieule ne repose pas partout directement sur le gypse. Dans la boutonnière de Griden, de même qu'au-dessus de la paroi du Boir, au bas des pâturages d'Iserin et de Rard, sur la route cantonale, on voit s'intercaler, en lentilles discontinues, entre le gypse et la cornieule, avec des petits replis dans l'un et dans l'autre, une formation schisteuse très particulière et singulièrement complexe que nous appellerons la *zone de Rard*.

C'est un ensemble de schistes argilo-terreux généralement très noirs, à facettes polies, qui contiennent en lentilles ou en lits les roches les plus variées. On y trouve en abondance des calcaires clairs à *Rosalina Linnei* et à Globigérines; on y trouve des grès et même des brèches contenant des fragments typiques de schistes de Casanna; on y trouve des lentilles de quartzite glauconieux, sem-

blable aux « Oelquartzit » du Wildflysch; dans des bancs de calcaire jaunâtre, on y trouve des rubans de radiolarite comme dans les couches du Troublon et d'Exergillod (cf. 15, p. 63—66); on y trouve des lentilles de calcaire à Miliolles, d'aspect nettement néocomien et certaines englobent, dans leur pâte oolitique, des fragments de schistes de Casanna. Au-dessus de la paroi du Boir, une grande lentille de calcaires spathiques clairs à grains dolomitiques, identiques au calcaire de Murgaz, s'intercale dans ces schistes. Enfin, dans un des torrents des Beys (celui qui passe au point 1617 du chemin de Rard), vers la cote 1600, dans un complexe gréso-marneux intercalé dans ces schistes, auxquels il passe insensiblement en haut comme en bas, M. LUGEON a trouvé des *Zoophycos* typiques, et nous avons fini par y découvrir plusieurs mauvaises Ammonites dont l'une est sans doute un *Stéphanocératidé*.

Il ressort de toutes ces trouvailles que la zone de Rard se rattache nettement à la nappe du Niesen; et que divers étages mésozoïques, et peut-être éocènes, y sont représentés; en outre, il semble bien que les schistes argilo-terreux qui en constituent le fond, comme les « schistes brillants » des zones supérieures, soient un faciès récurrent, qui reparaisse à presque tous les niveaux de la série.

Et maintenant, comment interpréter tout ce complexe inférieur à la bande de Roseyres? La solution la plus simple nous paraît être la suivante: il faudrait considérer le Flysch du torrent Burquin comme lié à la cornieule qu'il recouvre (liaison que nous avons observée dans la zone d'Iserin) pour former la *lame de Burquin*; au-dessous d'elle, la *zone de Rard* s'y associerait peut-être; en tout cas, ces deux séries se rattacheraient à la nappe du Niesen. Et le gypse du Pillon serait seul, dans cet ensemble, à représenter la nappe du Laubhorn des Préalpes internes. Il formerait l'*écaille du Pillon*, repliée sur elle-même en synclinal tectonique ouvert au nord et tout entourée par la cornieule de la nappe du Niesen.

E) — Pour récapituler ce trop long chapitre, nous énumérerons, du haut en bas, les zones tectoniques que nous avons distinguées sous la masse principale du Niesen.

Ce sont d'abord, sous la digitation du Chaussy, dont la zone de Murgaz forme le noyau mésozoïque, la série d'Oudioux et l'*écaille de Brand* qui se relaient vers l'est et appartiennent à la nappe du Laubhorn; puis la zone du Flysch d'Iserin, qui se rattache au Niesen; puis la bande de Roseyres, de la nappe du Laubhorn; puis la *lame de Burquin* avec la zone de Rard, provenant du Niesen; enfin l'*écaille du Pillon*, formée ici uniquement de gypse, élément de la nappe de Laubhorn.

III. La zone submédiane.

Il faut maintenant nous transporter au bord frontal de la nappe au Niesen, au pied des rochers de la Gummfluh, dans le vallon de Meyelsgrund. Sur les deux flancs de ce vallon, nous avons trouvé, du-dessus du Flysch de l'anticlinal supérieur de la Palette, des lentilles très diverses, dispersées sans ordre apparent et composées de toutes sortes de terrains. Il y a du Trias, gypse et cornieule, parfois très épais, avec des calcaires dolomitiques. Il y a surtout des séries calcaires dont les faciès, très variés, passent les uns aux autres; ce sont des calcaires spathiques, avec des parties compactes, des calcaires oolitiques à Brachiopodes et Lamellibranches indéterminables, des calcaires siliceux à Bélemnites et à Zoophycos, des calcaires gris tachetés, à cassure conchoïdale; on les trouve associés de toutes sortes de façons. Il y a aussi des séries de calcaires à Rosalines, blancs, rosés ou verdâtres; ils sont en lentilles dans le Flysch, ou en masses épaisses. Il y a enfin des brèches calcaires, où l'on retrouve, parmi les éléments, toutes les variétés que nous avons énumérées, avec des Bélemnites prises dans la pâte.

Ces roches représentent évidemment des niveaux mésozoïques ou éocènes très divers et qu'il est difficile de déterminer. On a l'impression que toutes ces lentilles appartiennent à une même unité tectonique, que M. DE RAAF a définie, et que nous appellerons avec lui la *zone submédiane*. Nous n'en dirons pas davantage, car M. DE RAAF a fait une étude générale de cette zone, qu'il a pu suivre tout le long du bord radical des Préalpes médianes, toujours associée au Flysch du Niesen.

Remarquons seulement l'analogie des faciès de cette zone, qui semble une digitation supérieure du Niesen, avec ceux des zones du Walegg, de Murgaz et de Rard, à la partie basale de la nappe.

IV. Les récurrences de faciès dans la nappe du Niesen.

Nous l'avons vu à propos des «schistes brillants» des digitations de la Palette et du Chaussy, nous l'avons vu à propos des «schistes argilo-terreux» de la zone de Rard, puis au sujet des calcaires de la zone submédiane: la récurrence de certains faciès, à des niveaux divers de l'échelle stratigraphique, est un phénomène très fréquent et très caractéristique dans la nappe du Niesen. Les schistes brillants, par exemple, se trouvent dès le Trias dans une lentille de la zone du Walegg, associés à des calcaires dolomitiques; ils se continuent sur presque toute la série mésozoïque, contenant par exemple des lits de marbre à Calpionelles, puis reparaissent à certains niveaux du Flysch éocène. Les schistes argilo-terreux de Rard se voient en liaison stratigraphique avec des grès à Zoophycos du Dogger, avec des rubans de radiolarites qui semblent portlandiennes, avec des

calcaires à Miliolites néocomiens, avec des calcaires à Rosalines crétacés ou éocènes.

C'est par l'étude de séries analogues, dans des zones tectoniques parentes des Alpes françaises, que TERMIER, BOUSSAC sont arrivés à la notion de «série compréhensive»; on ne peut cependant adopter ici ce terme, car il implique une continuité uniforme dans la sédimentation, alors que nos séries sont interrompues par des faciès différents et même coupées par des transgressions manifestes, comme celle du Flysch éocène sur les terrains mésozoïques.

Cette récurrence de certains faciès, si frappante, témoigne bien d'une sédimentation d'orogénèse, telle que la décrit ARGAND, dans l'avant-fosse d'un grand géosynclinal pennin qui subit les pulsations inégales d'un lent plissement aux phases variées mais revenant par intermittence à des conditions analogues.

V. Interprétation tectonique.

Les intrications que nous avons décrites, au bord radical de notre chaîne, entre les bandes de Flysch et les terrains des Préalpes internes, ont pu paraître d'une extrême complication. Pourtant nous avons vu qu'on pouvait rattacher l'ensemble de ces zones à deux unités tectoniques: la nappe du Niesen et la nappe du Laubhorn, dont les digitations se replient les unes avec les autres.

Mais la question se pose maintenant: laquelle de ces deux unités encapuchonne-t-elle l'autre? Jusqu'ici, M. LUGEON, et à sa suite E. ANDRAU, ont toujours considéré ces zones anticlinales des Préalpes internes comme des plis plongeants, encapuchonnés par le Flysch du Niesen. On sait que M. LUGEON assimile le grand lambeau du sommet du Chamossaire à la série d'Oudioux, qui plongerait vers le nord en rebroussant sous elle le front du Niesen (12, 13). E. ANDRAU, sur sa carte et sur sa coupe générale (15), dessine la pointe terminale de l'Aalénien d'Oudioux entièrement enfoncée dans le Flysch.

L'allure, dans notre région, des séries du Niesen, et de celles du Laubhorn avec leurs flancs renversés schisteux, nous suggère une interprétation différente. Ne serait-ce pas au contraire des replis de la nappe du Niesen qui se seraient enfoncés dans la nappe du Laubhorn et l'auraient repliée en faux anticlinaux, fermés au sud? Des lames basales du Niesen auraient pénétré comme des plis plongeants, comme des coins, dans la masse plus molle de la nappe du Laubhorn qui se moulerait entre ces lames, sous forme de «plis en retour».

Cela revient à conférer, dans l'intrication des deux unités tectoniques, le rôle actif à la nappe du Niesen et le rôle passif à la zone des cols; et cette manière de voir nous paraît plus conforme à la nature de ces masses. Partout, en effet, les Préalpes internes sont

écrasées, pincées, tronçonnées, entre le puissant bélier des nappes helvétiques et la résistance des Préalpes médianes ou de la nappe de la Brèche. Voici par contre l'épaisse zone du Niesen, formée de gros plis trapus, couverture frontale d'une des énormes nappes pennines. N'est-ce pas elle qui exerce la puissance, contre la résistance passive des terrains de la zone des cols?

Il faut avouer pourtant que les observations positives ne permettent pas encore de trancher absolument la question; nulle part on ne voit des digitations anticlinales de la nappe du Laubhorn se fermer vers le sud. Au contraire, la série d'Oudioux, d'après ANDRAU, semblerait se fermer vers le nord; et sous le lambeau du Chamossaire, c'est le Flysch du Niesen qui paraît se fermer vers le sud. Nous inclinons, il est vrai, pour notre part, à assimiler le sommet du Chamossaire à la zone de Murgaz plutôt qu'à celle d'Oudioux, à le considérer donc comme une partie du noyau mésozoïque de la nappe du Niesen. Mais la géologie du Chamossaire est encore trop peu connue pour qu'on en puisse à coup sûr décider.

Nous avons cru cependant que notre interprétation valait la peine d'être proposée, et qu'elle s'accorde mieux avec la nature soumise des Préalpes internes, comme avec la nature puissante de la nappe du Niesen.

DEUXIÈME PARTIE.

La nappe du Niesen entre la Sarine et le Simmental et la zone submédiane.

Par M. DE RAAF.

I. Le Flysch du Niesen et sa base mésozoïque.

Toute la chaîne du Windspillen ou du Stand, qui s'élève entre la Sarine et la vallée de Lauenen, puis entre la vallée de Lauenen et celle de la Lenk les arêtes du Wasserengrat, du Giffershorn et du Wistatt-horn, sont constituées par une grande masse de Flysch du Niesen, qui tombe en cascade de replis vers le nord et appartient en majeure partie à la *digitation de la Palette* qu'a définie McCONNELL dans la chaîne de la Tornettaz. Cette zone de Flysch se complique à sa base, mais elle repose tout entière sur une bande d'Aalénien très continue qui détermine le col de Krinnen, entre Gsteig et Lauenen, et le col de Trüttli, entre Lauenen et la Lenk. Au-dessous, les complications reprennent; mais cette bande aalénienne, que nous nommerons pour abrégé «Aalénien des cols», est un précieux repère dans la tectonique de cette région si complexe.

Commençons par décrire brièvement les dispositions de la base du Flysch au-dessus de cette bande aalénienne.

Il faut noter d'abord que, dans la grande masse de la digitation de la Palette, seul le «Flysch inférieur» d'ANDRAU est représenté dans notre territoire. Il n'a pas de brèche de base et débute par une alternance remarquablement tranquille de schistes et de calcaires gréseux micacés.

Il repose sur une série de petites lentilles de terrains mésozoïques qui s'égrènent, mais s'alignent nettement en une zone définie; nous l'appellerons la *zone de Gschwend*. La composition stratigraphique varie d'une lentille à l'autre. Le Trias est représenté principalement par des quartzites, des cornieules, des calcaires dolomitiques et des schistes verdâtres. Puis on a des calcaires spathiques, gris ou rouges, passant à des parties compactes montrant des coupes d'Ammonites surbaissées minuscules, ou bien à des brèches riches en éléments dolomitiques, avec intercalations de schistes verts. L'âge d'une partie de ces calcaires est certainement sinémurien, car ISCHER déjà, en 1887, y avait découvert un *Arietites Bucklandi* au nord du Tauben (2) et l'on trouve dans plusieurs lentilles des *Belemnites acutus*. Mais nous verrons qu'on ne peut étendre cette détermination stratigraphique à l'ensemble du faciès, qui est ailleurs d'âge différent. On trouve aussi des marbres clairs compacts accompagnés de schistes verts très typiques, identiques à ceux que McCONNELL a nommés «schistes brillants» dans sa région d'étude, avec la différence que leur teinte est surtout noirâtre chez lui et presque toujours verdâtre chez moi.

Sous le chapelet des lentilles mésozoïques de Gschwend reparaît une zone de Flysch, schistes et grès accompagnés de grosses brèches polygéniques à granites et schistes de Casanna, avec des calcaires marmoréens en plaquettes très régulières. Associés à chacune de ces roches, on trouve des «schistes brillants» verdâtres, surtout à la base de la série, où ils renferment des lentilles de grès clairs et de calcaires zoogènes à Nummulites. Nommons toute cette bande continue: *zone du Flysch du Tauben*. Au-dessus du col de Krinnen, une grande lentille de Trias s'intercale au milieu de cette zone, formée de calcaires dolomitiques associés à des marbres grenus violacés et à des «schistes brillants» verdâtres.

A la base du Flysch du Tauben s'égrène un nouveau chapelet de lentilles mésozoïques, tout à fait analogue à la zone de Gschwend. On y retrouve à peu près les mêmes terrains, mais le Trias s'enrichit de gypse, dont une grande lentille forme le sommet du Tauben, au nord du col de Trüttli. En outre, il existe dans cette zone des calcaires à Calpionelles et des calcaires à Rosalines, généralement ensemble. C'est la *zone de Krinnen*.

Au-dessous d'elle revient une mince bande de Flysch, très régulière, qui repose directement sur l'Aalénien des cols, et où l'on reconnaît les calcaires marmoréens plaquetés et les schistes verts de

la zone du Tauben, avec leurs lentilles de calcaires à Nummulites et des brèches polygéniques. Nous l'appellerons *zone du Flysch d'Ochsenweid*.

Pour paralléliser nos zones avec celles que McCONNELL a distinguées à l'ouest de la Sarine, nous avons un repère très précieux, c'est le Flysch à brèche gigantesque qui recouvre à Gsteig le Trias et les schistes de Casanna, et se prolonge manifestement dans notre Flysch du Tauben.

Nous pouvons donc assimiler notre zone de Gschwend à la zone du Walegg de McCONNELL; notre zone du Tauben à son Flysch du Chaussy, et notre zone de Krinnen à celle de Murgaz. Quant à notre Flysch d'Ochsenweid, il ne semble pas se retrouver à l'ouest de Gsteig. Comme dans la région de McCONNELL, nos zones lenticulaires de Gschwend et de Krinnen représentent les noyaux mésozoïques écrasés des digitations de la Palette et du Chaussy, et appartiennent à la nappe du Niesen.

II. Le soubassement de la nappe du Niesen au col de Trüttli.

La crête qui sépare la vallée de Lauenen de celle de la Lenk offre, dans la région du Tauben, du col de Trüttli et des Stüblenen, une série de terrains des plus compliquées. L'étude de G. ROESINGER (4) avec sa carte géologique au 1 : 50000, en donne déjà une bonne idée approximative. Et dans une note plus récente (10) M. LUGEON en a montré toute la complexité, en étudiant surtout le torrent du Lochberg qui se trouve au NE du col, sur le versant gauche de la vallée du Wallbach. Nous devons constamment nous référer à ces deux travaux.

M. LUGEON, au-dessus de sa nappe du Laubhorn, signalait une série complexe qu'il considérait avec doute comme une nouvelle unité tectonique, et qu'il nommait *nappe du Lochberg*; sa partie supérieure, constituée d'une épaisse bande de schistes argileux sombres, il se demandait si ce n'était pas du Gault, les voyant liés par leur base à des calcaires à Orbitolines; mais il soulignait leur ressemblance avec l'Aalénien.

Ces schistes sombres, nous pouvons affirmer maintenant qu'ils sont aaléniens, les *Harpoceras* que nous y avons trouvés ne laissent aucun doute. C'est notre «Aalénien des cols», qui se rattache évidemment à la nappe du Laubhorn. Au-dessus, la «bande triasique du Tauben» de M. LUGEON correspond à notre zone de Krinnen et le Flysch qui l'accompagne à notre zone du Tauben; son «écaille du calcaire spathique» est ici notre zone de Gschwend.

Mais la partie inférieure de la «nappe du Lochberg» de M. LUGEON est bien une zone indépendante, distincte des séries du Laubhorn et que nous appellerons *zone du Lochberg*. C'est dans son ensemble une série de «schistes brillants» verts, dont une partie au

moins est certainement éocène puisque nous y trouvons des Nummulites (à la base du niveau N° 4 de M. LUGEON), et qui contient de grandes lentilles mésozoïques pincées tectoniquement. Dans le torrent même du Lochberg, on remarque par exemple une lentille de calcaire à Aptychus (partie supérieure du niveau N° 4 et niveau N° 5 de M. LUGEON), une lentille de marbre blanc à Bélemnites (niveau N° 8) et une lentille très étendue de calcaires à Orbitolines (N° 10 et 11). Les schistes verts eux-mêmes contiennent de nombreuses lentilles de marbre, qui sont stratigraphiquement liées à eux, et qui sont en partie jurassiques, car certaines contiennent des Calpionelles. Nous sommes donc ici en présence d'une de ces séries complexes, à faciès récurrents, comme celles que McCONNELL a décrites particulièrement au Sulzgraben, et qui sont si caractéristiques de la nappe du Niesen. A certains niveaux (N° 6, 7, etc.) on trouve du reste le Flysch gréseux et bréchoïde typique. La zone du Lochberg, par conséquent, se rattache sans aucun doute à la nappe du Niesen.

Toute cette série s'écrase dans la direction du col de Trüttli, où l'Aalénien des cols repose directement sur du gypse, accompagné de cornieule (*Trias du Trüttli*) qui se prolonge de part et d'autre, et vers le NE sépare la zone du Lochberg d'un autre Flysch sous-jacent. C'est le Flysch qui, sur l'arête du col, forme la colline cotée 2076 et nommée *Stand* par les indigènes. Flysch à brèches polygéniques, à «schistes brillants» verts et à lentilles calcaires, dont certaines sont mésozoïques (on y trouve des Bélemnites indéterminables), Flysch qui très évidemment se rattache à la nappe du Niesen. A sa base s'intercalent, à l'est et à l'ouest de l'arête, de longues lentilles de cornieule, ainsi que l'indique la carte de G. ROESSINGER.

Cette zone de Stand, sur l'arête, repose sur la bande aalénienne qui passe au petit col de Haslerberg et recouvre immédiatement l'immense masse de gypse des Stüblenen, équivalent des gypses du Pillon et de Bex, qui représente la nappe du Laubhorn.

Mais à l'ouest de l'arête, autour des chalets d'Ober Trüttlisberg (ou Vorder Trüttlisberg), entre l'Aalénien et le gypse, s'intercale une série de lentilles composées de calcaire à entroques, à *Belemnites acutus*, avec des brèches échinodermiques et dolomitiques, accompagnées de Trias, de schistes verts et de Flysch. ROESSINGER a schématiquement indiqué ce complexe sur sa carte. Or, il appartient certainement à la nappe du Niesen: ses faciès sont très caractéristiques et ne se trouvent que dans cette unité. C'est donc une lentille du Niesen pincée entre deux formations des Préalpes internes.

Une lentille identique, avec ses calcaires à entroques bréchoïdes, se retrouve au sud du gypse des Stüblenen, au-dessus de Gridi, à l'ouest du sommet 2109, probablement entre le gypse et la cornieule. C'est un phénomène tout semblable à ceux que décrit McCONNELL au col du Pillon (zone de Rard).

Cette dernière cornieule repose enfin sur le Flysch du col de Stüblenen (1994), qui appartient probablement à la nappe du Mont Bonvin.

Comment interpréter l'ensemble de ces faits si divers? Nous avons donc, du haut en bas, distingué au-dessous de l'«Aalénien des cols», les unités suivantes: zone du Lochberg; Trias du Trüttli; Flysch de Stand; Aalénien du Haslerberg; lentille d'Ober Trüttlisberg; gypse des Stüblenen; lentille de Gridi; cornieule; Flysch du Mont-Bonvin. Nous ne pouvons encore rattacher chacune de ces zones à la nappe dont elle provient: Le Trias du Trüttli, par exemple, et la cornieule au sud des Stüblenen, appartiennent-ils au Niesen ou aux Préalpes internes? Rien ne permet de trancher la question. Pour les autres zones, le doute n'est plus guère possible; celles du Lochberg, de Stand, d'Ober Trüttlisberg et de Gridi se relient certainement à la nappe du Niesen; l'Aalénien des cols, celui du Haslerberg et le gypse des Stüblenen représentent incontestablement la nappe du Laubhorn.

Nous avons donc ici, comme au-dessus du Pillon, une alternance, une intrication de replis l'un dans l'autre de deux seules nappes, celle du Niesen et celle du Laubhorn. Laquelle des deux encapuchonne l'autre? Aucune charnière visible ne nous permet de trancher la question; mais la comparaison de la masse du Niesen avec l'allure lenticulaire et laminée des Préalpes internes nous pousserait à préférer l'interprétation de McCONNELL, à considérer donc avec lui les replis du Laubhorn comme pincés et rebroussés en arrière par des lames basales de la nappe du Niesen.

III. Le soubassement de la nappe du Niesen au col de Krinnen.

Au-dessus de la bande que nous avons nommée l'«Aalénien des cols», les zones du Flysch du Niesen et leurs noyaux mésozoïques sont d'une constance remarquable d'un bout à l'autre de notre champ d'étude; on n'hésite pas sur l'attribution d'un affleurement à l'une ou à l'autre. Il n'en est pas de même pour les replis multiples entre la nappe du Laubhorn et celle du Niesen. Le style tectonique des Préalpes internes intervient ici, avec ses écrasements subits, ses relaiements, sa discontinuité caractéristique.

Au SE du col de Krinnen, nous retrouvons une intrication des zones de Flysch, d'Aalénien et de Trias, que G. ROESSINGER a presque toutes reconnues, et qu'on ne peut paralléliser qu'en gros avec celles du col de Trüttli. La bande aalénienne la plus septentrionale, l'«Aalénien des cols» se retrouve sur les deux arêtes; de même il est certain que le gypse des Stüblenen correspond à celui de Hinter Windspillen (1874) sur l'arête de Krinnen. Mais, entre ce gypse et cet Aalénien, il y a, sur l'arête de Krinnen, deux ou peut-être même trois autres bandes aaléniennes de la nappe du Laubhorn, et trois

ou peut-être quatre bandes de Flysch qui se rapportent certainement au Niesen.

Le phénomène est donc le même qu'aux cols de Trüttli et du Pillon, avec des détails différents.

IV. La zone submédiane.

Au front de la nappe du Niesen, entre son Flysch et le Trias des Préalpes médianes, nous avons découvert des séries lenticulaires de terrains mésozoïques dont la signification tectonique nous a longtemps intrigué. Mais nous avons retrouvé ces formations si spéciales en plusieurs points très éloignés l'un de l'autre de la chaîne du Niesen. La plupart étaient connues, mais leur liaison n'avait jamais été établie. Leur position, toujours entre le Flysch du Niesen et le bord radical des Préalpes médianes, nous a suggéré le nom que nous proposons de leur assigner de *zone submédiane*.

Nous en signalerons brièvement les caractères essentiels dans notre champ d'étude, puis nous montrerons comment les principaux affleurements reconnus le long de la chaîne s'y adjoignent.

1. *Région de Gstaad*: Environ 1500 m. au SE de Gstaad, dans le lit même du Lauibach, près du hameau de Trom, on trouve, en contact anormal sur le Flysch de la Palette, des calcaires compacts à Rosalines et Globigérines, de couleur variable, gris, roses, verts, violacés; et ces calcaires passent stratigraphiquement à une brèche très épaisse, au ciment schisteux peu abondant, avec des éléments qui peuvent atteindre plusieurs mètres de diamètre. Nous l'appellerons la *brèche de Trom*. Ses éléments sont du plus grand intérêt. A côté de dolomies et de calcaires siliceux noirs, assez banals, on trouve des calcaires à entroques, des calcaires à Calpionelles, et surtout des calcaires à Rosalines et d'autres calcaires compacts très particuliers, de couleur fort variable, gris, roses ou violacés, qui contiennent des Ammonites minuscules, surbaissées, n'apparaissant qu'en coupes difficiles à voir, mais très nettes. L'âge de cette brèche est douteux; on retrouve dans son ciment des Rosalines et des Globigérines, propres au Crétacé et au Tertiaire; dans le ravin de Meyelsgrund, McCONNELL a découvert des Bélemnites dans le ciment de brèches analogues; nous inclinerions donc à les attribuer au Crétacé supérieur.

La brèche de Trom est recouverte par du Flysch, qui montre tous les caractères de certains Flysch du Niesen: calcaires à spicules d'éponges, brèches polygéniques à éléments de Casanna, schistes verts, etc. Dans ce Flysch s'intercale une lame de cornieule.

Au SW de Gstaad, dans la vallée de Meyelsgrund, McCONNELL a retrouvé nos brèches de Trom, associées à des calcaires spathiques, oolitiques, siliceux, compacts, qui rappellent fort certains faciès des zones mésozoïques basales de la nappe du Niesen.

2. *Région de la Grande Eau*: Sur le versant gauche de la vallée de la Grande Eau, en aval du Sépey, A. JEANNET a décrit de façon détaillée des roches très curieuses qui, près d'Exergillod, forment la colline de Hauta Crêtaz, et qui apparaissent plus au nord dans le ruisseau des Folles et le torrent d'Autraigue (6). Il s'agit de calcaires spathiques dans lesquels JEANNET a trouvé des Gryphées arquées, et de calcaires à Radiolaires qu'avait découverts F. JACCARD (5), et qui contiennent des bancs de brèche polygénique, le tout associé à de la cornieule et du gypse.

L'âge sinémurien déterminé par les Gryphées ne s'applique pas à l'ensemble des calcaires spathiques, car nous y avons trouvé d'autre part un *Périsphinctidé* du Dogger ou du Malm; et ce calcaire spathique passe latéralement, de toutes sortes de façons, à des parties compactes qui sont identiques aux éléments principaux de notre brèche de Trom, avec les coupes surbaissées d'Ammonites minuscules, si caractéristiques. Quant aux calcaires à Radiolaires, leur âge est déterminé par la présence de Calpionelles que nous y avons découvertes, et ils sont semblables aussi à des éléments de la brèche de Trom. Enfin, les brèches polygéniques qui leur sont liées contiennent des éléments de schistes de Casanna et sont apparentées aux brèches du Niesen d'une façon qui avait déjà frappé A. JEANNET. La position tectonique des roches d'Exergillod est la même que celle des lentilles de Meyelsgrund et que celle de la série de Trom, avec cette différence qu'ici le Flysch du Niesen s'écrase presque totalement.

Dans le ravin du Troublon, au SE du Sépey, F. JACCARD a signalé, en 1909 (5), des calcaires à Radiolaires analogues à ceux d'Exergillod; E. ANDRAU en a repris la description (15). Là aussi, ces calcaires sont pincés entre le Flysch du Niesen et le Trias radical des Préalpes médianes.

Nous sommes donc fondés à voir, dans les roches d'Exergillod, comme dans celles du Troublon, des représentants de notre zone submédiane.

3. *Région du Diemtigtal*: Non loin du lac de Thoune, dans la région du Diemtigtal, F. RABOWSKY a figuré sur sa carte et décrit brièvement (11) toute une zone d'écailles qu'il considère comme les restes du flanc renversé de la nappe des Préalpes médianes. Les principaux affleurements s'en trouvent à Zünegg, à l'E de Diemtigen, puis au sud du Hohmad, enfin sur la Mieschfluh, au-dessus de St-Stephan. Pour nous, ces écailles se rattachent nettement à notre zone submédiane.

A Zünegg, RABOWSKY voyait la preuve de sa thèse dans une petite klippe qui domine le hameau, et qui montre des couches argoviennes noduleuses analogues à celles des Préalpes médianes. Dès lors, E. GENGE (14) y a effectivement trouvé des Ammonites

argoviennes¹); il y signale en outre des calcaires, qu'il tient pour du Malm. Une partie de ces calcaires est réellement tithonique, car nous y avons vu des Calpionelles, mais en outre ces roches montrent toutes sortes de faciès, qui passent graduellement les uns aux autres: calcaire à entroques rouges, brèche dolomitique et spathique²), calcaire compact rosé avec coupes d'Ammonites minuscules, bref, les mêmes roches qu'à Exergillod et que dans la brèche de Trom. Du Trias accompagne ces terrains, ainsi que des calcaires à Rosalines et Globigérines.

A Hohmad, on retrouve la même zone, comme l'a fort bien montré RABOWSKI, dans un repli du bord radical des Préalpes médianes. Il existe là une alternance de minces lames de Flysch et de calcaires à Rosalines gris ou rougeâtres, fort semblables aux «Couches rouges» des Préalpes médianes. Mais, associés à ces calcaires, se trouve une brèche tout à fait identique à la brèche de Trom, telle qu'elle est au Meyelsgrund, avec éléments de calcaires spathiques, calcaires oolithiques et de dolomie, entourés d'un ciment schisteux noir.

A la Mieschfluh, où le repli d'Hohmad se continue, RABOWSKI retrouve ces calcaires à Rosalines.

Enfin, au Grimmipass, BORNHAUSER donne (16, p. 53) la coupe d'une série de «Couches rouges» et de cornieule, qui pourrait bien appartenir aussi à notre zone submédiane.

4. *Conclusions*: Nous avons énuméré les principaux affleurements de la zone submédiane, que l'on trouve depuis la Grande Eau jusque près du lac de Thoune, c'est-à-dire tout le long du bord frontal de notre chaîne.

Les roches qui la caractérisent particulièrement sont: 1^o Ces calcaires à entroques, blancs ou rouges, parfois chargés d'éléments dolomitiques, qui passent de toutes sortes de façons à des calcaires compacts montrant des coupes d'Ammonites surbaissées minuscules, et dont l'âge peut être différent suivant les points; on y a trouvé des faunes sinémuriennes, mais aussi une Ammonite du Dogger ou du Malm. 2^o Des calcaires compacts à Calpionelles, contenant par places des Radiolaires. 3^o Des brèches calcaires à ciment schisteux, dont les éléments sont formés de calcaires compacts, oolithiques, spathiques et dolomitiques (brèche de Trom). Cette brèche est souvent liée à des calcaires à Rosalines.

Cette zone nous semble se rattacher nettement à la nappe du Niesen, de par la nature de ses faciès. Sans doute les calcaires spa-

¹) Il a bien voulu me prêter ces fossiles et me guider sur le terrain, ce dont je lui exprime ici ma vive reconnaissance.

²) que M. GENGE a considérée comme une brèche de friction, mais qui est nettement d'origine sédimentaire.

thiques se retrouvent ailleurs que dans les noyaux mésozoïques de la nappe du Niesen, ainsi que les calcaires à Rosalines; mais les calcaires à Radiolaires sont plus rares: or Mc CONNELL les a signalés dans sa zone de Rard. Les calcaires compacts à minuscules Ammonites, si particuliers, nous les avons aussi dans notre zone de Gschwend. En outre, dans la zone submédiane elle-même, on trouve des formations qui rappellent frappamment le Niesen, comme les brèches polygéniques intercalées dans la série des calcaires à Radiolaires et Calpionelles d'Exergillod, et le Flysch associé à l'écaille de Trom, dont la parenté avec le Niesen est évidente. Il est toutefois remarquable, et d'importante signification, que ses faciès fassent une sorte de transition entre ceux du Niesen et ceux des Préalpes médianes, qui semblaient différer si fort. Le problème de l'enracinement de la nappe des Préalpes médianes y trouvera peut-être quelque éclaircissement.

La position tectonique de la zone submédiane est toujours la même. Elle est pincée entre le front du Flysch du Niesen et le Trias radical des Préalpes médianes. Au Meyelsgrund et à Trom, elle se trouve conservée dans des replis synclinaux de la carapace du Niesen, de l'anticlinal supérieur de la digitation de la Palette.

Nous considérons donc la zone submédiane comme une digitation supérieure de la nappe du Niesen, écrasée et lenticulée par le chevauchement des Préalpes médianes.

Ouvrages cités.

1. G. ISCHER. Blick über den Bau der westlichen Schweizeralpen. Jahrb. des S. A. C., Bd. XIII, 1877.
2. G. ISCHER. Geologie der Niesenkette. Actes Soc. helvét. Sc. nat., Berne 1878, p. 95—98.
3. M. LUGEON et G. ROESSINGER. Géologie de la haute vallée de Lauenen. Arch. des Sc. phys. et nat., Genève, 4e période, t. XI, p. 74—87. 1901.
4. G. ROESSINGER. La Zone des Cols dans la vallée de Lauenen. Bull. Soc. vaudoise Sc. nat., vol. 40, p. 133—196. 1904.
5. F. JACCARD. Les grès et calcaires à radiolaires du ruisseau du Troublon et de la rive gauche de la Grande Eau. Bull. Soc. vaudoise Sc. nat., vol. 45, p. 365—368. 1909.
6. A. JEANNET. Monographie géologique des Tours d'Aï. Mat. Carte géol. Suisse, nouv. série, livr. XXXIV, Berne 1912 (p. 450—451; 655; 664—666).
7. M. LUGEON. Sur la présence de lames cristallines dans les Préalpes et sur leur signification. C. R. Acad. Sc. Paris, vol. 159, p. 685—686, 16 nov. 1914.
8. M. LUGEON. Sur quelques conséquences de la présence de lames cristallines dans le soubassement de la zone du Niesen (Préalpes suisses). C. R. Acad. Sc. Paris, vol. 159, p. 778, 7 déc. 1914.
9. ARNOLD HEIM. Beobachtungen in den Préalpes Internes. Eclog. geol. Helvet., vol. 15, p. 473—477, 1920.
10. M. LUGEON. Sur la géologie des Préalpes internes du Simmenthal. Eclog. geol. Helvet., vol. 16, p. 97—102, 1920.

11. F. RABOWSKY. Les Préalpes médianes et la nappe de la Brèche entre le Simmental et le Diemtigtal. Mat. Carte géol. Suisse, nouv. série, livr. XXXV, 1920.
12. M. LUGEON. Sur la géologie du Chamossaire. Eclog. geol. Helvet., vol. 18, p. 221, 1923.
13. M. LUGEON et E. ANDRAU. Sur la subdivision du Flysch du Niesen dans la région du Pic Chaussy (Alpes vaudoises). Bull. Soc. vaudoise Sc. nat., vol. 56, p. 289—295, 1927.
14. E. GENGE. Die Züneggklippe. Eclog. geol. Helvet., vol. 21, p. 366—370, 1928.
15. E. ANDRAU. La géologie du Pic Chaussy et ses abords. Bull. Labor. géol. Lausanne, No. 44, 1929.
16. M. BORNHAUSER. Geologische Untersuchung der Niesenkette. Mitt. Naturf. Gesellsch. Bern, Jahrg. 1928, p. 33—113. Bern 1929.

Réception du manuscrit le 13 juin 1929.