

Préalpes et klippes

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **10 (1908-1909)**

Heft 5

PDF erstellt am: **21.07.2024**

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.

En réponse à ces observations, M. A. TORNQUIST (100) a allégué les faits suivants :

1° Les fractures transversales qui coupent, à l'E de Egg, la zone de Flysch de l'Allgäu et la bande de calcaires à *Aptychus* n'affectent en aucune façon la Molasse ; elles sont en tous cas moins anciennes que les derniers plissements du Flysch, tandis qu'elles ne peuvent pas s'être formées avant le redressement de la Molasse ;

2° Le contact du Flysch et de la Molasse ne peut pas être autre chose qu'un plan de chevauchement redressé ultérieurement ;

3° Les observations de détail faites dans la zone des klippes de calcaires à *Aptychus* montrent clairement qu'il s'agit ici de lambeaux de recouvrement enfoncés de haut en bas dans le Flysch. Le chevauchement de la nappe correspondante a dû se faire probablement sous l'eau de la mer, de sorte que le mouvement de la masse chevauchante a pu être facilité soit par une augmentation de la plasticité de ses roches, soit par une diminution de sa masse relative.

Préalpes et klippes.

La Société géologique suisse ayant excursionné en 1907 dans les **Préalpes fribourgeoises et vaudoises** sous la direction de MM. R. DE GIRARD et H. SCHARDT, ces deux messieurs ont rédigé d'abord un programme sommaire (63), puis M. Schardt a donné un compte rendu détaillé de l'excursion (87).

Dans cette dernière publication nous trouvons d'abord un très bref aperçu du trajet qui conduit de Fribourg à Bulle, Charmey et Bellegarde. Puis l'auteur décrit plus en détail la chaîne des Gastlosen ; il signale le fait qu'on retrouve à l'W du Jaunbach, au-dessus de la Petermanda, le prolongement de l'écaille de Malm de la Dürrifluh, séparée de l'écaille principale de la chaîne par une zone de Flysch.

La chaîne des Gastlosen est, comme on le sait, formée par une série normale de Trias, de Dogger à *Mytilus* avec d'abondants débris végétaux, de Malm et de Couches rouges ; cette série est coupée par une quantité de fractures transversales qui marquent des rejets tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, et donnent aux lignes de contact des divers niveaux une allure irrégulière en dents de scie.

A propos du Sattelberg, situé entre la vallée de Bellegarde

et la combe du Petit Mont, M. Schardt signale la réapparition vers cette chaîne de l'anticlinal méridional du Vanil Noir, qui y prend une forme très disloquée. Puis il revient à la chaîne des Gastlosen pour décrire la coupe qu'on observe en traversant la Perte à Bovay. Ici l'écaille chevauchante est séparée du Flysch de Vert-Champ par un anticlinal de Couches rouges ; elle est d'autre part affectée par de nombreux décrochements transversaux ; enfin elle est coupée longitudinalement par une faille verticale suivant laquelle elle est brusquement relevée vers son extrémité NW, de telle sorte que l'érosion l'a totalement ou presque totalement supprimée aux environs du Col de la Perte à Bovay.

L'itinéraire décrit par l'auteur nous amène finalement à Rougemont en passant auprès du bloc exotique de diabase noyé dans le Flysch des Fenils et en traversant le front de la zone de brèche de la Hornfluh au Vanel.

Ensuite commence la partie la plus importante de ce rapport, qui est consacrée à l'étude du massif du Rubli et de la Gummfluh. Elle commence par la description de la zone de Brèche des Siernes et de la Tête de Cananéen, qui est enfoncée synclinalement dans le Flysch. A la base de la série de la Brèche on trouve ici des calcaires spathiques contenant une faune que M. Schardt attribue au Charmouthien et qui comprend : *Waldh. punctata* Sow., *Rhynch. belemnica* Qu., *Rhynch. gryphitica* Qu., *Avicula sinemuriensis* d'Orb., *Hildoc. aequiumbilicatum* Bettoni, *Harp. ex af. serpentinum* d'Orb. Les couches rouges qui sont intercalées entre la Brèche et le Flysch représentent, ici comme partout ailleurs dans cette zone, une lame de charriage arrachée à la série sous-jacente de la chaîne du Rubli. La Tête de Cananéen est le seul point de la région où l'on trouve dans la série de la Brèche des termes équivalents à la Brèche supérieure et aux schistes bariolés moyens du Chablais.

M. Schardt décrit la série mésozoïque qui forme la chaîne du Rubli et qui est caractérisée par la puissance des calcaires et des dolomies triasiques, par l'absence de Lias et par le développement schisteux et charbonneux du Dogger à Mytilus. Cette série chevauchante s'appuie au S sur du Flysch, dans lequel sont enfoncés les paquets de Brèche de la Videman et du Dürrihubel. De nombreuses complications interviennent, qu'il est impossible de décrire ici.

Du col de la Videman on jouit d'une vue étendue sur la Tête de la Minaudaz, formée par un dernier reste chevauchant de Brèche, sur la Pointe des Salaires, où le Malm et le

Crétacique supérieur de la zone de la Gummfluh sont imbriqués en plusieurs écailles verticales, et sur le Rocher du Midi, formé de Trias et prolongeant la chaîne du Rubli. A propos de cette région M. Schardt indique que le Flysch sous-jacent aux formations mésozoïques de la Gummfluh et du Rubli perce en faux anticlinal au S du Rocher du Midi, près du Col de Base. Il explique d'autre part la position du Trias du Rocher du Midi sur le Flysch et l'absence du Jurassique dans le versant N de ce sommet par une faille horizontale, suivant laquelle le Trias a été poussé au N sur le Tertiaire.

Enfin, parlant de la traversée de la chaîne de la Gummfluh par la combe de Comborsin, l'auteur décrit la superposition évidente de la Brèche de la Videman sur le Flysch du Kalberhoni et le chevauchement de la série mésozoïque de la Gummfluh sur le Flysch du Niesen.

La dernière journée de course a été consacrée à la traversée du Col de la Douve, aux abords duquel le Trias, le Jurassique et le Crétacique de la zone de la Gummfluh sont imbriqués d'une façon compliquée, et du Col de la Base, où apparaît un faux anticlinal de Flysch séparant les deux masses chevauchantes de la Coumattaz et du Rocher du Midi.

En descendant vers les Moulins les excursionnistes ont traversé l'écaille chevauchante de Malm et de Couches rouges de « Sur le Grin », prolongement de la grande écaille des Gastlosen et la voûte jurassique-crétacique sous-jacente des gorges de la Torneresse, qui raccorde l'anticlinal des Tours d'Aï au pli inférieur des Rochers de la Raye et à l'écaille inférieure des Gastlosen.

A la suite de la publication de M. Schardt il convient de citer celle plus volumineuse et plus détaillée que M. F. JACCARD a consacrée à la **région de la Gummfluh et du Rubli** (71).

L'auteur fait d'abord, ici comme pour la région de la Hornfluh et des Spielgarten, un examen stratigraphique complet des deux séries des Préalpes médianes et de la Brèche qui sont superposées mécaniquement l'une à l'autre.

En fait de roches cristallines, on ne trouve dans tout le territoire étudié qu'un affleurement d'ophite associé à des schistes quartzeux foncés, tout à fait équivalents aux pointements ophitiques du Rinderberg, et qui se trouve au S de Flühmaad entre Gstaad et le Muttenkopf.

Le **Trias** de la série de la Brèche commence généralement à la base par des cornieules qui supportent des calcaires dolomitiques souvent bréchiformes. Vers le haut se développent

des alternances de bancs dolomitiques et de schistes qui passent au Rhétien.

Dans la série des Préalpes médianes le Trias comprend le plus souvent de haut en bas :

- f) Calcaires noirs à Gyroporelles et Gastéropodes ;
- e) Calcaires noirs veinés de calcite ;
- d) Calcaires bleutés vermiculés ;
- c) Calcaires dolomitiques gris, pulvérulents ;
- b) Cornieules ;
- a) Gypses.

Le **Lias**, qui manque dans la série des Préalpes médianes, commence dans celle de la Brèche par des couches rhétiennes fossilifères. Ce sont des alternances de calcaires dolomitiques, de calcaires marneux, de lumachelles et de marnes, d'une épaisseur totale d'environ 15 m., et dans lesquelles on trouve *Terebr. gregaria*, *Lima valoniensis* (?), *Pentacrinus bavari-cus*, *Bactryllium striolatum*. Le reste du Lias est représenté par la partie inférieure du complexe de la Brèche, dans lequel il est du reste impossible de déterminer des niveaux précis.

Le **Dogger** des Préalpes médianes est représenté ici par la série décrite par MM. de Loriol et Schardt sous le nom de couches à Mytilus. Comme faits nouveaux concernant ce niveau, M. Jaccard signale la présence au sommet du Dogger de calcaires plaquetés, épais d'une trentaine de mètres et remplis de polypiers, et en second lieu l'intercalation dans le niveau à fossiles triturés, à polypiers et à *Astarte rayensis* d'une couche essentiellement composée de fragments de petites nérinées.

Le **Malm** a le faciès de calcaires coralligènes riches en *Diceras* et en Nérinées et souvent oolithique. Dans le Malm de « sur le Grin » et du bois de Ramaclé, M. Jaccard a trouvé des *Calpionella alpina* Lor.

La série de la **Brèche jurassique** commence au-dessus du Rhétien par les schistes et calcaires inférieurs, qui supportent la Brèche inférieure, formée tantôt de gros éléments calcaires, tantôt presque exclusivement de débris de Pentacrines (*Pent. tuberculatus*).

Au Rubli et à la Gummfluh le Malm des Préalpes médianes est directement recouvert par les **Couches rouges** supracrétaciques, dans lesquelles on distingue un niveau inférieur plus calcaire et plus gris et un niveau supérieur plus marneux et plus rouge. Aux rochers de Sur le Grin, par contre, on voit s'intercaler entre le Malm et les Couches rouges des calcaires

plaquetés, gris-bleu, à silex, qui représentent probablement le **Crétacique inférieur**.

Quant au **Flysch**, M. Jaccard distingue le Flysch de la zone du Niesen, caractérisé par l'abondance de ses brèches polygéniques et qui s'enfonce au NW sous le Trias de la Gummfluh et le Flysch du Hundsrück et des Saanenmöser qui forme, d'une part, une zone continue au NW de la chaîne du Rubli, d'autre part, le territoire triangulaire compris entre la chaîne du Rubli, la Pointe de Videman, la chaîne de la Gummfluh, Gstaad et Gessenay. Ce Flysch comprend des grès quartzeux et des schistes cendrés à Fucoïdes, auxquels s'ajoutent, au Muttenkopf, des schistes marneux rouges, rappelant les Couches rouges et qui semblent occuper un niveau relativement bas dans les couches tertiaires.

Enfin, les **dépôts pléistocènes** comprennent, d'une part, des moraines, dont les unes sont déposées par le glacier de la Sarine, d'autres par les petits glaciers locaux du Meyelsgrund, du Kalberhöni, de la Videmanette, etc..., d'autre part, les éboulis et les éboulements. Parmi ces derniers, le plus important est un éboulement descendu du versant N du Rubli, jusqu'aux Pierres-Blanches, en face de Rougemont.

Abordant l'étude tectonique du territoire considéré, M. Jaccard commence par définir le rôle que jouent les masses de Brèche jurassique intercalées entre les deux chaînes du Rubli et de la Gummfluh. Il montre qu'elles se divisent en deux têtes de plis enfoncées dans le Flysch, et bordées par places, ainsi au Col de la Videman, par des lames de charriage de Couches rouges. L'un des plis de Brèche se suit de la Tête de la Minaudaz par les Tza-y-Bots, la Videman, Comborsin, jusqu'au NE du Muttenkopf, où on le voit s'effiler avant d'atteindre le ruisseau du Meyelsgrund; sa base triasique, plongeant au N, s'appuie sur les Couches rouges et le Malm de la série de la Gummfluh, ou bien, comme cela est le cas à l'E du Muttenkopf, sur du Flysch. Le second pli s'étend de la Videmanette, par Rubloz, jusqu'au Dürriberg; il repose au S sur le Flysch du Kalberhöni et s'enfonce au N sous la série mésozoïque du Rubli, dont il est séparé au Dürriberg par une mince zone de Flysch, à la Videmanette par une écaille de Dogger à Mytilus.

L'auteur décrit ensuite la zone de Brèche jurassique qui se suit sur le versant N de la chaîne du Rubli, depuis la Pointe de Cananéen jusqu'à la Tête des Planards, et qui se continue sur le versant N de la vallée de la Sarine du Vanel jusqu'au-dessus de Saanen. Il montre que cette zone est formée par

la tête d'un troisième pli, enfoncée de haut en bas dans le Flysch du Hundsrück, dont elle est séparée par une lame continue de Couches rouges. Ces dernières ne sont évidemment pas non plus ici le revêtement normal de la Brèche ; elles représentent une lame de charriage arrachée aux nappes sous-jacentes des Préalpes médianes.

La chaîne de la Gummfluh est formée par une série de terrains triasiques, jurassiques, crétaciques et éogènes, développés suivant le faciès qui règne dans toute la partie interne des Préalpes médianes, série qui chevauche pas sa base sur le Flysch du Niesen au S. Le plongement, qui se fait généralement au NNW, tend à se redresser vers le bas, de façon à devenir vertical ; dans la partie occidentale de la chaîne il se renverse même et toute la série prend alors l'apparence d'une tête de pli plongeant dans le Flysch. Entre la Pointe des Salaires et le Col de Base le Malm et les Couches rouges sont imbriqués d'une façon compliquée en quatre écailles. Aux deux extrémités de la chaîne, la série mésozoïque s'effile ; ainsi au Meyelsgrund on voit disparaître d'abord le Trias, puis le Dogger et finalement le Malm ; entre le Sex Mossard et l'arête de Coumattaz le Malm cesse le premier, puis le Dogger, en sorte que le Trias subsiste seul, formant comme un coin de couches presque verticales enfoncé dans le Flysch. La série mésozoïque qui constitue la chaîne de la Gummfluh doit donc être considérée aussi comme figurant une tête anticlinale pli-faillée reposant sur le Flysch.

Dans le prolongement vers l'E de la chaîne de la Gummfluh, vers le débouché du Meyelsgrund dans la vallée de la Sarine, M. Jaccard a constaté la présence d'une importante masse de gypse, de cornieules et de calcaires triasiques, qui commence brusquement à l'E de la combe de Mühlenstein, qui, au-dessous de Flühmaad est divisée en deux replis ou écailles et qui disparaît ensuite sous les éboulis de Flühmaadvorsässe. Il voit dans ces affleurements de nouveau une tête de pli s'insinuant en coin dans le Flysch. Un peu au-dessus apparaît, au milieu du Flysch, le gisement d'ophite signalé plus haut. Le Flysch contient également une écaille lenticulaire de Couches rouges ; d'autre part on voit, dans les pentes qui dominant Gstaad au SW, le Flysch normal, formé de schistes gris et de grès quartzeux, contenir trois zones successives plongeant au NW de schistes rouges et verts qui paraissent un faciès de l'Eocène. Dans toute cette région, le pendage du Flysch et des diverses écailles qu'il contient se fait au NW avec des angles, il est vrai, assez variés.

L'écaille de Trias de Flühmaad, qui n'a aucune relation directe avec le chaînon de la Gummfluh, appartient, ainsi que les écailles crétaciques situées plus haut, aux Préalpes médianes; tout cet ensemble imbriqué forme le prolongement de la région d'écailles de l'Amselgrat, que chevauche la Brèche de la Hornfluh.

D'après M. Jaccard, la chaîne du Rubli est notablement plus compliquée que ne l'avaient supposé M. Rittener et M. Schardt. Elle comprend d'abord, comme élément principal, la zone du Rubli proprement dite, qui commence à l'W, au Rocher du Midi, par un énorme paquet de Trias, replié plusieurs fois sur lui-même et nageant sur le Flysch, qui se continue au Rocher Plat et au Rubli par une série normale plongeant fortement au NW de Trias, Dogger, Malm et Couches rouges et qui s'effile ensuite par amincissement graduel de ses différents termes, de façon à disparaître complètement à l'E du Gauderlibach. La partie orientale de la chaîne, celle qui forme la Dorfflüh, n'est donc pas le prolongement du Rubli; elle représente une grosse écaille inférieure à la série du Rubli. L'on trouve du reste dans la même position, mais dans d'autres parties de la chaîne, des écailles analogues; ainsi au Creux de la Videmanette on voit une écaille de Dogger à Mytilus enfoncée sous le Trias du Rubli et du Rocher Plat, qu'elle sépare de la Brèche, et entre la Gérine et le Col de Base on constate la présence, sous le Trias du Rocher du Midi, d'une mince zone de Flysch et d'une bande importante de dolomies et de cornieules triasiques. Il y a donc sous l'écaille principale du Rubli-Rocher du Midi un régime d'écailles parallèles moins considérables.

Passant ensuite aux plis qui se développent entre la chaîne du Rubli et la zone de Flysch de Château-d'Œx, M. Jaccard montre qu'on peut distinguer au SE de Château-d'Œx quatre anticlinaux déjetés au NW de Malm et de Couches rouges, qui s'abaissent longitudinalement vers le NE et dont aucun ne représente en réalité le prolongement de la grande écaille Gastlosen-Laitmaire; celle-ci chevauche, en effet, vers le pont de Gérignoz, sur le plus élevé de ces plis, et ne tarde pas à s'effiler jusqu'à disparition complète sur la rive droite de la Sarine. Vers l'W on retrouve ces mêmes plis aux abords des gorges de la Tourneresse, où le pli supérieur a pris la forme d'une écaille chevauchante et laminée, tandis que le pli sous-jacent dessine une voûte régulière de Malm et de Crétacique et qu'un troisième pli apparaît sous forme de boutonnière de Couches rouges perçant le Flysch un peu au-dessus des Moulins.

Plus au SW encore, le pli supérieur ne tarde pas à disparaître, tandis que la voûte régulière sous-jacente se continue jusqu'aux Monts Chevreuils et est relayée ensuite par un autre anticlinal jurassique-crétacique plongeant longitudinalement au NE, qui forme le sommet de la Schuantz et que l'Hongrin coupe un peu à l'W de la Lécherette.

Au SE de ces plis crétaciques s'étend la zone de Flysch de la Lécherette et des Mosses, et au milieu de cette zone on rencontre plusieurs petites Klippes de Trias (gypse, cornieules, calcaires, dolomies), les unes nageant sur le Flysch, d'autres enfoncées en coin dans celui-ci, qui se prolongent finalement vers le SW dans le grand coin triasique du Mont-d'Or. Ce n'est qu'hypothétiquement qu'on peut rattacher ces Klippes à la zone du Laitmaire ou à celle du Rubli.

Le travail de M. Jaccard l'a amené aux conclusions suivantes :

1° La nappe de la Brèche Chablais-Hornfluh forme, dans le territoire considéré, trois digitations déversées au NW et chevauchant sur le Flysch des Préalpes médianes ; ces trois digitations ne correspondent qu'aux deux plis supérieurs de la région de la Hornfluh.

2° Les terrains des Préalpes médianes forment, au Rubli, à la Dorfflüh, à la Gummflüh, non des plis réguliers, mais d'énormes écailles lenticulaires, souvent replissées ou imbriquées et accompagnées d'un système d'écailles plus petites. Tous ces paquets lenticulaires nagent sur le Flysch comme des épaves sur les flots ; ils ont certainement des relations indirectes et impossibles à préciser pour le moment avec la zone des Gastlosen-Laitmaire. D'autre part, la masse replissée du Rubli Rocher du Midi paraît devoir se prolonger dans le massif triasique du Mont-d'Or, tandis que les plis de la rive gauche de la Sarine, au S de Château-d'Œx doivent appartenir à l'anticlinal des Tours-d'Aï.

3° Pour expliquer la position étrange de la nappe de la Brèche et celle des écailles des Préalpes médianes que cette nappe chevauche, l'hypothèse la plus satisfaisante consiste à supposer, avec M. Lugeon, que les Brèches du Chablais et de la Hornfluh ont une origine moins lointaine que les Préalpes médianes et qu'elles ont formé un pli de seconde poussée, alors que les Préalpes médianes avaient non seulement déjà fait un chemin considérable vers le N, mais avaient encore été détachées de leur racine. Ce pli de Brèche, arrivant, dans son mouvement vers le N, sur le bord radical

déjà morcelé de la nappe des Préalpes médianes, l'a replié, imbriqué et porté en avant.

4° Quant à la nappe rhétique supposée par M. Steinmann, M. Jaccard ne peut ni en contester, ni en confirmer l'existence, n'ayant aucun argument vraiment probant ni dans un sens, ni dans l'autre.

M. A. ROTHPLETZ (83) a consacré un troisième volume de ses « Alpenforschungen » à la **Tectonique des Préalpes**. En tête de cette nouvelle publication il place un exposé succinct des théories émises successivement sur cette tectonique par MM. Schardt, Lugeon et Schmidt. Puis il donne un aperçu de la stratigraphie des régions préalpines, dans lequel il s'attache surtout à faire ressortir le peu d'importance des différences de faciès qui se manifestent d'une zone à l'autre et dans lequel il développe l'idée qu'une partie du Flysch du Niesen et du Flysch des Préalpes externes pourrait être supra-crétacique. Il se représente la sédimentation préalpine comme profondément influencée par des phénomènes tectoniques, qui se seraient échelonnés entre la période liasique et l'Oligocène. C'est ainsi que les faciès littoraux du Dogger, qui existent dans la série de la Brèche de la Hornfluh et dans celle des Gastlosen, se seraient formés autour de horsts triasiques et liasiques. Les lacunes stratigraphiques qu'on constate dans plusieurs régions des Préalpes au niveau du Crétacique inférieur et moyen proviendraient d'un mouvement d'émersion, pendant lequel l'érosion, attaquant les horsts, y aurait découvert les soubassements cristallins; puis une nouvelle transgression aurait précédé la période de sédimentation des Couches rouges et finalement se seraient déposés les grès et les conglomérats du Flysch, dont les matériaux seraient dérivés de horsts cristallins voisins. Ces horsts devaient se trouver en partie sur l'emplacement des chaînes externes à faciès helvétiques et des Préalpes, en partie sur celui du plateau molasique.

Dans la partie tectonique de son travail, M. Rothpletz décrit en commençant un profil passant par le Gurnigel, le Gantrisch et Weissenburg. Il envisage les klippes de terrains secondaires qui apparaissent au milieu du Flysch du Gurnigel comme des émergences d'anciens horsts noyés dans un Flysch transgressif. Il signale les trois plans de chevauchement que coupe son profil et qui séparent, le premier la Molasse du Flysch du Gurnigel, le second le Flysch du Trias et du Jurassique du Gantrisch, le troisième le Malm et le Néo-

comien de la chaîne du Stockhorn du Malm des Gastlosen. Il montre que l'intensité du plissement augmente progressivement de la Molasse à la chaîne du Stockhorn, il suppose que les plissements ont précédé les chevauchements précités et il considère ces derniers comme peu profonds.

L'auteur étudie ensuite dans le prolongement de cette coupe un profil passant par Reidenbach, le Niederhorn et Schwenden dans le Diemtigtal. Il confirme sur la plupart des points les observations récentes de M. Jaccard, mais il conteste absolument l'existence au Spitzhorn d'une charnière frontale de Brèche de la Hornfluh fermée au N et enfoncée dans le Flysch et surtout il donne de cette région une interprétation fondamentalement différente de celle de M. Jaccard. Il se représente le Flysch du Simmenthal comme un synclinal supporté par des Couches rouges et des calcaires jurassiques, dont les deux jambages ont chevauché sur les chaînes voisines. Du côté du N ce sont les deux écaillés jurassiques-crétaciques du Kienhorn et du Klushorn (zone des Gastlosen) qui ont été refoulées sur le flanc S de la chaîne du Stockhorn ; du côté du S ce sont la Brèche et les Couches rouges du Spitzhorn, de Bunscheler Alp, de Seeberg, etc., qui sont venues recouvrir par un mouvement N-S la série jurassique-tertiaire du Niederhorn et des Spielgerten. Entre ces deux chevauchements dirigés en sens inverse à partir d'un même axe synclinal une différence importante se manifeste en ce que vers le S la Brèche recouvre son soubassement suivant un plan peu incliné et sur une grande largeur, tandis que les écaillés de la zone des Gastlosen sont fortement redressées ; d'autre part le faciès de la Brèche, jambage S du synclinal imbriqué, s'écarte considérablement de celui du Jurassique du Klushorn, jambage N du même synclinal ; enfin plusieurs failles dirigées du SW au NE coupent la Brèche et son soubassement et les morcellent en compartiments étagés du NW au SE.

L'étude d'un profil passant un peu plus à l'W par le Luchern, la Dürrifluh, le Krachihorn et Laubegg, a confirmé M. Rothpletz dans sa manière de voir. Au Krachihorn l'auteur croit avoir trouvé la Brèche de la Hornfluh sous le Dogger à Mytilus, auquel elle paraît liée stratigraphiquement. Entre le Krachihorn et Laubegg le Flysch est disposé synclinalement ; puis à Laubegg on peut voir le chevauchement de la série de la Brèche, des Couches rouges et du Flysch, sur le Malm de la zone du Niederhorn. Dans la région de Lehn, au bord de la Simme et au N de Zweisimmen, la série chevauchante de la Brèche est imbriquée en deux écaillés superposées.

A propos de la géologie du Fluhwald, à l'W de Zweisimmen, M. Rothpletz, tout en confirmant la plupart des observations de M. Jaccard, conteste absolument le bien fondé de son interprétation. Il considère la zone de Brèche du bas de la pente comme un synclinal enfoncé au NW dans le Trias, il admet par conséquent que la large zone triasique du milieu de la pente forme le soubassement stratigraphique de la Brèche, tandis que M. Jaccard l'attribue à la série des Préalpes médianes, et il explique l'absence de la Brèche entre ce Trias et le Malm qui le recouvre par une faille. L'auteur défend en outre énergiquement l'idée de la superposition stratigraphique des Couches rouges sur la Brèche et il arrive de nouveau ici à envisager toutes les formations jurassiques, crétaciques et tertiaires du Fluhwald comme appartenant au jambage S du grand synclinal du Simmenthal-Hundsrück, imbriqué et coupé par deux grandes fractures. Les deux écailles principales de ce jambage se retrouvent au Rinderberg, où apparaît une série de Trias, de Brèche, de Malm, de Couches rouges et de Flysch et à l'Amselgrat, où on peut voir une série de Trias, Dogger à *Mytilus*, Malm, Couches rouges, Flysch. M. Rothpletz ne peut admettre ni l'existence d'une charnière frontale de la Brèche au Rinderberg, ni le caractère de klippe des gisements de roches ophitiques pointant au milieu du Flysch. Pour lui la Brèche du Rinderberg doit se raccorder sous le Flysch des Saanenmöser avec celle du Fluhwald; les roches ophitiques représentent des filons traversant le Flysch.

M. Rothpletz passe ensuite à la description d'un profil dirigé du Laitmaire par le Rocher plat et le Col de Videman, vers la Gummfluh et le Gummburg. Dans la chaîne du Laitmaire il voit les deux mêmes écailles jurassiques du jambage septentrional du synclinal du Simmenthal qu'il avait constatées déjà au Kienhorn et au Klushorn, mais doit pour cela attribuer au Malm la paroi inférieure du Laitmaire qui a été reconnue comme triasique. A la base du Dogger à *Mytilus* de son écaille supérieure il place un niveau de Brèche de la Hornfluh et il admet que cette Brèche se continue en synclinal par dessous le Flysch de la vallée de la Sarine avec la Brèche qui forme, sur le flanc NW de la chaîne du Rubly, la Tête de Cananéen. Il montre que la Brèche de la Tête de Cananéen chevauche sur les Couches rouges et le Malm du Rubli, comme celle du Spitzhorn chevauche sur les Couches rouges et le Malm du Niederhorn. La réapparition de la Brèche le long du pied SE de la chaîne du Rubli lui paraît

être due à une grande faille, le long de laquelle toute la région SE s'est affaissée et suivant laquelle l'écaille inférieure a dû disparaître en profondeur, tandis que l'écaille supérieure a été épargnée par l'érosion. Une autre faille, dirigée à peu près ESE-WNW et passant un peu au S du Col de Videman, a provoqué une nouvelle chute de la partie S et a favorisé la conservation des gros amas de brèche qui s'appuient contre le pied N de la Gummfluh. Quant à cette dernière chaîne, elle appartient toujours, dans l'idée de M. Rothpletz, à l'écaille inférieure du jambage S du synclinal du Simmenthal-Hundsrück et ses formations secondaires, prolongement de celles de l'Amselgrat, chevauchent comme elles sur le Flysch de la zone du Niesen.

Parlant des Préalpes internes dans la région de la Lenk, qu'il a parcourues avec M. Bayley-Willis, M. Rothpletz commence par simplifier beaucoup la question de la stratigraphie de ce territoire en attribuant pêle-mêle au Flysch des grès et des schistes du Lias, des calcaires gréseux du Dogger, des marno-calcaires supra-crétaciques, etc. Après quoi il interprète la tectonique de ce tronçon des Préalpes internes comme suit :

1° Le Flysch du Niesen, plongeant en général au NW sous la masse chevauchante des Spiegelerten-Amselfluh, s'appuie au SE sur une nappe formée essentiellement de gypse et de cornieules triasiques, qui passe [au Hahnenmoos ; celle-ci doit traverser la vallée de la Simme un peu en amont de Matten et remonter de là au SW jusqu'au Tauben ;

2° Sous ce Trias se développe une seconde zone de Flysch, qui s'appuie aussi sur une série incomplète de Trias et de Malm et qui affleure entre le Hahnenmoos et le Metschhorn, traverse la Simme entre Matten et la Lenk et forme plus au SW le Mülkerblatt et les Stüblenen. Le Trias de cette série affleure au Metschhorn où il supporte du Malm (qui par parenthèse est du Crétacique supérieur) ; on le retrouve accompagné aussi de Malm le long du chemin qui conduit de la Lenk à Metsch. En l'honneur de son compagnon de course l'auteur appelle Willis-Decke cette succession de Flysch qui s'enfonce au NW sous la Niesen-Decke ;

3° Cette Willis-Decke repose du côté du SE sur une troisième nappe ou écaille, la Obere Laubhornschuppe. La base de cette écaille serait marquée par le Dogger et le Malm du Regenbolshorn et la paroi de Dogger qui domine Oberried ; elle se retrouverait à l'W de la Simme dans le versant droit

de la vallée du Kindbach. Des lambeaux de Dogger et de Malm appartenant à cette même nappe se retrouveraient en outre plus au S, au Pommergrat, à l'Ammerten Alp et surtout à l'Ober Laubhorn ;

4° Enfin une écaille inférieure, la Untere Laubhorn Schuppe, se moulerait sur le Flysch et le Nummulitique haut-alpin de la Lenk et d'Oberried. Formée, comme les trois autres écailles, surtout de Flysch, elle comprendrait les affleurements de Malm du Simmenfall et de l'Unter Laubhorn et s'enfoncerait finalement au SE sous le jambage renversé du pli couché haut-alpin du Rawyl.

A propos de cette nappe inférieure du Laubhorn, M. Rothpletz montre que les calcaires suprajurassiques qui affleurent vers le Ritzberg, en superposition sur le Nummulitique haut-alpin, devaient se continuer par dessus la charnière du pli du Rawyl et se raccorder avec le Malm qu'on trouve sous forme de lambeaux chevauchants au-dessus du Laufboden. Il montre d'autre part que ces mêmes calcaires se suivent longitudinalement depuis l'Iffighorn, par le Ritzberg et le Unter Laubhorn jusqu'à l'Ammerten Alp, mais que sur ce parcours ils sont affectés par un ensellement transversal très accusé dont l'axe suit à peu près les gorges de la Simme.

M. Rothpletz parle aussi du versant S de la chaîne du Wildstrubel et des lambeaux de Jurassique supérieur qui recouvrent les formations à faciès helvétique du Wildhorn au Sex Rouge, au Rawylhorn, au Laufbodenhorn, au Mont Tubang, etc. Il envisage ces formations chevauchantes comme les restes d'une nappe supérieure à celles du Wildhorn, inférieure à celle des Préalpes internes, qui se prolongerait vers l'E dans la chaîne du Lohner et la nappe du Kienthal et comprendrait donc des sédiments à faciès helvétique. Pour expliquer que le Lohner n'est pas le prolongement de l'Ammertengrat, l'auteur est obligé de supposer deux plans de chevauchement se coupant suivant un angle aigu, dont l'un ramènerait par un mouvement S-N la nappe du Wildstrubel sur le pli du Wildhorn jusque près de Sion, dont l'autre, beaucoup plus incliné, déterminerait la superposition des formations haut-alpines du Wildhorn sur celles de la zone des Cols.

Après avoir examiné ces coupes locales, M. Rothpletz décrit, à sa manière, un profil d'ensemble s'étendant du Gurnigel à Sion. Il commence par montrer la nature imbriquée de la région interne des Préalpes entre la zone des Gastlosen et

celle du Wildhorn; puis il suppose l'existence, dans les Préalpes et les Hautes Alpes calcaires, de cinq failles longitudinales principales, dont le plan est incliné au S et dont la lèvre méridionale chevauche sur la lèvre septentrionale; ces failles se trouvent : 1^o au contact de la Molasse et des Préalpes externes; 2^o au contact des Préalpes externes et médianes; 3^o entre la zone du Stockhorn et celle des Gastlosen; 4^o au contact des Préalpes internes et des Hautes Alpes; 5^o au contact des plis helvétiques et des Schistes lustrés. Le jeu de ces failles n'a dû réduire la largeur du territoire préalpin et haut-alpin que de 8 km. soit de 14 0/0.

Les Préalpes comportent en outre six plans de chevauchements inclinés du S au N et qui séparent entre elles les nappes du Laubhorn, inférieure et supérieure, la nappe de Willis, celle du Niesen, celle des Spielgarten, et celle de la Hornfluh. Enfin, les Préalpes médianes d'une part, les Hautes Alpes calcaires de l'autre, ont subi d'énergiques plissements. D'après l'auteur, ces diverses dislocations ont dû se succéder comme suit : 1^o plissement des chaînes externes des Préalpes (Gantrisch-Stockhorn); 2^o formation des nappes de la Hornfluh, des Spielgarten, et des Préalpes internes; 3^o plissement des Hautes Alpes calcaires; 4^o formation des failles obliques inclinées du N au S.

Quant à l'origine des nappes préalpines, M. Rothpletz cherche à persuader son lecteur qu'elle ne peut être que septentrionale et qu'aucun argument irréfutable ne peut servir de base à la notion de mouvements dirigés du S au N. Il ne peut d'autre part envisager la marche de ces nappes comme s'étant effectuée par le développement progressif de plis couchés et admet que le recouvrement des Préalpes a pris d'abord la forme d'un chevauchement unique suivant un plan de fracture très oblique, et qu'ensuite seulement la masse chevauchante s'est imbriquée en plusieurs écailles à cause des résistances qui se sont opposées à son mouvement.

Après cet exposé de ses observations personnelles, M. Rothpletz cherche la confirmation de ses idées dans un examen de la tectonique générale des Préalpes et des Hautes Alpes calcaires. Se basant essentiellement sur la carte géologique au 1 : 100 000 et sur quelques publications plus récentes, il montre la continuité, d'un bout à l'autre des Préalpes suisses, des plans de chevauchement qui séparent entre eux la Molasse, la zone de Flysch du Gurnigel et de la Berra, le faisceau de plis mésozoïques de la zone Stockhorn-Molésou et la chaîne chevauchante Tour-d'Aï-Gastlosen. Puis il voit un plan de

chevauchement continu, se prolongeant depuis le Pommerngrat jusqu'aux Rochers du Vent, suivant lequel les terrains haut-alpins ont été refoulés au N sur les nappes préalpines, et il explique la cessation brusque de ce chevauchement vers l'W par l'intervention d'une grande faille verticale dirigée d'abord de l'W à l'E, des Rochers du Vent à Derborence, puis coudée au S suivant le cours de la Liserne. Cette fracture marquant une descente d'environ 1000 m. du massif du Muveran relativement à celui des Diablerets explique, d'après l'auteur, en même temps le niveau élevé du Trias au pied de la paroi du Mont Gond relativement à la série du Muveran-Haut de Cry; il n'y a ainsi aucune raison de supposer au Muveran et aux Diablerets deux nappes superposées, comme l'a fait M. Lugeon. La lame de Néocomien à Céphalopodes, qui s'insinue sous les Rochers du Vent et les Diablerets, a dû être amenée par une poussée N-S dans sa position actuelle, avant la formation des plis haut-alpins et avant le chevauchement des Hautes Alpes vers le N.

Après avoir suivi longitudinalement de l'Aar au Rhône les diverses zones préalpines de la Hornfluh, des Spielgarten, du Niesen et des Cols, M. Rothpletz revient encore à la région des Hautes Alpes vaudoises, dans laquelle il admet une complète indépendance du chevauchement frontal et des plis. Ceux-ci, peu nombreux dans la région du Wildstrubel, se multiplient vers le S-W par l'apparition successive d'anticlinaux plus externes; en même temps ils s'élèvent, se couchent d'avantage et s'incurvent de façon à prendre finalement à la Dent de Morcles une direction N-S. Ainsi, le Wildhorn, les Diablerets, le Muveran et la Dent de Morcles appartiennent à un même faisceau de pli, dont la continuité est rompue, il est vrai, par des failles, en particulier par celle des Rochers du Vent, Derborence, vallée de la Liserne. Sur ce faisceau s'appuie la nappe du Wildstrubel, dont le plan de chevauchement passe à la Gemmi et à Kandersteg et à laquelle paraissent appartenir le Lohner, le Schilthorn, etc....

En résumé, l'étude des cartes a confirmé M. Rothpletz dans son opinion que les Alpes et les Préalpes occidentales de la Suisse ont été affectées, d'une part, par des chevauchements dirigés les uns au N, les autres au S, d'autre part par des plissements, qui ont en partie précédé les chevauchements N-S, qui se sont en partie intercalés entre ceux-ci et les chevauchements S-N.

Etendant ses investigations entre Arve et Rhône, notre confrère de Munich suit le chevauchement de la zone du

Gurnigel par le versant N des Voirons jusqu'aux collines du Faucigny, le chevauchement de la zone Stockhorn-Moléson par le pied du Grammont et par les Brasses jusqu'au Môle, le chevauchement des Gastlosen-Tour d'Aï par Vionnaz, Ville du Nant, la Pointe de Chalune et la Pointe d'Orchez ; il montre l'analogie qui existe entre la région de la Brèche du Chablais et du Val d'Illiez et celle de la Brèche de la Hornfluh et des Préalpes internes suisses. Quant au chevauchement des chaînes Wildstrubel-Diablerets, il est caché en profondeur depuis les Rochers du Vent par la grande faille supposée entre les massifs du Muveran et des Diablerets, faille qui doit se continuer par le Val d'Illiez et le Col de Coux ; mais il reparait à la surface entre le Col de Golèze et Samoens. Trompé par les cartes géologiques, M. Rothpletz croit pouvoir admettre l'existence, dans les Préalpes de Savoie, d'une part de la Molasse aux Voirons, d'autre part, du Crétacique à faciès helvétique dans les environs de Bonneville, et il en conclut que les caractères stratigraphiques d'une zone sont indépendants des relations tectoniques de celle-ci.

Cette dernière considération a permis à l'auteur de poursuivre les grandes lignes de dislocation des Préalpes au delà de l'Aar et jusqu'au Rhin. C'est ainsi que, d'après lui, le chevauchement de la zone du Gurnigel se continuerait à travers la zone de Molasse subalpine aux couches redressées, ramenant l'Aquitainien sur des couches plus récentes, et passerait par Thun, le pied N du Rigi et du Rossberg, la région du Ricken et Altstädten dans la vallée du Rhin ; c'est ainsi que le chevauchement de la zone du Stockhorn se continuerait suivant la limite du Plateau molassique et des chaînes calcaires externes, ramenant le Flysch sur la Molasse ; c'est ainsi que le chevauchement des Gastlosen se continuerait entre le Flysch et le Crétacique inférieur par le versant N du Sigriswilergrat, du Hohgant, du Pilate, de la Rigi-Hochfluh, de la chaîne des Aubrig, du Mattstock et du Säntis, et se confondrait finalement avec le chevauchement précédent entre Thur et Rhin. Quant à la fracture qui est supposée limiter au N les Alpes calcaires vaudoises et bernoises, M. Rothpletz la suit par l'Engstligenthal, le pied N de la Standfluh, la vallée de Habkern, Giswyl ; il la suppose ensuite passant entre le Buochserhorn et le Stanserhorn, puis par le versant S de la Rigi-Hochfluh, Iberg, la Friedlispitz, Urnen, puis entre le Durchschlägiberg et le Mattstock et entre le Stock et le Gulmen, puis le long du versant N du Häderenberg et enfin

à travers le faisceau du Säntis, pour aboutir près d'Oberried dans la vallée du Rhin.

Du reste, dans l'esprit de l'auteur, ces plans de dislocation se sont développés après la mise en place des nappes et tout à fait indépendamment de celles-ci, dont ils ne marquent par conséquent pas les limites. Le système de ces nappes, déterminé par une poussée dirigée du NNE au SSW, peut être défini comme suit :

1° Les régions préalpines, déjà plissées dans leur partie septentrionale, se sont détachées suivant un plan peu incliné de leur soubassement et ont été refoulées vers le S. Par ce déplacement elles se sont heurtées contre les plis haut-alpins déjà formés, et la résistance exercée par ces derniers a été la cause de l'imbrication répétée qui caractérise les Préalpes internes.

Cette nappe préalpine s'étendait primitivement vers l'E jusqu'à Iberg et les Klippes n'en sont que des restes isolés par l'érosion.

2° Le chevauchement de la nappe préalpine a eu comme effet de détacher de la bordure septentrionale de la zone à faciès helvétique sous-jacente, à la façon d'une gigantesque lame de charriage, les formations jurassiques et crétaciques qui constituent les lambeaux de recouvrement du Rawyl et du Wildstrubel, puis la chaîne du Lohner, la nappe du Kienthal et finalement toute la région comprise entre la zone éocène de Mürren, des Scheidegg, du Jochpass, d'Altdorf et de Linthal d'une part, la zone Sigriswilergrat-Pilate Rigi Hochfluh d'autre part.

La nappe du Wildstrubel se prolongerait ainsi dans la nappe d'Uri de M. Rothpletz et cette énorme masse chevauchante aurait été refoulée sous la nappe des Préalpes et des Klippes par-dessus les plis helvétiques.

3° Vers l'E, la tectonique se compliquerait d'abord par l'apparition d'une nappe helvétique supérieure entre la nappe d'Uri et celle des Préalpes et des Klippes ; ce serait la nappe de Schwytz, qui ne subsisterait qu'entre Reuss et Linth et comprendrait l'ensemble des chaînes comprises entre la zone de la Molasse subalpine et le synclinal de Flysch de Sisikon-Pragel-Klœnthal. Une seconde complication résulterait de l'apparition de la nappe glaronnaise, à laquelle appartiennent le Säntis, les Churfirten et les chaînes comprises entre la vallée de Wallenstadt et la Linth, et qui, mise en mouvement par une poussée dirigée de l'E à l'W, se serait insinuée sous

la nappe d'Uri. La rencontre de ces deux masses chevauchantes animées de mouvements différents aurait provoqué la formation des complications bien connues des environs de Glaris.

3^o Après la mise en place de ces nappes et même après une longue période d'érosion qui coïnciderait avec la sédimentation des Nagelfluh miocènes, ce système de nappes empilées aurait été finalement affecté par les grandes fractures longitudinales au plan incliné vers le S du Gurnigel, du Gantrisch-Moléson, des Gastlosen, de la bordure du Wildstrubel. Ces fractures, ayant déterminé chacune le chevauchement de leur lèvre S sur leur lèvre N, auraient pris l'apparence de limites entre différentes nappes et joueraient encore actuellement un rôle prépondérant dans la topographie et l'hydrographie.

Ajoutons pour finir que la publication de M. Rothpletz comprend cinq planches de profils, une carte des environs de la Lenk, à grande échelle, et une carte d'ensemble des Alpes suisses.

La publication de M. Rothpletz a provoqué de la part de M. CH. SARASIN une réplique (84) qui ne s'attache pas tant à réfuter les idées générales du savant géologue bavarois sur l'origine de la tectonique préalpine, qu'à rectifier un certain nombre de points de détail concernant spécialement la **haute vallée de la Simme**, que M. Rothpletz a imprudemment établis après une exploration trop sommaire.

L'auteur montre que parmi les formations schisteuses ou gréseuses attribuées par M. Rothpletz au Flysch des Préalpes internes il y a des calcaires gréseux à zoophycos et à grandes bélemnites du Dogger, des schistes noirs toarciens et des grès du Lias moyen. Il montre également que M. Rothpletz a confondu avec le Malm des calcaires supracrétaciques à Globigerines et à *Pulvinula tricarinata*, qui avaient déjà été très justement reconnus comme tels par Ischer et qui affleurent à l'E du Hahnenmoos. Enfin M. Sarasin attire l'attention sur l'interprétation tout à fait erronée proposée par M. Rothpletz pour la série sédimentaire de la voûte de l'Iffigenfall, dans laquelle notre confrère de Munich veut voir du Flysch surmonté tectoniquement par du Malm, tandis qu'il y a en réalité de l'Hauterivien recouvert normalement par de l'Urgonien et du Nummulitique.

Passant ensuite au caractère tectonique de ce tronçon de la zone des Cols, M. Sarasin expose pourquoi la notion des

quatre écaillés successivement superposées et s'enfonçant uniformément au NW, formées chacune de Trias, de couches jurassiques très incomplètes et de Flysch en série normale, qui a été proposée par M. Rothpletz, n'est pas admissible dans la forme que lui a donnée cet auteur. Il y a bien dans la région du Hahnenmoos des plis imbriqués et laminés, mais leur allure est tout à fait différente de celle qu'a supposée M. Rothpletz.

Continuant vers l'E l'étude faite par MM. C. Sarasin et L. Collet de la **zone des Cols** entre la Lenk et Adelboden, M. ED. BERNET (59) a publié la carte géologique au 1 : 50 000 de la vallée d'Engstligen en aval d'Adelboden et du versant N de la chaîne du Lohner avec une description très complète de la région.

Dans une première partie de son travail, l'auteur décrit successivement les terrains haut-alpins et préalpins qu'il a rencontrés dans son champ d'étude. A propos des premiers il s'arrête surtout aux formations tertiaires qui, recouvrant directement l'Urgonien, se subdivisent comme suit :

1° Grès quartzeux à ciment calcaire qui contient des Nummulites, des Orthophragmina et d'autres Foraminifères ;

2° Une lumachelle à *Orthophragmina radians* et *O. stellata* ;

3° Un calcaire gris-bleu pétri de *Lithothamnium nummuliticum* Gumb., qui renferme des Orthophragmina (*O. Marthæ* Schlumb.), des Textilaria, des Triloculina, des Quinqueloculina et des Bryozoaires ;

4° Des schistes marneux jaunâtres à Globigerines et Pulvinales ;

5° Un complexe de schistes, de grès polygéniques et de conglomérats qui représente le Wildflysch.

Les niveaux 1, 2 et 3 correspondent au Lutétien et au Bartonien, les niveaux 4 et 5 au Tongrien.

La série préalpine qu'on rencontre dans cette partie de la zone des Cols est formée en grande partie par du Trias et surtout par du Jurassique supérieur. L'auteur y a reconnu les termes suivants :

1° Le **Trias**, trop disloqué pour qu'on puisse en faire une coupe exacte, comprend d'une part des calcaires dolomitiques plus ou moins métamorphisés et passant par places à des cornieules, en second lieu des argilites rouges et vertes, en troisième lieu du gypse en amas lenticulaires ;

2° On doit faire rentrer dans le **Lias** les formations suivantes :

a) Un calcaire noir bien lité contenant de nombreux spicules de spongiaires qui surmonte directement le Trias et semble correspondre au Rhétien ;

b) Des grès quartzeux et micacés, tantôt fins, tantôt grossiers, qui sont associés à des calcaires foncés échinodermiques et à des calcaires lumachelliques à *Gryphea arcuata* (Sinémurien-Liasien) ;

c) Schistes argileux noirs, micacés, du Toarcien.

Le **Dogger** n'existe que sur le versant NW de la vallée et dans la Cholerenschlucht sous forme de calcaires gréseux, plus ou moins schisteux, semblables au Dogger à zoophycos.

Le **Malm** débute par une épaisse série formée de calcaires marneux, de schistes marneux et de schistes argileux, dans laquelle on récolte d'assez nombreux fossiles, entre autres : *Rhacoph. tortisulcatus*, *Rh. Kobyi*, *Oppelia trimarginata*, *Opp. Richei*, *Perisph. bernensis*, *Perisph. Tiziani*, *Bel. hastatus*, *Bel. Fleuriausius*. Ces couches correspondent au Callovien et à l'Oxfordien.

Au-dessus vient le Malm proprement dit formé par une série calcaire compacte ; l'auteur y distingue : a) des calcaires lités clairs à silex ; b) des calcaires siliceux très bien lités ; c) des calcaires en gros bancs avec une stratification indistincte, qui constituent la masse principale des parois de Malm.

Quant au **Crétacique**, il n'est représenté que par des lambeaux de calcaires marneux à Globigerines et à *Pulvinula tricarinata* qui se rattachent au faciès des Couches rouges.

Dans la partie inférieure des pentes de la chaîne du Niesen M. Bernet a distingué de bas en haut un épais complexe de grès polygéniques, de brèches à éléments cristallins et de schistes à Fucoïdes, puis une zone de schistes ardoisiers, qu'il attribue tous deux provisoirement au Flysch, tout en reconnaissant la possibilité d'autres interprétations.

Les formations pleïstocènes sont très développées dans la vallée d'Engstligen, soit sous forme de moraines, soit sous forme d'éboulis et d'éboulements. Les dépôts morainiques s'élèvent jusqu'au-dessus de 1500 m., mais ils contribuent surtout à former sur les deux versants de la vallée deux terrasses dont le niveau s'abaisse de 1400 m. aux environs d'Adelboden à 1300 m. aux environs de Reinisch et qui représentent évidemment les moraines latérales du glacier d'Engstligen pendant le stade de Gschnitz. Des moraines locales

existent en outre à Laeli et sur d'autres points de la chaîne du Lohner. Enfin un beau cirque morainique, datant du retrait du stade de Gschnitz, ferme la vallée entre Adelboden et Boden.

Dans la partie tectonique de son travail M. Bernet décrit successivement une série de coupes orientées transversalement à la vallée d'Engstligen, en commençant par un profil dirigé d'Adelboden au Mittaghorn. A propos de ce profil il montre comment le versant NW de la vallée est formé, au-dessous du Flysch du Niesen, d'abord d'une épaisse écaille de Trias, puis d'une série normale s'étendant du Lias au Malm, le tout plongeant au NW sous le Flysch. Sur l'autre versant le Jurassique supérieur dessine deux têtes d'anticlinaux enfoncées au SE dans le Nummulitique et le Flysch haut-alpin.

Un peu plus au NE, soit dans la région comprise entre Adelboden et le Tschentenbach d'une part, dans les pentes descendant du Nünihorn et de la Bonderspitz de l'autre, on retrouve une coupe tout à fait conforme. Séparée du Flysch du Niesen par une zone discontinue de Trias, une série normale d'Oxfordien et de Malm forme le versant gauche de la vallée, tandis que, sur le versant droit, on peut voir ces mêmes couches suprajurassiques recouvrir, en plongeant toujours au NW, du Dogger, du Lias, du Rhétien et du Trias très réduits en épaisseur. Vers le S, à partir de Losegg, l'Oxfordien forme à lui seul toute la surface et s'incurve de façon à s'enfoncer au SE dans le Nummulitique haut-alpin; la large zone qu'il forme est divisée en deux par une zone effilée de Malm, qui suffit à prouver la persistance au pied de la Bonderspitz des deux têtes de pli ou plus exactement des deux digitations anticlinales constatées plus au SW.

Plus au NE encore une coupe particulièrement intéressante se suit par la Cholerenschlucht et le haut du Pochtenkessel jusqu'au Metschhorn. Dans la Cholerenschlucht la série normale de Jurassique qui prolonge celle d'Adelboden est compliquée par une imbrication, qui donne lieu à trois lames de Malm alternant avec les schistes oxfordiens et à une véritable zone de broyage de Malm d'Oxfordien et de Dogger. Cette série, dont la base paraît être suivant les points tantôt en Oxfordien; tantôt en Dogger, tantôt en Lias, chevauche sur du Nummulitique et de l'Urgonien intensément laminés et métamorphisés, qui affleurent à l'W du Pochtenkessel en plongeant fortement au NW et qui s'appuient sur les calcaires gréseux de l'Hauterivien. Sur le versant droit de la vallée, le Crétacique haut-alpin disparaît bientôt sous les moraines

d'Inner Achseten, mais on peut le suivre vers le NE jusqu'à l'Elsigbach et à la Schnittenfluh et on peut facilement se convaincre qu'il est recouvert directement, ou avec une intercalation de Nummulitique, par l'Oxfordien et le Malm préalpins. L'Oxfordien, en effet, affleure tout le long du Marschgraben et jusqu'au sommet du Metschhorn et sa surface est jonchée de débris de Malm. Au Metschhorn l'Oxfordien et le Malm forment quatre têtes de plis imbriqués et empilés qui s'enfoncent ici encore dans le Nummulitique et le Wildflysch de l'Allmengrat. Les formations préalpines reposent donc entièrement sur les terrains haut-alpins, dont la partie supérieure a été énergiquement rabotée jusqu'à la suppression par places du Nummulitique et même de l'Urgonien. En somme la principale différence entre ce profil et les précédents réside dans une élévation rapide du socle haut-alpin dans la direction du NE.

Le Jurassique supérieur de la Cholerenschlucht se retrouve de part et d'autre de l'Engstligenbach aux abords du Pont de Steg, où l'Oxfordien et le Malm sont encore repliés en au moins deux plis imbriqués. Ici le Jurassique supérieur paraît chevaucher directement sur l'Hauterivien, le Dogger, le Lias et le Trias préalpins, ainsi que le Nummulitique et l'Urgonien haut-alpins ayant été localement supprimés par laminage.

Sur le versant SE de la vallée le ravin du Lochbach et l'arête qui sépare les chalets d'Elsigen de ceux d'Eggen se prêtent remarquablement bien à l'étude du contact entre les terrains préalpins et leur soubassement haut-alpin. Le ravin du Lochbach, au-dessus de la vieille route d'Adelboden, est creusé dans les schistes oxfordiens, sous lesquels pointent sur deux points des paquets de Trias et sur un point du Lias. Mais de là les couches se relèvent rapidement vers le NE, si bien que sur l'arête qui domine la Schnittenfluh apparaissent le Wildflysch et les schistes tongriens à Globigerines sous-jacents. Au SE d'Elsigen, entre les chalets et le Metschhorn, l'arête permet même de constater un enchevêtrement d'Oxfordien et de Wildflysch, le premier pénétrant en quatre coins aigus dans le second.

Grâce au relèvement des plis haut-alpins vers le NE on ne trouve plus trace de formations préalpines dans la région de l'Elsighorn, du Hohwang et du First. Cette partie de la chaîne est formée exclusivement par un grand pli couché de Néocomien, d'Urgonien et de Nummulitique, dont le jambage renversé affleure dans le bas du versant gauche de la vallée de la Kander entre Reinisch et Mittholz. Le dos de ce pli,

qui constitue l'Elsighorn, est digité par un synclinal assez accusé passant au Kirchhorn ; il se termine au S dans un profond synclinal déjeté qui s'enfonce au SE sous le jambage renversé du pli du Lohner, dans le soubassement du Hohwang. Malgré son importance ce synclinal, dans lequel est creusé le ravin de Collitschen, ne peut nullement prendre la valeur d'une limite entre deux nappes distinctes ; les plis de l'Elsighorn et du Lohner sont deux digitations d'une même nappe.

Comparant les deux versants de la vallée de la Kander, M. Bernet montre clairement que le pli frontal de l'Elsighorn, se continue dans celui du Gerihorn, que le petit anticlinal déjeté du Stand au S du Kirchhorn se prolonge à l'E de la Kander, dans la lame urgonienne d'Ober Giesenen, qui chevauche sur un synclinal nummulitique et que finalement le pli du Lohner est le même que celui de l'Aermighorn. Le synclinal tertiaire du Farnithal, dans lequel sont encore pincés des débris de Trias et de Jurassique préalpins se trouve ainsi être exactement la continuation de la zone du Metschhorn où le Jurassique préalpin s'enfonce aussi dans le Nummulitique des Hautes Alpes.

Cette interprétation, qui envisage les plis de l'Elsighorn-Gerihorn et du Lohner-Aermighorn comme deux simples digitations d'une même nappe, s'écarte notablement de celle proposée par M. Trösch et diffère surtout, d'une façon fondamentale, de celle qu'a mise en avant M. Douvillé. Mais M. Bernet se croit en droit d'affirmer que c'est arbitrairement que notre confrère français a séparé son système H et son système BG et qu'en tous cas les terrains préalpins, nappe K de M. Douvillé, sont partout superposés au système BG.

Dans son chapitre final, l'auteur fait ressortir les faits suivants :

1° La région de la zone des Cols comprise entre la Kander et la Simme correspond à un profond ensellement transversal des plis frontaux haut-alpins.

2° Les formations préalpines sont en recouvrement général et sur une grande largeur sur les plis haut-alpins.

3° Les termes les plus anciens de ces formations sont surtout accumulés dans la partie la plus profonde de l'ensellement transversal.

4° Les formations préalpines devaient déjà recouvrir les terrains haut-alpins avant les derniers plissements qui ont affecté ceux-ci.

Enfin, tout en reconnaissant que son étude n'a apporté aucun argument absolu en faveur de l'une ou de l'autre des interprétations tectoniques des Préalpes, M. Bernet se rallie à la notion des nappes de charriage développée par MM. Schardt et Lugeon; il accepte du reste, comme probable, l'amendement apporté récemment à cette théorie par MM. Sarasin et Collet, qui consiste à voir dans la zone des Cols une nappe préalpine rebroussée au S et comme enroulée autour de la zone du Niesen, celle-ci représentant une tête de pli plongeant au N, formée par la couverture tertiaire de la nappe haut-alpine supérieure.

MM. C. Sarasin et L.-W. Collet ayant proposé pour la tectonique de la **zone des Cols** une nouvelle interprétation (voir Revue pour 1907) qui consisterait à considérer les formations mésozoïques de cette zone comme appartenant à une nappe rebroussée sous la zone de Flysch du Niesen, et à envisager ce Flysch comme formant un pli plongeant décollé du front crétacique et nummulitique du pli du Wildhorn, M. M. LUGEON (77) s'oppose à cette manière de voir, en alléguant d'abord que l'âge d'une partie du Flysch du Niesen doit être mésozoïque, ensuite que la notion proposée par MM. Sarasin et Collet est contraire à celle de l'emboîtement des charnières, qui doit rester à la base de la tectonique du pays de nappes.

MM. C. SARASIN et L.-W. COLLET (86) ont brièvement réfuté cette critique, en insistant en particulier sur le fait que des écaillés à fossiles mésozoïques peuvent fort bien être emboîtées tectoniquement dans la zone du Niesen, sans que la masse principale de ce Flysch cesse pour cela d'être, dans son ensemble, plus jeune que le Nummulitique haut-alpin. Mais M. M. LUGEON (78), ne pouvant admettre que les couches à Bélemnites de la zone du Flysch du Niesen soient des écaillés ou des lames de charriage, maintient son opinion qu'une partie de la série du Niesen doit être crétacique et que cette série ne peut par conséquent pas appartenir à la couverture de la nappe du Wildhorn.

J'ai signalé plus haut le fait que M. Buxtorf et M. Schmidt considèrent les affleurements de calcaires marneux et schisteux englobés dans le Flysch aux environs de Leimern (zone de Habkern) comme des lambeaux de Couches rouges et de Crétacique inférieur préalpin, enfoncés de haut en bas dans leur soubassement tertiaire. M. P. BECK (58) a soumis à un

nouvel examen cette question des **schistes de Leimern**. Il a observé des affleurements tout semblables à ceux de Leimern suivant trois zones parallèles.

La première de ces zones correspond à la bande de Flysch écrasée entre le Crétacique chevauchant des Ralligstöcke et la Molasse; des calcaires identiques à ceux de Leimern y pointent à différents endroits au milieu du Flysch, souvent à proximité de Klippes triasiques ou jurassiques.

Les schistes de Leimern se trouvent, en second lieu, le long de la grande faille longitudinale, qui suit d'abord le versant SE du Beatenberg, pour se continuer ensuite jusqu'au Hohgant. Le principal affleurement de cette zone est celui des environs de Leimern; un autre se trouve un peu plus au NE.

Enfin, on peut voir d'importants affleurements des mêmes calcaires marneux le long de la vallée inférieure du Lombach.

M. Beck n'hésite pas à considérer cet ensemble de couches de Leimern comme appartenant au Crétacique et correspondant aux Couches rouges des Préalpes. Ces Klippes sont pour lui en relation intime avec la présence dans le Flysch englobant de blocs granitiques exotiques.

Quant à l'origine de ces blocs exotiques, M. Beck montre l'imperfection de l'hypothèse qui fait intervenir un transport par des glaces flottantes; il remarque que, d'après les relations étroites qui existent entre les brèches du Flysch et les couches de Leimern dans la région de Habkern, on doit considérer comme très probable que ce Flysch appartient, comme les Couches rouges, aux nappes préalpines, d'autant plus que ces brèches sont souvent en contact discordant avec le Flysch incontestablement helvétique. Il y a du reste certainement deux catégories de dépôts du Flysch à blocs exotiques, l'une comprend les brèches des nappes préalpines inférieures, l'autre celles des nappes helvétiques que M. Arn. Heim a rencontrées dans diverses régions de la Suisse orientale.

A propos du rapport rédigé par MM. Schmidt, Buxtorf, Preiswerk j'ai cité, plus haut, quelques observations nouvelles faites dans les Klippes de Giswil par M. G. Niethammer.

Plateau molassique.

M. H. SCHARDT (112) a consacré une courte notice à la géologie du **Mont Vully**, qui est formé de couches horizontales de molasses langhiennes et burdigaliennes. Délimitée par