**Zeitschrift:** Archives des sciences physiques et naturelles

**Herausgeber:** Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève

**Band:** 21 (1939)

**Artikel:** La Brèche du Chablais entre Giffre et Drance : et les roches éruptives des Gets

**Autor:** Schroeder, W.-J.

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-742206

**Nutzungsbedingungen**

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

**Conditions d'utilisation**

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

**Terms of use**

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

**Download PDF:** 06.08.2025

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

# La Brèche du Chablais entre Giffre et Drance

ET

# LES ROCHES ÉRUPTIVES DES GETS

PAR

**W.-J. SCHRŒDER**

(Avec 25 fig. et 2 planches.)

---

## INTRODUCTION

La contrée étudiée se trouve dans le Chablais, au nord de la vallée du Giffre, entre Samoëns et le Roc des Suets. Elle comprend les régions du Praz-de-Lys, du Roc d'Enfer, du col des Gets et des Hautforts.

La base topographique utilisée est la carte de l'état-major du Service géographique de l'armée (éch. 1/50.000).

Lugeon, en 1895, publia une étude magistrale sur la Région de la Brèche du Chablais. On trouvera dans cet ouvrage la liste des publications concernant la région, parus avant 1895. Le territoire que j'ai revu est une partie de cette « *Région de la Brèche du Chablais* ». Je dois beaucoup à la méthode et aux observations contenues dans l'œuvre de Lugeon.

Depuis la publication de cet ouvrage, cette région n'a pas fait l'objet d'études détaillées importantes.

Une dizaine d'années plus tard, Jaccard a publié deux études sur une zone sédimentaire analogue dans les Préalpes romandes.

Dans le Chablais, mais en dehors de la contrée étudiée, Gagnebin publia une petite note signalant l'existence du Gault à la pointe de Grange, comblant par là la lacune de nos connaissances sur les terrains entre la Brèche supérieure et le Flysch.

Moret, durant la revision de la feuille d'Annecy, a rapide-

ment passé le col des Gets, où il a découvert deux affleurements nouveaux de roches éruptives.

En dehors de la région qui fait l'objet de cette étude, Lillie a délimité une klippe de Trias et de Schistes inférieurs de la Nappe de la Brèche, sur la rive gauche du Giffre, posée sur les Préalpes internes.

Tectoniquement et stratigraphiquement, la contrée que j'ai revisée fait partie de la Nappe de la Brèche des Préalpes. Le front de cette nappe culbute les Préalpes médianes; sa partie centrale et orientale écrase des lambeaux des Préalpes médianes et des Préalpes internes.

Ce travail comprend trois parties: dans la première nous précisons et développons la stratigraphie déjà connue; nous établissons une stratigraphie du Mésocrétacé et du Flysch; dans la deuxième je reprends la question des roches éruptives en lui donnant une signification nouvelle. Enfin, nous y faisons des remarques sur la position de la Nappe de la Simme.

La troisième partie traitera de la Tectonique et, enfin, un dernier chapitre tentera d'exposer le problème de la provenance de la Nappe de la Brèche, tel que nous le concevons.

## PREMIÈRE PARTIE

## STRATIGRAPHIE

> « Au reste, la fine tectonique, qui conduit parfois, je n'ai pas à dire comment, à faire de bonne stratigraphie sans fossiles, sait aussi découper dans la durée, sans dépôts datables, des phases dont on connaît au moins l'ordre de succession. Il est souvent possible d'appuyer cet ordre par l'un ou l'autre de ses linéaments à quelque repère de la chronologie stratigraphique régulière, même quand les dépôts datés sont très clairsemés. »
>
> E. Argand.
> *La Tectonique de l'Asie*, p. 225.

### Généralités.

On sera peut-être étonné que j'aie conservé les dénominations de: 1. Schistes inférieurs, 2. Brèche inférieure, 3. Schistes ardoi-

siers et 4. Brèche supérieure; si je l'ai fait c'est que ces subdivisions sont très pratiques, facilement repérables dans le paysage. De plus, l'âge de ces formations est toujours sujet à caution; qu'on veuille bien se représenter que, du Rhétien à l'émersion éocène, je ne possède que trois repères paléontologiques: le *Rhétien fossilifère*, des *Calpionelles* et des *Rosalines*. On comprendra donc que j'ai été obligé de conserver les dénominations lithologiques de Lugeon.

## Chapitre premier. — Carbonifère.

§ 1. *Lithologie.* — Les roches sont, en grande partie, des grès toujours très micacés, roux ou brun clair, et les paillettes de mica ne sont pas toujours posées sur les plans de stratification, mais perdues dans la masse même des grès. Le mica est parfois si abondant que l'on a alors un grès psammitique. Les restes de plantes qu'on trouve dans ces grès sont toujours en mauvais état de conservation. Par contre, les schistes noirs argilo-siliceux, micacés, à surface couverte de rouille, contiennent de bonnes empreintes. Aux Preises, nous avons rencontré des sables blancs quartzeux à peine consolidés, contenant des lits de charbon. En l'absence de végétaux, on distinguera les grès du Flysch de ceux du Carbonifère à ce que les seconds sont presque toujours chargés de rouille. En outre, les grès du Carbonifère ont une densité plus élevée que ceux du Tertiaire; de plus ils ne sont jamais calcaires. A Taninges, dans l'affleurement qui se trouve derrière la maison de la Gouille d'Enfer, on observe des grès grossiers vert clair passant à des poudingues caractérisés par la prédominance de galets de quartz (0,01 à 0,03 m). Ces poudingues, d'après leur position par rapport au Trias et au Houiller à plantes, semblent constituer les couches supérieures du Carbonifère.

Le charbon est un anthracite brillant, privé de matières bitumineuses, selon Mortillet. Les couches les meilleures ont à peine quelques décimètres d'épaisseur et jamais l'exploitation, même durant la grande guerre, n'a donné satisfaction.

§ 2. *Affleurements.* — A Taninges, l'affleurement se trouve sur rive droite du Foron, à quelques minutes à l'amont du vil-

lage. Un second gisement se trouve au delà de la barre triasique de la Gouille d'Enfer.

Un affleurement nouveau, très important par son extension, mais sans fossiles, jalonne un anticlinal s'allongeant du col de la Ramaz, versant Est, passant par les Preises, les Munes, le col de la Bolire, le chalet de Foron-d'en-Bas. Les alluvions cachent ensuite les roches du Houiller que l'on devine s'enfiler sous une voûte de calcaires dolomitiques au pied du Roc d'Enfer, flanc sud, pour ne plus réapparaître en région frontale de la Brèche, si ce n'est à la Lesse sur Saint-Jean-d'Aulph.

§ 3. *Epaisseur.* — Il nous est impossible de donner l'épaisseur exacte du Carbonifère; cependant, il doit mesurer au moins quelques dizaines de mètres d'après les gisements connus.

§ 4. *Limites inférieure et supérieure.* — A Taninges, le Carbonifère repose mécaniquement sur une écaille de Flysch et de Crétacé supérieur. Les couches stériles supérieures comprennent peut-être le Stéphanien. Elles sont en général surmontées par les quartzites ou les calcaires dolomitiques triasiques et localement peut-être par du Permien douteux.

§ 5. *Fossiles.* — Voici la liste des espèces de plantes fossiles trouvées à Taninges; liste établie d'après Brongniart, Favre (31), Heer (59), Lugeon (Jaccard) (86) et les collections du Musée d'Histoire naturelle de Genève.

*Rhabdocarpus Candollei* Hr.
*Cordaites (Eucordaites) borassifolius* Sternb.
*Cordaites principalis* Gm.
*Nevropteris gigantea* Sternb.
» *heterophylla* Br.
» *microphylla* Br.
» *auriculata* Br.
(= *Mixoneura auriculata* aut.).
*Odontopteris alpina* Sternb.
*Callipteris sinuata* Br.
*Pecopteris pennaeformis* Br.
» *Miltoni* d'Artis
» *Defrancei* Br.
» *Beaumonti* Hr.
» *dentata* Br.
*Pecopteris plumosa* d'Artis
» *(Dicksonites) Pluckeneti* Schl.
*Mariopteris muricata* Schl. forma *nervosa* Br.
*Mariopteris latifolia* Br.
*Sphenopteris trifoliata* Artis sp.
» *acutiloba* Sternb.
» *Coemansi* Andrae

*Cyclopteris auriculata* Sternb.
*Lepidodendron Sternbergi* Br. forma *elegans*
*Lepidophloios laricinus* Sternb.
*Lepidophyllum caricinum* Hr.
*Stigmaria ficoides* Sternb.

*Sphenophyllum saxifragaefolium* Sternb.

*Calamites Suckowi* Br.
» *cannaeformis* Schloth.
» *Cisti* Br.
» *Studeri* Hr.

*Asterophyllites tenuifolius* Sternb.
» *equisetiformis* Schloth.
» *(Sausserei* Hr.)
*grandis* Sternb.

*Annularia stellata* Schloth. sp.

Au Musée d'histoire naturelle de Genève, j'ai trouvé dans la collection provenant de Taninges un *Nevropteris flexuosa*, mais la détermination m'en a paru erronée, aussi je ne l'ai pas cité dans la liste, de même pour *Lepidodendron Veltheimianum* que Heer avait cité dans sa lettre à Alphonse Favre (1863) (31) mais qu'il n'a pas répété dans *Flora fossilis Helvetiae* (1877) (59).

§ 6. *Age.* — Selon M. Zeiller (72) qui a revu les échantillons provenant de Taninges, l'*Asterophyllites Saussurei* Hr. ne paraît pas différer de l'*Asterophyllites grandis* Sternb., espèce également westphalienne. Toujours selon M. Zeiller le *Pec. Pluckeneti* Br. figuré par Heer est le *Mariopteris muricata* f. *nervosa* et il range le gisement de Taninges dans le Westphalien supérieur.

L'ensemble de la flore indique du Westphalien supérieur, cependant je ne pense pas que la zone à *Mixoneura ovata* var. *alpina* P. Bert. (15) soit représentée à Taninges (voir Pussenot, 109).

On aurait ainsi à Taninges des couches d'âge Westphalien supérieur, mais pas les niveaux qui forment le couronnement de cet étage.

§ 7. *Comparaisons.* — A la fin de chaque chapitre de stratigraphie nous allons essayer de rechercher, dans les Alpes, quels sont les terrains dont les faciès sont semblables à ceux des roches de la Nappe de la Brèche, dans le but de trouver d'où vient cette nappe. Nous laissons de côté, naturellement, toute comparaison avec le Houiller de l'hémicycle hercynien et avec le Permo-Carbonifère métamorphique des Alpes Pennines. C'est, tout naturellement, avec le Carbonifère de la Zone Houillère que nous allons comparer le Houiller de la Nappe de la Brèche (109, 72). Tout d'abord une analogie dans les termes lithologiques: les schistes argilo-siliceux noirs,

grès micacés et poudingues sont des faciès communs à la zone houillère et à la Nappe de la Brèche. De plus l'âge des couches est le même, celui de la Brèche Westphalien supérieur et celui de la Zone Houillère, Westphalien moyen, supérieur et Stéphanien. L'analogie paraît frappante, cependant, le Houiller de la Nappe de la Brèche est bien peu épais par rapport à l'énorme développement que prend cet étage dans la Zone Houillère.

Des nappes austro-alpines on connaît du Carbonifère, mais son âge exact n'est pas connu et ses termes lithologiques ne sont pas semblables à ceux de la Nappe de la Brèche.

## Chapitre II. — Trias.

§ 1. *Généralités.* — Le Carbonifère, le Trias, ainsi que le Rhétien de la Nappe de la Brèche sont peu développés, et leur répartition est très irrégulière, sans doute doivent-ils ces irrégularités à des érosions durant la période jurassique ou à des étirements. Il est impossible d'établir une succession complète.

§ 2. *Les quartzites.* — Le Trias qui surmonte le Carbonifère débute par des quartzites. Le Carbonifère dans sa partie supérieure est conglomératique, puis gréseux de couleur claire. Il m'a semblé qu'il y avait passage insensible de ces grès aux quartzites du Trias, ce qui impliquerait la présence de Permien.

Le seul affleurement remarquable de quartzites se trouve à l'Ouest de Taninges, au pied de la paroi du Pic Marcelly, dans le monticule nommé Sur le Rocher ou Sous le Rocher, suivant la carte utilisée.

Ces quartzites blancs sont exploités et la carrière se voit depuis la route conduisant de Mieussy à Taninges.

Vers l'Est de la carrière, d'autres affleurements montrent des quartzites verdâtres contenant quelques galets de quartz blanc gros comme une noisette.

Les quartzites du Trias affleurent aussi dans la gorge du Foron, sur rive droite, au-dessus du Carbonifère.

Sur la trace du plan de chevauchement de la nappe, à l'Ouest, on voit quelques rares petites têtes de quartzites.

§ 3. *Cargneules et calcaires dolomitiques.* — En général les cargneules sont inférieures aux calcaires dolomitiques et elles peuvent passer latéralement à ceux-ci. Les cargneules affleurent largement au-dessous des calcaires dolomitiques au col de Coux et aux Munes au sud de la Pointe de Chalune.

La Pointe de Chalune est le plus remarquable affleurement de Trias de la Nappe de la Brèche. Elle est entièrement formée de calcaires dolomitiques variés. Ces derniers reposent sur le Crétacé supérieur rouge des Préalpes médianes. On y voit à la base « une dolomie rose ou rouge bréchoïde par places ». Dans le tiers inférieur de la paroi de Chalune existe un niveau d'environ 15 m d'épaisseur, formé d'une brèche à éléments et ciment dolomitiques. On peut s'en servir comme repère pour déceler quelques petits replis, car à distance sa patine est grisâtre.

A l'extrémité Est de Sous le Rocher, là où la nouvelle route fait un tournant, affleurent des calcaires dolomitiques en banc de 0,10 à 1,00 m d'épaisseur, séparés par des niveaux argileux verts pouvant avoir 0,15 m d'épaisseur.

§ 4. *Le gypse.* — Nous n'avons rencontré qu'une seule fois du gypse appartenant au Trias de la Brèche, c'est celui que Lugeon a déjà indiqué au col de la Ramaz, dans le torrent descendant du col situé entre les points 1781 et 1887.

§ 5. *Résumé.* — Le Trias de la Brèche est caractérisé par des calcaires dolomitiques, des cargneules s'y rencontrant par places et un affleurement de quartzites à Taninges. Le gypse est très rare.

Je n'ai pas trouvé de calcaire à Diplopores, ni de calcaires vermiculés, pas plus que des schistes argileux rouges.

Dans les Préalpes romandes, M. H. H. Renz a fait une intéressante découverte (115), il s'agit de Keuper à *Equisetites columnaris* Brongn. Cela montre qu'à la fin du Trias une tendance à l'émersion s'est fait sentir dans l'aire sédimentaire de la Nappe de la Brèche dans les Préalpes romandes.

Nous n'avons rien trouvé de semblable dans le Chablais où il est impossible de distinguer les différentes parties du Trias.

Tenter une comparaison avec d'autres régions est un peu osé

étant donné la nature fragmentaire du Trias que nous avons rencontré.

## Chapitre III. — Rhétien.

Le Rhétien est peu étendu; ses affleurements sont au nombre de deux, le premier à Jutteninge (vallée du Giffre, côté droit) découvert par M. Bertrand (14), et le second au dessus du col de Coux, étudié par Preiswerk (108).

§ 1. *Gisement de Jutteninge.* — A Jutteninge, l'affleurement se trouve sur rive gauche, au débouché du torrent sur son cône de déjection. Les couches mesurent une dizaine de mètres, on ne voit pas leur substratum; on y trouve des lumachelles, des schistes calcaires noirs, des calcaires grumeleux un peu spathiques, gris, et des calcaires légèrement dolomitiques. Les fossiles suivants ont été signalés:

*Leda* sp.
*Mytilus psilonotis* Qu.
*Avicula contorta* Portl.
*Pecten valoniensis* Defr.
*Pecten Valleti* Stopp.
*Placunopsis alpina* Winkl.
*Terebratula gregaria* Suess
**Spiriferina Münsteri* Davids
*Bactryllium striolatum* Hr.

§ 2. *Gisement du col de Coux.* — Au col de Coux, Preiswerk a trouvé les fossiles suivants:

*Leda* sp.
*Modiola minuta* Gldf.
*Anomia Mortilleti* Stopp.
*Avicula contorta* Portl.
*Cardium rhaeticum* Mer.

Au col de Coux, les calcaires dolomitiques du Trias passent au Rhétien en se chargeant progressivement de schistes calcaires noirs et en devenant de moins en moins dolomitiques.

Le Rhétien du col de Coux se poursuit au Sud jusqu'au col de la Golèze.

Ainsi qu'on peut le voir, le Rhétien est très peu étendu et il se trouve réparti dans la partie orientale de la Nappe de la Brèche. Les érosions l'ont enlevé dans la partie occidentale. Le Rhétien que nous venons de décrire ne présente aucun intérêt à être comparé.

## Chapitre IV. — Schistes inférieurs *(Lias)*.

§ 1. *Lithologie.* — Les Schistes inférieurs sont difficiles à subdiviser dans notre région.

Ils sont formés d'alternances innombrables, de brèches de toutes dimensions, de calcaires échinodermiques en plaquettes, de schistes calcaires ou argileux. L'ensemble est de couleur noire.

Les brèches sont d'un type propre aux Schistes inférieurs: le ciment est un schiste argileux ou calcaire, noir, les éléments sont à peu près uniquement formés par des calcaires dolomitiques jaunes. C'est à la surface des bancs que l'on voit le mieux l'aspect de la brèche; en effet, les éléments dolomitiques anguleux jaunes se détachent sur un fond argileux noir. Il est en général impossible de voir une brèche si les éléments dolomitiques n'ont pas été patinés à l'air.

Il existe aussi des brèches très fines, celles-là aussi sont visibles seulement lorsque les éléments dolomitiques, pas plus gros qu'une tête d'épingle, apparaissent jaunis par l'altération superficielle.

Un épisode bréchique, très épais, forme la Pointe du Fourneau.

Les calcaires à crinoïdes sont très souvent argileux et schisteux, ils peuvent être massifs et d'un beau gris, mais ils ne sont jamais très épais.

Le terme qui apparaît le plus fréquent est un schiste calcaire à surface argileuse noire. C'est lui qui donne la teinte générale aux Schistes inférieurs.

Si la masse des Schistes inférieurs est monotone, on peut cependant distinguer, vers la base, des niveaux calcaires fréquents qui contiennent des restes de fossiles indéterminables, comme au-dessus du Rhétien à Jutteninge, à la Léchère ($p^t$ 2178 au-dessus du col de Coux). Dans un bloc éboulé de calcaire argileux schisteux, Preiswerk a trouvé *Pentacrinus tuberculatus* Miller du Sinémurien. Des études microscopiques m'ont montré que ce bloc provient de la Léchère, c'est-à-dire de la base calcaire des Schistes inférieurs.

§ 2. *Age.* — Je pense que tout le Lias est représenté dans les Schistes inférieurs. La partie calcaire, inférieure, à *Pentacrinus tuberculatus* Miller représente le Lias inférieur et la partie supérieure, plus schisteuse, le Lias supérieur.

§ 3. *Epaisseur. Répartition.* — Dans les pentes du côté droit de la vallée du Giffre les Schistes inférieurs mesurent environ 500 m. Dans l'arête qui part du col de Coux et va rejoindre les Hautforts, les Schistes inférieurs ont 1000 m de puissance, mais ils sont plissés.

Pour Lugeon les Schistes inférieurs passent latéralement à la Brèche inférieure du Pic Marcelly. Il est possible que les bancs de brèche de la base du Pic Marcelly appartiennent aux Schistes inférieurs, mais je ne puis en faire la preuve. Dans la région frontale, plus au Nord, jusqu'au Roc d'Enfer, les Schistes inférieurs n'ont pas été déposés.

§ 4. *Comparaisons.* — Dans la région de la Brèche de la Hornfluh, comme dans le Chablais (62), les Schistes inférieurs sont très calcaires à la base. Dans la région Rubli-Gummfluh (63) les Schistes inférieurs sont très calcaires. Jaccard parle même de « Calcaires inférieurs ». Dans ces deux régions Jaccard a trouvé *Pentacrinus tuberculatus* Miller du Sinémurien.

Dans les Alpes françaises, dans la zone du Pas du Roc, le Lias inférieur est calcaire et le Lias supérieur schisteux (49, 8).

Dans la zone briançonnaise on ne connaît rien, pour l'instant, qui puisse être comparé.

## Chapitre V. — La Brèche inférieure *(Dogger)*.

§ 1. *Généralités.* — La Brèche inférieure est le terme le plus important de la Nappe de la Brèche, surtout par l'abondance du matériel détritique. Lugeon l'a fort bien décrite et nous n'apporterons que des observations de détail. Dans le chapitre des conclusions nous présenterons notre manière de voir sur le mode de formation des brèches.

## § 2. *Description stratigraphique.*

### I. *Lithologie.*

La sédimentation de cette époque était calcaire, dérivant en général d'Echinodermes; des brèches y sont intercalées.

Les éléments de la Brèche inférieure:

1. Calcaires dolomitiques gris, blancs ou jaunes = Trias.
2. Dolomie saccharoïde blanche = Trias.
3. Brèche dolomitique = Trias.
4. Calcaires bleus.
   S.M.: Calcaire avec des *spicules d'Eponges* (coupe 101).
5. Calcaires bleus à *coraux*.
6. Calcaires échinodermiques zonés à silexite.
7. Calcaires échinodermiques schisteux.
8. Schistes calcaires noirs.
9. Calcaires grenus siliceux à débris de crinoïdes.
10. Calcaires noirs.
    S.M.: Calcaire à spicules d'*Eponges* (coupe 92).
11. Calcaires échinodermiques à silex.
    S.M.: Calcaires à *crinoïdes*, la partie siliceuse est une *spongolithe*, la limite entre le calcaire et le silex est très floue (coupe 94).
12. Calcaire graveleux.
    S.M.: Calcaire graveleux recristallisé. Les menus galets sont formés: de calcaires grenus, de débris de *crinoïdes*, de tests de *Lamellibranches* et de *Brachiopodes*. Ciment de calcite. La recristallisation est si forte que le passage des éléments au ciment est flou (coupe 86).

Tous ces éléments, sauf les trois premiers, sont certainement les débris de roches liasiques. Le ciment de la brèche est impossible à voir là où cette dernière est compacte, mais, quand le matériel détritrique est moins abondant, on voit un ciment fait d'un calcaire plus ou moins échinodermique parfois finement spathique et à zone siliceuse. Les éléments des brèches sont de toutes grandeurs, j'en ai vu qui avaient au moins 8 m de long sur 2 m de haut.

Les éléments dans un banc de brèche sont ordonnés de bas en haut suivant leur dimension: à la base les plus gros et à mesure que l'on monte dans le banc, les éléments deviennent progressivement de plus en plus petits et le sommet d'un banc de brèche est pour ainsi dire privé de débris de roches étrangères et il se

termine souvent par une plaquette échinodermique zonée. C'est ce que j'appelle la brèche à *graded bedding* (10, 13).

Entre les bancs de brèche se développent des microbrèches calcaires, spathiques, des calcschistes noirs, des schistes calcaires, des calcaires bleus et des calcaires échinodermiques.

Diagnoses microscopiques:

Coupes 43 et 57*a*. Calcaires à spicules d'Eponges.
Coupe 55. Calcaires graveleux grenus à spicules de Spongiaires, débris de *crinoïdes*, quelques grains de quartz clastique et authigène. Ciment de calcite grenue.
Coupe 69. Calcaire graveleux recristallisé à quartz authigène. Quelques débris de *crinoïdes*. Ciment de calcite grenue.

Les bancs de brèche passent souvent latéralement à des calcaires échinodermiques.

II. *Région: Roc d'Enfer-Col de la Ramaz. Coupe de la Bolire.*

Dans la crête qui joint Chalune au Roc d'Enfer, la Brèche inférieure n'existe pas, car ce que Lugeon a cartographié comme Brèche inférieure est du Trias. Par contre, au pied Sud du Roc d'Enfer, au-dessus de la voûte de Trias, existent quelques mètres de brèches qui appartiennent au complexe de la Brèche inférieure.

Dans la crête qui relie Chalune à la Pointe d'Uble, au-dessus du col de la Bolire, nous avons levé la coupe suivante, de bas en haut:

*Coupe de la Bolire.*

1. Brèche dolomitique du Trias, passant à des calcaires dolomitiques beiges.
2. Calcaires marneux dolomitiques très fissiles, jaunes, avec des lits ferrugineux rouges. 0,30 m.
3. Brèches très chargées en éléments dolomitiques et schistes verts. 0,40 m.
4. *Idem* nº 2. 0,25 m.
5. Brèche brunâtre. 0,50 m.
6. Début du faciès Brèche inférieure typique, c'est-à-dire un mélange de brèches et de schistes gris fissiles calcaréo-marneux ou dolomitiques.

Cette coupe est intéressante car elle nous montre la transgression de la Brèche inférieure, d'âge jurassique moyen,

sur le Trias; elle contient même des schistes rouges, indice d'un sidérolithique délavé probablement d'âge jurassique inférieur.

Dans les pentes reliant le col de la Bolire à la Pointe d'Uble, la Brèche inférieure est un peu plus épaisse qu'au pied du Roc d'Enfer, mais elle diminue à nouveau d'épaisseur jusqu'au col de la Ramaz. En dessous du point 1781, dans les pentes septentrionales, elle n'existe plus et, ce sont les Schistes ardoisiers, qui reposent sur le Trias.

### III. *Région: Col de la Ramaz-Pic Marcelly.*
### *Coupe du Pic Marcelly.*

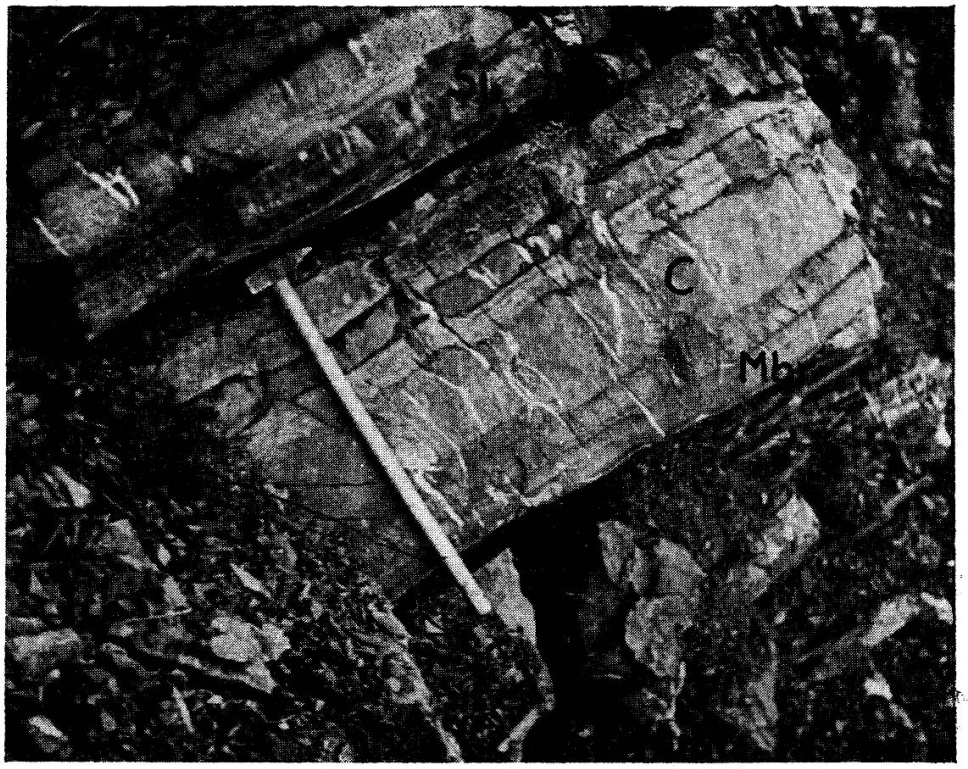



Fig. 1.

Microbrèche (Mbr), Calcaire (C) et lit de Silexite (Si) de la Brèche inférieure. Route de la Biolla.

De la région de la Ramaz au Pic Marcelly, la Brèche inférieure reprend de la puissance. Sur 3,5 km elle passe de zéro m à plus de 1300 m. La coupe suivante donne une idée de la compo-

sition de la Brèche inférieure, elle débute à 150 m au-dessous du sommet du Pic Marcelly, côté Giffre.

*Coupe du Pic Marcelly (en montant dans la série).*

1. Banc massif de brèche à *graded bedding* (éléments: 20 cm). 5,50 m.
2. Microbrèche schisteuse. 1,00 m.
3. Brèche fine à *graded bedding*. 0,20 m.
4. Microbrèche fine, schisteuse. 1,00 m.
5. Brèche à *graded bedding* (éléments: 2 cm). 1,30 m.
6. Calcaires noirs et schistes calcaires. 2,60 m.
7. Brèche fine. 0,40 m.
8. Plaquettes de calcaire échinodermique. 2,10 m.
9. Brèche à *graded bedding*. 0,40 m.
10. Plaquettes de calcaire échinodermique. 2,20 m.
11. Brèche très fine. 0,20 m.
12. Banc de calcaire finement spathique. 0,30 m.
13. Schistes argileux noirs. 0,10 m.
14. Plaquettes de calcaire finement spathique. 0,60 m.
15. Brèche massive (éléments: 15 cm). 1,25 m.
16. Plaquettes calcaires et microbrèches. 13,75 m.
17. Banc de brèche sans *graded bedding* (éléments: 8 cm). 0,50 m.
18. Alternance de calcaires échinodermiques à silexite, de brèches fines et de microbrèches (fig. 1). 12,00 m.
19. Brèche massive (éléments: 6 cm). 1,10 m.
20. Mélange confus d'épisodes microbréchiques et de calcaires échinodermiques. 0,80 m.
21. Alternance de schistes calcaires noirs et de bancs calcaires à petits lits de silexite. 7,50 m.
22. Banc de brèche fine. 0,50 m.
23. *Idem* nº 21. 2,50 m.
24. Banc de brèche fine. 0,60 m.
25. *Idem* nº 21. 8,00 m.
26. Banc de brèche fine. 0,40 m.
27. *Idem* nº 21. 11,00 m.
28. Banc de brèche très grossière (éléments: 20 cm). 4,50 m.
29. Alternances de calcaire spathique, de plaquettes calcaires à surface argileuse, de microbrèche et de brèches très fines. 34,00 m.
30. Enorme épisode bréchique, en bancs plus ou moins marqués, formant le sommet du Pic Marcelly. Les éléments ont jusqu'à un mètre de diamètre. Il n'y a pas de triage, les blocs sont pêle-mêle; l'aspect de cette brèche est celui d'un écroulement. L'épaisseur est d'environ 30,00 m.

La suite de la coupe de la Brèche inférieure, vers le point 1980, montre des alternances de calcaires grenus en plaquettes, de calcaires spathiques avec tous les 10-15 m un banc de 0,50-1,50 m de brèche grossière.

Le fait qui nous apparaît le plus remarquable dans cette série, c'est la réapparition cyclique de bancs de brèche grossière.

On peut faire une autre constatation intéressante, sur quelques centimètres: des calcaires un peu spathiques et à crinoïdes sont suivis d'un épisode siliceux mal défini; à ce dernier succède un lit de calcaire bleu *(à spicules de spongiaires)* contenant des petits cristaux de *pyrite.* Nous pensons que l'épisode siliceux ainsi que la pyrite doivent leur origine à un changement d'équilibre brusque des conditions chimiques et physiques provoquant l'accumulation des silexites (= *spongolithes*) et que les matières organiques libérées ont permis la formation de pyrite.

## IV. *Origine des matériaux.*

Nous avons vu au début de ce chapitre que les éléments des brèches témoignaient d'une érosion de roches liasiques et triasiques.

Si du Nord on observe les escarpements rocheux septentrionaux de la Pointe du Haut-Fleuri, on peut voir les bancs de brèche se terminer en biseau à l'Est. Si sur le terrain on suit vers le Sud les bancs de brèche qui, par leur résistance à l'érosion, provoquent la Pointe de Haut-Fleuri, on les voit bientôt se réduire à zéro et, sur la crête joignant le Pic Marcelly à la Tête de Planay, ils n'existent plus.

Si l'on suit pas à pas les bancs de brèche du Pic Marcelly vers l'Est, on les verra progressivement s'amincir et passer à un banc de brèche fine puis de microbrèche calcaire spathique.

L'origine du matériel des brèches a varié dans le temps. En effet, elle a été au Nord-Nord-Ouest, à l'Ouest, et pour les brèches du Pic Marcelly au Sud-Ouest.

## V. *Région orientale. Coupe des Hautforts.*

La Brèche inférieure se suit jusque dans la partie orientale de la Nappe de la Brèche, mais les éléments n'ont plus la dimension qu'ils avaient sur le front de la nappe et s'ils atteignent 20 cm c'est une exception.

Le passage des faciès occidentaux aux faciès orientaux se fait par des intercalations de calcaires spathiques gris gagnant en puissance à mesure que l'on s'éloigne de la région frontale.

Des coupes minces exécutées dans des calcaires de la Brèche inférieure nous montrent:

1. Echantillon pris au-dessous du Crot (Jouplane). Calcaire oolithique à débris de *crinoïdes; Bryozoaires cyclostomes.* Ciment de calcite grenue (coupe 69 *bis*).
2. Calcaire pris dans la Brèche inférieure des Hautforts: calcaire graveleux (galets = calcaires dolomitiques); débris de *Bryozoaires* et de tests de *Brachiopodes*, piquants d'*Oursins.* Des grains de quartz authigène se sont développés au pourtour interne des menus galets de calcaires dolomitiques. Le ciment est de calcite grossièrement grenue (coupe 18e).
3. Calcaire de la Brèche inférieure des Hautforts: calcaire graveleux à débris de *crinoïdes;* les menus galets étant des calcaires dolomitiques. Grains de quartz authigène. Ciment de calcite grossièrement grenue (coupe 21e).
4. Calcaire de la Brèche inférieure de la Pointe d'Angolon: calcaire à débris de *crinoïdes* et graveleux. *Bryozoaires cyclostomes.* Ciment de calcite grenue (coupe 152).

Dans les Hautforts, nous avons levé une autre coupe; on peut la comparer à celle du Pic Marcelly. Elle débute dans les Schistes inférieurs, dans un couloir rocheux, à l'Ouest de celui qui coupe le « t » de Hautforts (de bas en haut).

*Coupe des Hautforts.*

1. Schistes argileux légèrement marneux, irisés, à paillettes de mica extrêmement fines, avec intercalations de lits peu épais de calcaire échinodermique bleu, zoné, et contenant parfois de minuscules grains de calcaires dolomitiques. Les schistes peuvent devenir bleuâtres ou jaune-gris. 14,30 m.
2. Un banc de calcaire échinodermique gris, avec zone de microbrèche à éléments dolomitiques (voir les diagnoses microscopiques de ces calcaires, ci-dessus). 0,55 m.
3. *Idem* nº 1. 0,75 m.
4. Banc massif: au sommet calcaire échinodermique zoné et à la base brèche à ciment de calcaire échinodermique. 0,55 m.
5. *Idem* nº 1 mais plus riche en plaquettes échinodermiques. 2,95 m.

Fin approximative des Schistes inférieurs.

6. Un banc formé à la base de brèche et au sommet de calcaire spathique gris. 0,30 m.
7. *Idem* nº 5. 7,55 m.

8. Banc de brèche à éléments dolomitiques, perdus dans une pâte de calcaire échinodermique et de schistes argilo-marneux. Se termine par un lit de calcaire échinodermique. 0,80 m.
9. *Idem* nº 5. 8,00 m.
10. Banc de brèche à éléments dolomitiques à la base et calcaire échinodermique au sommet du banc. 0,35 m.
11. *Idem* nº 5, mais les bancs de calcaires échinodermiques s'épaississent et peuvent atteindre 15 cm. 4,65 m.
12. Un banc de calcaire échinodermique zoné à minuscules débris dolomitiques. 0,25 m.
13. *Idem* nº 11. 2,00 m.
14. Banc calcaire échinodermique. 0,25 m.
15. *Idem* nº 11. 2,00 m.
16. Schistes noirs argilo-calcaires bien lités. 6,45 m.
17. Un banc de lit de calcaire échinodermique légèrement microbréchique. 0,60 m.
18. *Idem* nº 11. 4,90 m.
19. Un banc de calcaire échinodermique microbréchique à la base. 0,40 m.

19 *bis*. *Idem* nº 11. 3,80 m.

20. Calcaire échinodermique schisteux à la base et bréchoïde au milieu. 1,50 m.
21. *Idem* nº 11. 2,10 m.
22. Banc de brèche grossière à la base. *Se termine en biseau vers l'Est.* 0,90 m.
23. *Idem* nº 11. 5,60 m.
24. Banc de brèche grossière. 0,55 m.
25. *Idem* nº 11. 2,20 m.
26. Trois bancs de brèche grossière couronnés par des calcaires échinodermiques plus ou moins microbréchiques. 5,60 m.
27. Episode schisteux argilo-calcaire noir. 1,40 m.
28. Alternance régulière de calcaires échinodermiques chargés à la base de grains dolomitiques en bancs pouvant atteindre 20 cm, avec des schistes argilo-calcaires devenant parfois échinodermiques. 3,90 m.
29. Un banc de brèche grossière, au sommet calcaire échinodermique. 0,40 m.
30. *Idem* nº 28. 2,50 m.
31. Brèche grossière, au sommet calcaire échinodermique. 1,00 m.
32. *Idem* nº 28 mais plus calcaire et les bancs peuvent mesurer 35 cm. 15,80 m.
33. Banc, bréchoïde à la base et au sommet calcaire échinodermique microbréchique. 0,65 m.
34. *Idem* nº 28. 8,20 m.
35. Banc de brèche grossière couronnée par un banc de calcaire échinodermique zoné. 3,50 m.
36. *Idem* nº 28. 7,90 m.
37. Banc de brèche grossière. 0,45 m.
38. *Idem* nº 28. 4,30 m.
39. Brèche grossière à *graded bedding*. 1,50 m.

40. *Idem* nº 28 mais très calcaire. 5,00 m.
41. Banc de brèche. 1,50 m.
42. Alternance de calcschistes échinodermiques microbréchiques avec des brèches grossières à *graded bedding* en bancs de 1-1,50 m. 13,50 m.
43. Un banc de brèche à *graded bedding*, au sommet calcaire échinodermique. 1,50 m.
44. Alternance irrégulière de petits bancs, de brèche fine et de petits bancs de calcaire échinodermique avec des schistes calcaires noirs ou bleus. 6,00 m.
45. Brèche grossière à *graded bedding* couronnée d'un niveau de calcaire échinodermique microbréchique. 1,00 m.
46. Alternance *idem* nº 44. 14,60 m.
47. Brèche grossière de la base au sommet. 1,60 m.
48. Alternance *idem* nº 28, mais les bancs calcaires sont épais. 6,60 m.
49. Brèche grossière sans *graded bedding*. 4,50 m.
50. *Idem* nº 28, mais très calcaire. 2,00 m.
51. Deux bancs de brèche jumelés, séparés par des délits schisteux; les deux bancs sont couronnés de calcaire échinodermique. 1,20 et 0,80 m.
52. *Idem* nº 28. 1,10 m.
53. Banc de brèche grossière de la base au sommet. 2,00 m.
54. *Idem* nº 28. 3,00 m.
55. Banc de brèche à *graded bedding*, calcaire échinodermique au toit. 1,20 m.
56. *Idem* nº 28. 2,80 m.
57. Gros banc de brèche très grossière. 2,50 m.
58. Les faciès deviennent plus calcaires. Alternances de calcaire échinodermique gris en bancs de 0,30 à 1,20 m. 19,40 m.
59. Banc de brèche. 2,10 m.
60. *Idem* nº 58. 22,00 m.
61. Banc de brèche fine. 2,40 m.
62. *Idem* nº 58. 8,80 m.
63. Banc de brèche très fine; calcaire échinodermique zoné au toit. 2,20 m.
64. *Idem* nº 58. 11,40 m.
65. Brèche, très grossière à la base, à *graded bedding*. 1,80 m.
66. *Idem* nº 58. 9,50 m.
67. Deux bancs de brèche grossière. 4,00 m.
68. Calcaire échinodermique gris zoné. 1,00 m.
69. Gros banc de brèche grossière à léger *graded bedding*; au toit calcaire échinodermique zoné. 3,00 m.

Ainsi de suite pendant 80 m, puis suivent les faciès des Schistes ardoisiers.

Cette coupe nous montre, comme celle du Pic Marcelly, des épisodes détritiques venant s'intercaler dans une sédimentation calcaire ou légèrement microbréchique environ tous les 8-15 m.

Dans cette région, cependant éloignée du point d'origine des éléments, les brèches sont aussi à *graded bedding*. Le passage des Schistes inférieurs à la Brèche inférieure se fait insensiblement, par disparition progressive des schistes argileux noirs et irisés.

§ 3. *Epaisseur, extension.* — Les éléments de la brèche inférieure témoignent de l'érosion et du transport de roches liasiques et triasiques. D'une manière générale leur origine est à placer à l'Ouest de l'aire sédimentaire de la Nappe de la Brèche.

La brèche inférieure ne s'est pas déposée sur le Trias très épais de la Pointe de Chalune. Par contre, là où le Trias a été en partie érodé, la Brèche inférieure existe très développée comme du Haut-Fleuri au Pic Marcelly.

Dans la partie tout à fait frontale, l'accumulation des brèches prend l'allure de cônes de déjection superposés; dans la partie orientale, la Brèche inférieure varie peu d'épaisseur, elle mesure de 300 à 400 m.

§ 4. *Fossiles.* — Au sommet de la Brèche inférieure, tout près des Schistes ardoisiers, dans la partie frontale, existent des calcaires grenus échinodermiques, à surfaces argileuses contenant des restes d'algues. Les fossiles récoltés parviennent de deux gisements, l'un (B) sur la route de la Biolla, au-dessus des Laquets et l'autre (Gr) dans la combe de Grond[1], sur les pentes méridionales de la crête descendant du point 1980 vers le Nord-Est.

| | | |
|---|---|---|
| | (B) | *Theobaldia circinalis* Hr. (*Flor. foss. Helv.*, pl. XLIV.) |
| (B) | (Gr) | *Chondrites liasinus* Hr. |
| (B) | (Gr) | » *intricatus* Brgn. |
| (B) | (Gr) | » *divaricatus* Fisch. Oost. |
| | (Gr) | *Zamites Renevieri* Hr. (*Flor. foss. Helv.*, pl. LIV, fig. 2.) |
| | (Gr) | *Gyrophyllites multiradiatus* Hr. (*Id.*, pl. XLV, fig. 6.) |
| | (Gr) | *Palaeodictyon* sp. |
| | (Gr) | *Palaeodictyon textum* Hr. (*Id.*, pl. XLIII, fig. 20.) |

[1] C'est peut-être le gisement que Lugeon a placé dans les Schistes Ardoisiers (86, v. page 76).

Je rapporte à un type de

(Gr) *Sargassites Rehsteineri* F.O. ((33), pl., XIII, fig. 5.)

devenu un *Gyrophyllites Rehsteineri* (Heer, *Flor. foss. Helv.*, p. 166), deux formes très grandes ressemblant fort à la figure de Fischer-Ooster. Elles ont 6 cm de diamètre et elles ne comptent pas moins de 15 et 20 feuilles en entier à la périphérie.

Certains de ces fossiles ne se rencontrent que dans le Jurassique moyen. Ces restes d'Algues exceptés, je n'ai pas trouvé un seul fossile durant trois années de recherches sur le terrain.

Lugeon (86, p. 76) nous dit avoir trouvé quelques coquilles de mollusques fossiles dans la Brèche inférieure, mais elles sont, hélas ! indéterminables spécifiquement.

Au cours de l'excursion de la Société géologique de France, en 1901, on a trouvé des restes de Bélemnites dans des calcaires à entroques de la brèche à éléments dolomitiques sur le versant Nord du col du Lens-d'Aulph (87, p. 712).

§ 5. *Age et comparaisons.* — Si la paléontologie ne donne aucune indication sur l'âge de la Brèche inférieure, il faut essayer de la dater par la méthode des comparaisons; pour Lugeon elle représentait le Dogger, nous ne pouvons que confirmer cette idée. En effet, partout dans les Alpes le Dogger montre des faciès à calcaires échinodermiques, sur l'avant-pays il est même parfois transgressif.

Dernièrement, Gignoux et Moret (49) ont placé la Brèche du Télégraphe dans le Dogger.

Les couches contenant les Algues fossiles sont à peu près l'équivalent des calcschistes à *Cancellophycus* des mêmes auteurs, faisant le passage du Dogger à l'Oxfordien.

La Brèche inférieure existe dans les régions de la Hornfluh et Rubli-Gummfluh, mais pas autant développée que dans le Chablais.

§ 6. *Résumé.* — La Brèche inférieure, d'âge jurassique moyen, est le terme le plus constant de la nappe de la Brèche; elle est formée d'alternances innombrables de brèches et de calcaires échinodermiques. Elle est répartie irrégulièrement sur

le front de la nappe, acquérant parfois des épaisseurs formidables (1300 m au Pic Marcelly). La partie orientale, plus profonde, est plus riche en calcaires et les brèches y sont moins grossières et moins abondantes.

## Chapitre VI. — Les Schistes ardoisiers.

§ 1. *Lithologie.* — Les Schistes ardoisiers sont un épisode schisteux, argileux et siliceux dans l'histoire sédimentaire de la Nappe de la Brèche. Les niveaux de brèches cependant existent encore, mais n'ont plus l'importance qu'ils avaient dans la Brèche inférieure. Les alternances sont la règle comme dans les Schistes inférieurs et la Brèche inférieure.

La partie inférieure est riche en bancs de brèches. Des schistes argilo-siliceux, des argilites, couleur bleu-noir, forment la partie moyenne. La partie supérieure est argilo-siliceuse, bréchique et calcaire. Ce dernier tiers contient des niveaux d'argilites, de schistes argilo-siliceux rouges et verts, des jaspes à Radiolaires rouges ou verts et des calcaires à Radiolaires gris ou blancs.

La sédimentation calcaire annonce la Brèche supérieure, et les brèches des niveaux de base sont un reliquat de la sédimentation de la Brèche inférieure.

Les brèches des niveaux inférieurs sont d'un type propre aux Schistes ardoisiers, elles ne sont jamais grossières, toujours d'un brun-rouille; des éléments verts (v. p. 70) apparaissent pour la première fois. Le ciment est en général une roche siliceuse, les places des éléments enlevés par la dissolution actuelle forment des creux, et la brèche très lourde a l'aspect d'une roche volcanique grossièrement vacuolaire.

Diagnoses microscopiques:

Coupe 48 (base des Schistes ardoisiers à Grond): Microbrèche à galets de calcaires dolomitiques, grains de calcaire oolithique recristallisé, grains de quartz clastique; ciment de calcite grenue.

Coupe 68 (base des Schistes ardoisiers): Microbrèche à éléments de calcaires dolomitiques, grains de quartz clastique; ciment de calcite et de silice.

Coupe 40 (Schistes ardoisiers à Grond, partie moyenne): Argilite finement microbréchique.

Une coupe sériée levée en montant dans la série des Schistes ardoisiers supérieurs, du côté droit de la gorge du Foron, nous montre:

*Coupe de Foron.*

1. Banc de brèche brun foncé à éléments verts, passant 0,30 m.
2. à un banc de microbrèche brune perdant graduellement ses éléments détritiques et passant à des calcschistes marneux jaunes, lesquels donnent naissance à 1,20 m.
3. des schistes argilo-siliceux rouges veinés de jaune. 0,20 m.
4. Calcschistes jaunes. 0,10 m.
5. Calcschistes gris en banc massif. 1,20 m.
6. Schistes rouges et verts avec microbrèche brun-rouille, dure, siliceuse, en bancs de 5 cm. 2,00 m.
7. Calcschistes jaunâtres. 0,60 m.
8. Bancs de brèche brun-rouille à *graded bedding* s'épurant et laissant place à des calcschistes gris. 2,50 m.

9 *a*) Bancs de brèche à *graded bedding* variant considérablement d'épaisseur latéralement. Une coupe mince exécutée dans la partie supérieure montre: microbrèche à éléments de calcaires dolomitiques, de calcaires granuleux, de calcaires à Radiolaires (?), grains de quarts clastiques, débris de roches phylliteuses; ciment de calcite grossièrement grenue (coupe 14e).

9 *b*) Calcaire siliceux brun (S.M.: calcaire granuleux à partie grenue et à quartz clastique, spicules de Spongiaires (?) (coupe 2e). 9 *a*) et 9 *b*) 1,80 m.

10. Jaspes à *Radiolaires*. 0,60 m.
11. Calcschistes gris. 2,10 m.
12. Nouvel épisode bréchique suivi de schistes rouges. 1,20 m.

Ainsi de suite sur une centaine de mètres.

En résumé on a une succession de petits cycles sédimentaires:

1. Brèche à *graded bedding*.

↑ { 4. Calcschistes gris.
3. Schistes argilo-siliceux rouges (veinés de jaune ou de vert).
2. Microbrèche litée.
1. Brèche à *graded bedding*.

La crête joignant Chalune au Roc d'Enfer porte une dépression par où passe un sentier joignant les chalets de Foron au chalet du Petit-Souvroz; là, les Schistes ardoisiers (schistes argilo-siliceux noirs, parfois à teintes verdâtres foncées et lits de brèche brun-chocolat, lourdes) reposent sans l'intermé-

diaire d'aucun autre terme sur les calcaires dolomitiques du Trias.

Les Schistes ardoisiers, comme la Brèche supérieure et les calcaires néocomiens, manquent dans le haut des pentes de la vallée du Giffre, côté droit (v. p. 78).

Aux environs de Jouplane, les Schistes ardoisiers reprennent de l'importance et on peut alors les suivre jusqu'au col de Zora.

Les Schistes ardoisiers débutent dans les Hautforts par des alternances, mesurant 20 m, de brèches couleur chocolat, en bancs de 1,50 m, et de plaquettes échinodermiques un peu siliceuses ou de schistes argilo-siliceux de couleur brun foncé. Cette formation se distingue très bien des brèches et des calcaires échinodermiques gris de la Brèche inférieure. Par-dessus, on voit des schistes argilo-siliceux noir-rouille, des argilites verdâtres parfois bleu-noir et des brèches couleur chocolat en bancs de 10 à 15 cm; ce niveau schisteux moyen forme le col de Zora. La base de la Pointe de Ressachau est formée par les niveaux supérieurs des Schistes ardoisiers: calcaires à Radiolaires, jaspes à Radiolaires et schistes argilo-siliceux, ces deux derniers termes verts ou rouges.

§ 2. *Epaisseur. Répartition.* — Les Schistes ardoisiers épais de quelques dizaines de mètres, dans la région Marcelly-Col de la Ramaz, mesurent quelques centaines de mètres dans les pentes du Roc d'Enfer. Il est curieux de constater que, dans la région frontale de la Nappe, les Schistes ardoisiers sont peu développés là où la Brèche inférieure est très épaisse et, où cette dernière ne s'est pas déposée, les Schistes ardoisiers, par contre, sont remarquablement épais. On arrive ainsi à se demander s'il n'y a pas un passage latéral des Schistes ardoisiers à la Brèche inférieure ?

Dans la partie profonde, orientale, où les séries sont complètes, les Schistes ardoisiers mesurent 250-350 m.

§ 3. *Age et comparaisons.* — Lugeon a placé dans le Callovo-Oxfordien le complexe dit des Schistes ardoisiers. Nous n'avons pas d'objection à faire, et par des comparaisons nous verrons que cet auteur a raison. Il ne faut pas oublier qu'en comparant

on doit faire abstraction des phénomènes détritiques, des brèches, qui sont pour ainsi dire une sédimentation d'origine allochtone.

Dans la région Rubli-Gummfluh les Schistes ardoisiers n'existent pas; on retrouve par contre les schistes rouges et verts, argileux, non calcaires dans la région de la Hornfluh.

Les schistes argilo-siliceux de la partie inférieure et moyenne des Schistes ardoisiers peuvent être comparés aux « puissants schistes noirs oxfordiens légèrement gréso-micacés ou verdâtres » (46, 49) de la zone subbriançonnaise et d'une manière générale avec les schistes callovo-oxfordiens des Hautes Alpes calcaires.

Les niveaux supérieurs à schistes argileux ou siliceux rouges et verts, jaspes à Radiolaires de même couleur et calcaires à Radiolaires sont comparables d'une manière générale aux dépôts lusitaniens de la zone subbriançonnaise (46, 124) et à l'Argovien rouge des Préalpes médianes et de la zone briançonnaise. En effet, les niveaux rouges sont la caractéristique d'une transgression, la transgression argovienne sans aucun doute, et, comme dans la zone subbriançonnaise M. Gignoux a déterminé ces dépôts comme lusitaniens, nous proposons de ranger aussi dans le Lusitanien la partie supérieure des Schistes ardoisiers.

§ 4. *Résumé.* — Les Schistes ardoisiers, d'âge callovien, oxfordien, argovien, séquanien représentent une période plutôt tranquille dans l'histoire sédimentaire de la Nappe de la Brèche. Ils sont partout présents, ils reposent parfois dans la région frontale sur le Trias; dans la partie orientale ils sont épais et font suite sans autre à la Brèche inférieure.

## Chapitre VII. — La Brèche supérieure.

§ 1. *Généralités.* — La « Brèche supérieure », qui représente le Jurassique tout à fait supérieur, succède sans phénomènes d'émersion au niveau des schistes rouges et verts des Schistes ardoisiers. La Brèche supérieure annonce le début d'une sédimentation calcaire. Le passage des Schistes ardoisiers à la Brèche

supérieure se fait insensiblement par intercalations progressives de calcaires. La Brèche supérieure est une subdivision évidente et facilement repérable que l'on suit dans toute la Nappe de la Brèche, sauf dans les pentes boisées de la rive droite du Giffre, où je ne l'ai pas trouvée.

§ 2. *Description stratigraphique.*

I. *Les éléments.*

Les éléments de la Brèche supérieure sont un peu différents, quantitativement et qualitativement, de ceux de la Brèche inférieure. Le meilleur affleurement, pour les étudier, se trouve à main droite en descendant le vallon fermé qui part du Nord du cirque de Roi. Là, dans le premier banc de brèche, on peut récolter de bons échantillons des éléments qui atteignent la grosseur d'une tête d'homme. On y reconnaît:

1. Calcaires dolomitiques blancs et capucins = Trias.
2. Brèches dolomitiques = Trias.
3. Quartzites blancs = Trias.
4. Grès calcaires fins et grossiers, blancs = Lias ?
5. Calcaire gréseux pseudoolithique en voie de silicification = Lias ?
6. Silex noirs = Lias ?

Eléments de couleur verte:

7. Schistes quartzo-sériciteux, chloriteux, feldspathiques = Permien ?
8. Une roche éruptive filonienne (du Permien ?).

Le *ciment* de la Brèche supérieure est soit un calcaire cryptocristallin gris, soit un calcaire grenu contenant des pseudoolithes, des menus galets de calcaire fin, des débris d'*Echinodermes* et de *Bryozoaires.*

Les éléments prédominants sont les calcaires dolomitiques. Les éléments verts ne se rencontrent jamais dans la Brèche inférieure et sont caractéristiques du type brèche supérieure.

Les éléments que l'on pouvait attribuer au Lias dans la Brèche inférieure sont rares dans la Brèche supérieure.

Si les éléments verts sont antétriasiques, peut-être sont-ils à paralléliser avec le Permien sériciteux et chloriteux que Pussenot décrit dans le Briançonnais oriental (109).

Si cela était vrai, on pourrait alors en déduire qu'à l'époque de la formation de la Brèche supérieure, il s'était produit, dans la région fournissant le matériel des brèches, un épuisement du matériel liasique et triasique et une destruction d'un matériel antétriasique.

## II. *Du Praz-de-Lys au Roc d'Enfer.*

Une coupe sériée levée en montant dans la série dans les pentes rocheuses au-dessus du Petit et du Grand-Planay nous montre la succession suivante:

*Coupe du Planay.*

1. Grès calcaire, devenant par places très brun, à éléments de calcaires dolomitiques jaunes, en bancs de 0,20 à 0,30 m, séparés par des plaquettes du même. 1,20 m.
2. Calcaire finement gréseux à éléments dolomitiques jaunes. 0,25 m.
   S.M.: Calcaire gréseux, quartz agrandis secondairement. Radioles d'*Oursin*, *Textulaires*, *Acanthorotalia* sp.
3. Calcaire lité gris-beige foncé.
   S.M.: Calcaire granuleux à petites concentrations de calcite grenue. 2 m.

BRÈCHE SUPÉRIEURE

4. Brèche à ciment calcaire, patine générale blanche.
   Eléments: quartzites blancs, calcaires dolomitiques, schistes quartzo-sériciteux chloriteux feldspathiques, calcaires siliceux blonds, grès calcaires blancs, grosseur des éléments: 1 cm à 35 cm. Pas de triage. Ce banc plonge presque verticalement. Au mur on y décèle des surfaces de glissements. 2 m.
5. Microbrèche à éléments de calcaires dolomitiques jaunes. ciment beige. 0,50 m.
6. Calcaire granuleux, lité, beige. 6 m.
7. Calcaire à patine blanche et à cassure beige.
   S.M.: Calcaire granuleux criblé d'une multitude de grains de quartz authigène. 5,70 m.
8. Un banc de calcaire finement gréseux. 0,40 m.
9. Calcaire à grain fin beige, noir à la cassure, en bancs de 0,15 à 0,25 m.
   S.M.: Calcaire de structure grumeleuse, quelques grains de quartz authigène. 6,40 m.
10. Calcaire fin, gris. 1,40 m.
11. Calcaire gris.
    S.M.: Calcaire granuleux pouvant devenir grumeleux, criblé de grains de quartz authigène. 0,20 m.

BRÈCHE SUPÉRIEURE (*suite*)

12. Calcaire fin à patine grise.
S.M.: Calcaire granuleux criblé de grains de quartz de néoformation. 1 m.
13. Calcaire fin, gris. 1,60 m.
14. Calcaire grenu. 1 m.
S.M.: Calcaire pseudoolithique à ciment de calcite. Fragments de *crinoïdes*, *Textulaires*, quartz de néoformation dans les pseudoolithes (coupe Pl. 11).
15. Calcaire fin en bancs de 0,15 à 0,25 m. 2 m.
16. Gros bancs massifs de calcaire granuleux. 2 m.
17. Calcaire fin, noir à la cassure. 1,84 m.
18. Plaquettes de calcaire finement grenu. 0,30 m.
19. Calcaire fin, noir à la cassure en bancs de 0,15 à 0,25 m. (S.M.: *idem* nº 9), intercalations de plaquettes microbréchiques. 14,20 m.
20. Plaquettes de calcaire grenu, gréseuses. 0,50 m.
21. Banc de brèche identique au nº 4, mais à *graded bedding*. 1,70 m.
22. Calcaire microbréchique. 0,80 m.
23. Bancs de calcaire fin de 0,15 à 0,20 m et calcaires grenus blonds. 1,50 m.
24. Calcaire très fin, blanc.
S.M.: Calcaire granuleux à sphères de calcite microscopiques. 0,25 m.
25. Calcaire fin et calcaire microbréchique fin, blonds, en bancs de 0,15 à 0,20 m. 3 m.
26. *Idem* nº 25. 2 m.
27. Calcaire fin blanc. 0,10 m.
28. Calcaire microbréchique blanc. 0,84 m.
29. Calcaire gréseux brun à éléments de calcaires dolomitiques, en bancs de 0,15 à 0,20 m. 1,10 m.
S.M.: Calcaire pseudoolithique, grumeleux, gréseux; grains de quartz fortement nourris secondairement, quelques débris de feldspath triclinique, paillettes de muscovite; un fragment d'*Echinoderme* silicifié, *Textularidés* et *Calpionella alpina;* ciment de calcite grenue (coupe Pl. 26).

NÉOCOMIEN

30. Calcaire très fin, blanc jaunâtre, avec lits de silexite et niveaux schisteux noirs. 1,50 m.
S.M.: Le calcaire fin et granuleux et contient quelques *Calpionella alpina* Lorenz très confuses (coupe Pl. 27).
31 *bis*. Alternances de bancs calcaires fins noirs ou blanc jaunâtre avec bancs de calcaire grenu et niveau schisteux noirs. 5,50 m.
32. Bancs de calcaire gréseux bruns avec lits de silexite. 2,10 m.
33. Niveau calcaire schisteux noir. 0,25 m.
33. Banc calcaire gréseux brun à silexites. 2 m.
34. Dans les prés qui suivent la petite crête avec des sapins, entre le Grand-Planay et le Petit-Planay: alternances de bancs de calcaires fins à Radiolaires et de calcaires grenus

légèrement gréseux, durs, se décomposant en prenant un aspect tuffacé.

Cette coupe n'est pas complète à cause d'une faille. Des schistes argileux de couleurs foncées diverses suivent les roches décrites.

Il nous a paru convenable de faire débuter la Brèche supérieure avec le premier banc (nº 4 de la coupe) de brèche au-dessus de sédiments attribuables au Lusitanien. Nous la faisons se terminer avec le début des calcaires à silexite (nº 30). Dans cette série on peut noter deux bancs de brèche importants, nº 4 et nº 21. On retrouve ces deux bancs dans les dalles inclinées vers l'Est, du Planay au lac de Roi.

Une autre coupe levée sur la crête à l'Est du point 1981, au Nord du lac de Roi, nous montre la succession suivante, de bas en haut:

*Coupe à l'Est du point 1981.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Lusitanien | 1. | Calcaire schisteux gris. | 1,10 m. |
| | 2. | Banc de brèche et microbrèche, calcaire schisteux. | 1,50 m. |
| | 3. | Schistes siliceux rouges et verts à *Radiolaires*. | 1 m. |
| | 4. | Calcaire schisteux gris. | 1,30 m. |
| | 5. | Brèche fine. | 0,70 m. |
| | 6. | Argilite panachée rouge et vert. | 0,60 m. |
| | 7. | Brèche à *graded bedding* suivie de microbrèches. | 1,70 m. |
| | 8. | Calcaire schisteux gris-jaune. | 1,50 m. |
| | 9. | Alternances d'argilites rouges et vertes et de bancs de microbrèches. | 1,90 m. |
| | 10. | Calcschistes fins noirs ou gris-beiges. | 4,50 m. |
| | 11. | Calcschistes à reflets verdâtres. | 0,50 m. |
| | 12. | Microbrèche calcaire brune, en plaquettes. | 0,70 m. |
| | 13. | Microbrèche calcaire brune. | 0,30 m. |
| Brèche supérieure | 14. | Premier banc de brèche de type Brèche supérieure à *graded bedding* (grandeur des éléments: 5 cm). | 1,30 m. |
| | 15. | Calcaire gréseux en plaquettes. | 1,60 m. |
| | 16. | Calcaire noir, dur, en petits lits, subdivisé en quatre parties par des lits de calcaire gréseux de 0,10 m. | 3,40 m. |
| | 17. | Deuxième banc de brèche (*idem* nº 14). | 2,10 m. |
| | 18. | Calcaire noir en plaquettes. | 5 m. |
| | | A ce moment on est au sommet du Piton à l'Est du point 1981. | |

Jusqu'au nº 13 les roches sont lusitaniennes, et la Brèche supérieure débute au nº 14.

Les deux bancs de brèche peuvent être suivis jusqu'au col de la Ramaz.

En faisant le tour du plateau du Praz-de-Lys, on trouve les calcaires à silexites au « ly » du mot Chevaly, et dans les pentes boisées au-dessous du point 1584 on a tenté d'exploiter des calcschistes comme ardoises.

On retrouve les deux bancs de brèche à l'arrivée de la route carrossable sur le plateau du Praz-de-Lys, tous deux à main droite en montant, le première 10 m avant le tournant que fait la route en joignant le plateau. Dans les prés à droite, près des bois, on peut y voir affleurer le deuxième banc.

Continuant l'exploration circulaire du Praz-de-Lys on arrive à la gorge du Bruinant; là, aussi bien sur rive droite que sur rive gauche, il est difficile de faire un partage entre les Schistes ardoisiers supérieurs et les calcaires de la Brèche supérieure. De plus ces couches sont replissées. Les calcaires à silex affleurent dans le lit du torrent et sur le bord du chemin pavé avant d'atteindre le moulin des Pontets (piont 1393).

La tête de Planay (point 1628) est formée par des calcaires très fins à *Calpionella elliptica* Cadisch (coupe Pl. 27 *bis*).

Au Nord du Praz-de-Lys, la Brèche supérieure est développée dans la Pointe d'Uble, avec ses faciès habituels: brèches, calcschistes et calcaires fins à lits de silexite. Mais il faut aller

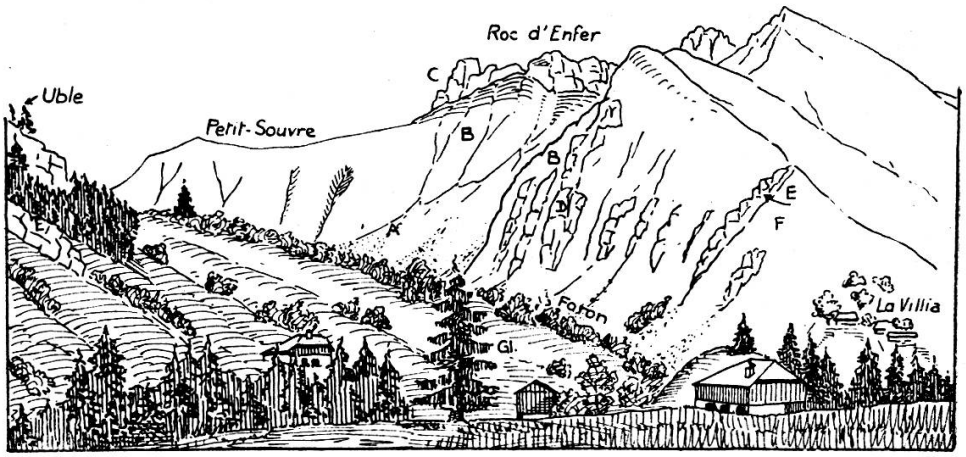



Fig. 2.

Le Roc d'Enfer vu des environs de Combafous.

A: Brèche inférieure. B: Schistes ardoisiers. C: Brèche supérieure. D: Premier banc de brèche. E: Second banc de brèche. F: Néocomien. Gl: Fluvioglaciaire.

jusqu'au Roc d'Enfer et à la Cluse de Foron pour y trouver un magnifique développement de la Brèche supérieure (fig. 2).

La crête du Roc d'Enfer est tout entière faite de Brèche supérieure très épaisse, c'est le premier banc de brèche que nous avons déjà observé au Praz-de-Lys. Les éléments sont très gros et ont jusqu'à un mètre de diamètre. Ce banc (D) se subdivise en deux en allant de l'Ouest à l'Est, par l'intercalation de quelques mètres de calcaires fins et de calcschistes.

Ces deux premiers bancs jumelés sont séparés du deuxième banc (E) de brèche, équivalant du deuxième banc reconnu dans la région du Praz-de-Lys, par quelques centaines de mètres de calcaires fins, de calcschistes et de microbrèches calcaires.

Les calcaires fins à lits de silexite (F) suivent ensuite.

En vue de déceler quelques microorganismes dans les calcaires nous avons fait exécuter de nombreuses coupes minces:

1. Echantillon pris 1 m en dessous du band D de Brèche supérieure: Calcaire contenant des restes incertains de Textulaires et une multitude de petits grains de calcite grenue de toutes les formes possibles, parfois arrondis (restes de pseudoolithes), ciment de calcite grenue (coupe 16 *e*).
2. Echantillon pris dans les calcaires séparant les deux bancs du premier épisode (D) de Brèche supérieure: calcaire crypto-cristallin (coupe 13 *e*).
3. Echantillon pris à mi-chemin entre les bancs D et E de brèche: Calcaire crypto-cristallin à multitude de globules et bâtonnets de calcite au contour flou (coupe 12 *e*):

   Globules = 22-65 $\mu$ de diamètre,
   Bâtonnets = 40-270 $\mu$ de longueur.

4. Echantillon pris un mètre en dessous du banc E de Brèche supérieure: Calcaire à *Radiolaires* (coupe 1 *e*).
5. Le ciment du banc D de Brèche supérieure est analogue au calcaire n° 3 (coupe 15 *e*).

La stérilité de ces roches en organismes empêche absolument toute stratigraphie précise.

## III. *Origine des éléments.*

Les éléments de la Brèche supérieure au Sud et au Sud-Est du Praz-de-Lys sont très petits, ils atteignent au maximum 5 cm de diamètre. Au lac de Roi les éléments atteignent déjà la grosseur de la tête d'un homme et dans la montagne de

LABORATOIRE DE GÉOLOGIE UNIVERSITÉ NEUCHATEL

Véran (point 1781) un demi-mètre de diamètre. On peut en déduire que les courants ayant amené les débris venaient du Nord-Nord-Ouest, et par là sans doute que la région fournissant le matériel se trouvait elle aussi au Nord-Nord-Ouest.

Ce que l'on peut encore noter dans cette exploration stratigraphique de la Brèche supérieure en partant du Praz-de-Lys pour aller vers le Roc d'Enfer, c'est l'énorme augmentation d'épaisseur des brèches qu'on y peut remarquer.

## IV. *Coupe dans le Néocomien.*

Pour étudier les bancs de calcaires supérieurs à la Brèche supérieure, d'âge néocomien comme nous le verrons plus loin, il faut se rendre dans la petite gorge du Foron, à l'amont de la confluence avec le torrent venant du col situé entre le Roc d'Enfer et le point 1674, à l'Est et en dessous du Recard. De bas en haut en descendant le torrent, on relève:

1. Alternance de calcaires sublithographiques gris ou noirs. 22 m.
2. Calcaires sublithographiques et calcaires blancs à Radiolaires formant cascade. 4,50 m.
3. Calcaires grenus; calcaires noirs et calcschistes fins (Radiolaires) (coupes 130-132-134-136). 3,20 m.
4. Banc de micropoudingue, éléments de calcaire fin, ciment de calcite pouvant passer à une pâte de calcédonite (coupe 126). 0,15 m.
5. Alternance de calcaires gris à Radiolaires avec des calcaires schisteux gris-noir (ces derniers sont des calcaires cryptocristallins à grains de quartz authigène). 11,90 m.
6. Microconglomérat à ciment argileux, schisteux.
   S.M.: Quelques grains de quartz détritiques, débris de calcaire fin, radiole d'Oursin (coupe 117). 1,60 m.
7. Alternance de calcaires jaunes ou noirs avec des schistes argileux noirs. 2,10 m.
8. Plus bas, dans de mauvaises falaises éboulées, on peut récolter des blocs de quartzite-grès à glauconie (coupe 129) perdus dans des schistes argileux noirs.

Jusqu'au n° 6 de cette coupe la sédimentation est calcaire; les Radiolaires seuls sont conservés.

Avec le terme n° 6 apparaît une sédimentation détritique et argileuse. Une émersion ou la naissance d'un haut-fond quelque part nous indique que le relief du fond de la mer a subi d'importantes modifications.

V. *Du Roc d'Enfer à la vallée du Giffre et à la Pointe de Ressachau.*

En suivant la Brèche supérieure et les calcaires à silexites ou à Radiolaires qui lui succède vers le Sud, dans la région de la confluence du Boutigny avec le Foron, aux environs des Côtes. mais sur rive gauche, on ne distingue plus les faciès calcaires des Schistes ardoisiers tout à fait supérieurs de la partie inférieure de la Brèche supérieure. Le premier banc de Brèche supérieure bien net à l'Ouest et au Nord n'est plus repérable dans cette région et tous les phénomènes détritiques sont ici atténués: l'origine des matériaux était trop lointaine.

On voit ici un des désavantages d'avoir dû choisir comme limite stratigraphique un phénomène détritique momentané et d'extension limitée. Si l'on pouvait séparer les calcschistes, les calcaires à Radiolaires et les calcaires fins du sommet des Schistes ardoisiers des mêmes termes de la Brèche supérieure, la stratigraphie serait chose aisée.

La Brèche supérieure et le Néocomien sont traversés par l'Arpettaz. Ces deux termes ont ensemble 130 m d'épaisseur.

En suivant la Brèche supérieure vers le Sud, dans la région de la montagne de Loi (point 1441) on voit qu'elle est réduite en épaisseur. Au Sud du marécage de la Biolla elle mesure à peine une dizaine de mètres et prend le caractère d'une fausse brèche. Le chemin montant de Verney aux Pesses, la recoupe près du torrent; elle a repris de l'importance et sur rive gauche on la voit former dans les bois un escarpement haut d'une quarantaine de mètres.

Descendant des Pesses vers le Giffre par la ligne de plus grande pente, on la retrouve encore épaisse d'une vingtaine de mètres. De là, jusqu'au Nord des chalets de Montieu, il me fut impossible de déceler le Néocomien et la Brèche supérieure. Ces deux faciès n'existent pas et ma carte géologique indique la superposition des grès du Flysch à la Brèche inférieure. La

Brèche inférieure est ici un calcaire spathique à pseudoolithes et à crinoïdes; peut-être la Brèche supérieure et le Néocomien ont-ils pris ce faciès ? Je ne saurais l'affirmer.

Cette disparition des couches peut s'expliquer:

1. Par une lacune stratigraphique, soit une absence réelle de sédimentation, mais alors on devrait trouver des « hard grounds », ce qui n'est pas le cas.
2. Par une émersion et une érosion, mais on ne retrouve pas de conglomérats à la base du Flysch.
3. Par une faille mettant en contact la Brèche inférieure et le Flysch.
4. Par un étirement mécanique des couches lors du déferlement de la Nappe de la Brèche.

Cette hypothèse de l'étirement comme celle de la faille tombent devant la constatation que nous allons faire. En effet, au Nord des chalets de Montieu une mince épaisseur de calcschistes forme un petit ressaut de 1,50 m à peine dans les pentes regardant le Sud et l'Est, c'est pour nous la réapparition associée des faciès de la Brèche supérieure et du Néocomien. Ainsi la lacune est due à un phénomène stratigraphique. En suivant ce ressaut on le verra bientôt prendre de l'importance à mesure que l'on se dirigera vers le Nord-Est. Au Crot, il aura déjà 2 à 3 m d'épaisseur et formera un escarpement haut d'une quinzaine de mètres dans les pentes du Voirgne (point 1835) regardant vers le Sud. Là les faciès sont variés, on y rencontre des calcschistes, de très rares brèches à éléments dolomitiques, des fausses brèches, des silexites, des calcaires fins à grains de quartz authigène, des calcaires à Radiolaires et des calcaires gréseux.

En suivant la Brèche supérieure on atteindra l'élégante Pointe des Nions, où elle a repris considérablement d'importance et où elle forme une pointe imposante avec un abrupt de 150 à 200 m de hauteur. Dans la Pointe de Ressachau (fig. 15), la Brèche supérieure est encore plus épaisse.

Ainsi dans notre exploration nous avons pu observer des variations d'épaisseur remarquables de la Brèche supérieure et des calcaires néocomiens.

L'absence de la Brèche supérieure et des Schistes ardoisiers dans la région de Vers les Têtes en dessus de Verchaix semble être due à une absence de dépôts ou plutôt à une fusion des faciès de la Brèche supérieure et Schistes ardoisiers dans celui de la Brèche inférieure.

§ 3. *Age de la Brèche supérieure et des calcaires qui lui font suite.* — A la fin du chapitre précédent nous avons vu qu'il était possible de comparer les dépôts rouges et verts des Schistes ardoisiers aux dépôts lusitaniens subbriançonnais (47, 124). La Brèche supérieure qui leur succède serait dans ce cas kimmeridgienne et portlandienne. Dans l'Helvétique, les zones subbriançonnaise et briançonnaise, le Jurassique très supérieur est calcaire et forme de grandes parois. La Brèche supérieure pourrait leur être comparée.

La présence de *Calpionella elliptica* Cadisch et *Calpionella alpina* Lorenz place la Brèche supérieure dans le Jurassique supérieur.

Steinmann a trouvé, lors de l'excursion de la Société géologique de France dans le Chablais, en 1901, une *Ostrea gregaria* et des polypiers du genre *Stylina* (87).

Douvillé a trouvé, au col du Lens-d'Aulph, dans des plaquettes calcaires de la Brèche supérieure des Radiolaires appartenant aux genres suivants: *Coenosphera*, *Sethocapsa*, *Lithocampe*, *Stichocapsa*.

Ainsi, d'après les fossiles, la Brèche supérieure est bien d'âge jurassique supérieur.

La coupe du Planay nous a montré que les Calpionelles montent jusque dans les calcaires à Radiolaires et à silexite, plus haut que le deuxième banc de brèche; ces calcaires peuvent donc être du Crétacé inférieur, puisque d'après Coaz les Calpionelles montent jusque dans le Valanginien inférieur. La base des calcaires à silexite et les calcaires à Radiolaires est donc Crétacé inférieur et nous allons voir dans le chapitre suivant que l'on peut leur fixer une limite supérieure.

Nous proposons, ainsi que Gagnebin (37) l'a déjà fait, de ranger les calcaires fins à silexite, postérieurs à la Brèche supé-

rieure, dans le Crétacé inférieur (Eocrétacé ou Néocomien, Haug).

§ 4. *Résumé.* — La Brèche supérieure et les calcaires qui lui succèdent constituent un épisode calcaire dans la série sédimentaire de la Nappe. La limite inférieure de la Brèche supérieure peut être placée, dans la région frontale, à la base du premier banc de brèche de type supérieur succédant à des dépôts d'argilites rouges et vertes et de jaspes à Radiolaires rouges ou verts. La partie inférieure comprenant les épisodes de brèches à éléments verts peut être rangée d'après quelques rares fossiles dans le Suprajurassique et la partie supérieure (calcaires fins, calcaires à silexite et calcaires à Radiolaires) dans le Néocomien.

L'extension et l'épaisseur de ces deux termes n'est pas uniforme. Au Roc d'Enfer, Brèche supérieure et Néocomien sont très épais, ils se réduisent à zéro vers le Sud-Sud-Est, transversalement à l'orientation des plis, et en longeant le front de la Nappe, ils diminuent d'épaisseur du Nord au Sud.

L'origine des éléments des brèches peut être placée au Nord-Nord-Ouest.

Ces éléments témoignent d'un épuisement du matériel liasique, d'une forte érosion du matériel triasique et de la dénudation d'un substratum antétriasique.

§ 5. *Comparaisons.* — Pour le moment on ne connaît pas de roches dans les Alpes qui puissent être comparées à la Brèche supérieure et au Néocomien de la Nappe de la Brèche.

Dans la région de la Brèche de la Hornfluh (62, p. 59-61), on connaît, comme dans le Chablais, les calcaires fins, les calcaires en plaquettes gris-bleu avec bancs de silexites et les brèches fines (microbrèches). Sa répartition est remarquable, on constate, comme dans le Chablais, une absence de la Brèche supérieure et des Schistes ardoisiers dans la zone médiane longitudinale. Dans la région Rubli-Gummfluh, la Brèche supérieure n'est pas connue (63, p. 435).

Dans la zone subbriançonnaise et du Pas du Roc on connaît des brèches, des schistes et des calcaires à silex, ces derniers pourraient être l'analogue de nos calcaires néocomiens (?).

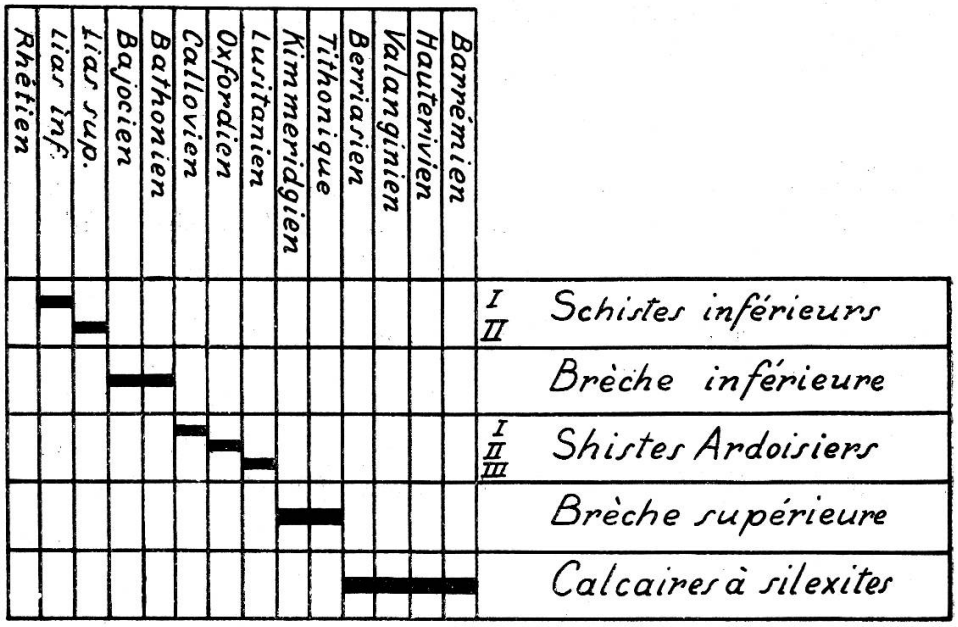



Fig. 3.

L'âge des faciès de la Nappe de la Brèche.

*(à suivre)*

# La Brèche du Chablais entre Giffre et Drance

ET

# LES ROCHES ÉRUPTIVES DES GETS

PAR

**W.-J. SCHRŒDER**

(Avec 25 fig. et 2 planches.)

*(suite)*

---

## Chapitre VIII. — Aptien-Albien-Cénomanien-Turonien (Mésocrétacé) et Sénonien.

§ 1. *Généralités.* — Avec le Mésocrétacé qui, morphologiquement et par ses caractères détritiques et d'alternances, appartient au faciès Flysch, débute une stratigraphie très difficile. En effet ce Mésocrétacé, avec le Crétacé supérieur et le Tertiaire, a été légèrement plissé, indépendamment des calcaires du Néocomien, et on ne peut jamais évaluer l'importance des plis. De plus, l'absence de fossiles et l'abondance de la couverture végétale et des dépôts glaciaires gênent encore les études rigoureuses.

§ 2. *Descriptions stratigraphiques.*

*Coupe dans le ravin de Roi.*

Cette coupe incomplète et dont les couches sont repliées par places, donne une idée seulement des faciès du Crétacé moyen. Elle est levée dans le torrent marqué sur la carte comme émissaire du lac de Roi.

BIBLIOTHÈQUE DE L'UNIVERSITÉ NEUCHÂTEL

Depuis le chemin qui conduit à Véran et au col de la Ramaz jusqu'à l'endroit où le torrent s'engage dans la forêt, le lit est creusé dans des calcschistes, des calcaires en plaquettes, gris ou beige: c'est le Néocomien. Ces calcschistes sont couronnés par un banc de calcaire spathique un peu gréseux et siliceux par places. La coupe débute à partir de ce banc juste à l'endroit où le torrent pénètre dans la forêt.

1. Intercalations de calcaire gréseux, dur, et de schistes argileux noirs, micacés (2 m = distance observée dans le lit du ruisseau).
   Terre végétale, environ 10 m.
2. Bancs de calcaire noir, finement gréseux, alternant avec des lits de calcaire grenu séparés par des surfaces argileuses noires micacées. 2,75 m.
3. Bancs de 0,20 à 0,25 m de grès-quartzite à glauconie, durs, noirs, alternant avec des lits de calcaire gréseux, chaque terme étant séparé par des feuillets argileux micacés. 2,25 m.
4. Calcaire gréseux gris foncé, à surface argileuse noire micacée, en petits bancs. 2,80 m.
5. Quartzite-grès noirs, à glauconie, pouvant contenir des niveaux de gaizes alternant avec des calcaires gréseux. Chaque terme étant séparé par des feuillets argileux noirs micacés. 3 m.

   S.M.: La gaize est formée de grains de glauconie (diam. max. 0,175 mm), de grains de quartz clastique (diam. max. 0,125 mm). Spicules de *Monactinellidae*, quelques spicules globuleux et de *Tetractinellidae*, rares *Textulaires*. Les spicules sont calcédonieux et à canal d'opale souvent très élargi. Le ciment est de calcédonite. L'opale peut former des spicules à elle seule. Rhomboèdres de calcite secondaire. Ça et là quelques témoins de ciment de calcite.

   Cette gaize ressemble à s'y méprendre aux gaizes mésocrétacées du Bassin de Paris décrites par Cayeux, mais durcies.
6. Calcaires grenus, en lits et bancs, séparés par des feuillets argileux micacés. Sur 4,50 m.
7. Alternances de quartzite-grès à glauconie et de grès calcaire séparés par des feuillets argileux micacés. 10 m.

   S.M.: Les grès calcaires contiennent fréquemment des spicules d'*Eponges*.
8. Grès calcaire gris-blanc contenant des traînées de glauconie pigmentaire. 0,25 m.
9. Schistes argileux micacés, noirs, contenant des niveaux de grès calcaire gris, des quartzites glauconieux, des grès calcaires à glauconie, des schistes argileux verts (glauconie ?). A la partie supérieure s'intercalent des calcaires sublithographiques qui contiennent: *Rosalina Linnei* d'Orb., forme de passage *G. apenninica* Renz à *Ros. Linnei* d'Orb., nombreuses *Lagena*, *Globigérines*, *Gümbelina*. La grandeur maximum des grains de quartz atteint 45 μ.

Ces calcaires sublithographiques se trouvent 5-6 m à l'amont de la confluence avec un ruisseau arrivant sur rive gauche. Une cinquantaine de mètres plus bas on rencontre une autre intercalation de calcaire sublithographique à *Rosalina Linnei.*

Plus loin, à l'endroit où le chemin venant des Molliettes coupe le torrent, on retrouve les mêmes alternances décrites précédemment, cette fois avec prédominance des schistes argileux.

Sur le Praz-de-Lys, dans les ravins aux environs des Pontets ($p^t$ 1393), on retrouve les mêmes faciès. Il en est de même dans un petit torrent partant de Chevaly et se jetant dans le Boutigny. Des roches analogues affleurent aux cascades de Boutigny, dans la forêt en dessous du Folliet.

Dans les environs du Char, les quartzites à glauconie et les schistes argileux noirs sont fréquents, toujours faisant suite au Néocomien.

Au col de la Basse (voir p. 93) affleurent des quartzite-grès à glauconie, là aussi immédiatement postérieurs aux roches néocomiennes.

Dans le lit de l'Arpettaz, affleurent les quartzite-grès à glauconie et les calcaires sublithographiques à Rosalines, très peu épais, mesurant à peine 2 m chacun. On peut y observer le passage du Néocomien aux quartzites noirs.

Les mêmes quartzites sont bien développés là où le torrent se jetant dans le Giffre, à Verdevant, coupe le sentier qui monte de Vernay aux Pesses.

§ 3. *Age.* — Les quartzites-grès à glauconie, les gaizes et les schistes argileux que nous venons de décrire font suite au Néocomien et comprennent à leur partie supérieure des calcaires sublithographiques à Rosalines. (En trois endroits, au ravin de Roi, au ravin de Chevaly et dans le lit de l'Arpettaz.) Or, la présence de *Rosalina Linnei* d'Orb. et l'absence de *G. apenninica* Renz et de *Ros. Stuarti* J. de Lapparent placent ces roches dans le Sénonien inférieur (zone 1 *a″* de Renz).

Il me semble que nous pouvons placer dans le Mésocrétacé les roches dont il vient d'être question. Pour Gagnebin, à la Pointe de Grange, ces quartzites à glauconie postérieurs au

Néocomien et antérieurs aux calcaires à Rosalines (37) font partie du Gault.

§ 4. *Comparaisons.* — Parmi les calcaires à glauconie, les calcaires gréseux, les quartzite-grès à glauconie et les gaizes, les deux derniers termes peuvent être lithologiquement comparés aux dépôts albiens de l'Avant-Pays.

En outre, peut-être, peut-on les paralléliser avec les quartzites et grès glauconieux du Wildflysch (64, p. 23, 77, 76). J'aurai l'occasion, plus loin, de revenir sur ce parallélisme à propos du Flysch. Dans la Nappe de la Brèche des Préalpes romandes, on ne connaît jusqu'à présent rien de semblable, cependant je crois que le Gault y existe, en particulier à Flühmaad (63, p. 420). Nous avons visité cette localité et là, en dessous de la roche éruptive, existe 1 m de Crétacé supérieur à Rosalines surmontant des quartzites grisâtres, dont parle Jaccard et qui sont pour nous du Gault.

Jaccard a placé dans le Flysch des quartzites vert foncé à cassure brillante rencontrée au Kalbhörnlibach (63, p. 445); nous pensons qu'il conviendrait de réviser cette attribution.

Dans la région que nous avons étudiée, le faciès « couches rouges » du Crétacé supérieur n'existe pas. A la Pointe de Grange, par contre, le Crétacé supérieur est rouge (37).

Dans les Préalpes romandes (66, p. 628), Rabowsky et Jeannet décrivent ainsi le passage de la Brèche supérieure au Flysch:

*Flysch:* schwarzer Schiefer und Quarzsandstein.

*Oberkreide:* 3. Kalkbänke vorspringend, mehr oder weniger brecciös mit grauen flyschähnlichen Lagen, nach oben rötliche oder rote Kalke, ca. 10-15 m.
2. Dünne schieferige graue oder weisse Lager, ca. 10 cm.
1. Basisbreccie, eckige Trümmer von weisslichem oder durchscheinendem Quarz in mergliger etwas körniger grünlicher Grundmasse, max. 20-30 cm.

*Breccie:* (oberer ?) Jura.

## Chapitre IX. — Le Flysch.

§ 1. *Généralités.* — Le Flysch de la Nappe de la Brèche est peu connu. Lugeon, dans la région de la Brèche du Chablais (86)

décrit sommairement des grès, des schistes, des schistes rouges et des quartzites.

Après avoir levé quelques coupes sériées fragmentaires et établi la succession des faciès, ce qu'indique ma carte, nous sommes arrivé à constituer une stratigraphie à peu près ordonnée. Les subdivisions sont les suivantes:

A la base, les faciès du Mésocrétacé, puis

I. Flysch noir, calcaires et schistes argileux. *Roches éruptives.*
II. Grès en bancs massifs.
III. Schistes argileux ou calcaires noirs, et schistes argilo-siliceux verts. Calcaires fins.
IV. Schistes rouges.
V. Grès, schistes marneux et argileux, en petits bancs et petits lits.

Nous essayerons de dater chaque terme dans le § 4. Les gisements des roches éruptives seront décrits dans le chapitre suivant.

§ 2. *Lithologie.*

*Flysch I* (Calcaires et schistes argileux).

Les faciès de ce Flysch sont en quelque sorte la survivance des faciès du Mésocrétacé, à l'exception des calcaires sublithographiques, des gaizes et des quartzites à glauconie. Ils comprennent des calcaires grenus et des calcaires gréseux ou détritiques en petits lits de 2 à 4 cm. La patine générale est noire. Chaque terme est séparé du suivant par des feuillets argileux noirs légèrement micacés. Ces argiles peuvent prendre parfois de l'importance et se développer sur quelques mètres.

Diagnoses microscopiques:

1. Calcaire grenu finement gréseux à paillettes de muscovite alignées suivant des plans argileux (coupe 120).
2. Calcaire granuleux argileux à grains de quartz détritique (coupe 7*e*).

Au Crétet, près des Gets, sur le chemin, nous avons trouvé des lits de jaspe à Radiolaires brun-noir, dans la partie supérieure de cette subdivision.

S.M.: Jaspe à Radiolaires bien conservés et de grande taille.

Agglomérats de calcite grenue de 0,5 mm à 2 mm de diamètre. Ces agglomérats contiennent un noyau d'argile (ces agglomérats sont bien visibles à l'œil nu, se détachant en jaune sur le fond opalescent du jaspe) (coupe 5).

Au Crot on voit une brèche à éléments éruptifs et à ciment argileux dont nous reparlerons dans le chapitre suivant.

Ce Flysch I peut mesurer 70 m en certains endroits.

Dans le feuillet argileux d'un lit calcaire j'ai trouvé près des Grosses:

*Gyrophyllites obtusifolius* Heer.

Heer dit avoir trouvé cette Algue dans le Néocomien (?).

Les roches éruptives se rencontrent dans la partie supérieure de cette subdivision.

*Flysch II* (Grès).

Ce Flysch est un grès calcaire, fin, à muscovite, en bancs massifs, de couleur brune. On y trouve aussi perdu dans la masse, mais parfois selon des plans bien définis, des petites lentilles ou des galets d'argile feuilletée, gris foncé. Les traces de végétaux ne sont pas rares. La principale caractéristique de ce Flysch est de se présenter en bancs massifs. Son épaisseur est plutôt réduite (10 à 70 m). Je n'y ai pas trouvé de fossiles.

*Flysch III* (Calcaires fins).

Ce Flysch est calcaire et argileux. Il est constitué par des schistes argileux noirs légèrement micacés, des schistes calcaires noirs, des schistes argilo-siliceux tirant sur le vert. Des bancs, de 15 à 60 cm, de calcaire fin y prennent parfois un développement considérable. Ce sont les « calcaires fins du Flysch ». Leur cassure est grise ou légèrement beige et l'éclat mat. L'altération superficielle a formé une croûte jaune de quelques millimètres.

A la base de ce Flysch III on voit souvent des alternances de calcaire grenu noir en petits lits. S.M.: calcaire détritique à nombreux grains de quartz clastique et à débris de calcaire dolomitique et de calcaire à Radiolaires du Néocomien (coupes 6, 12).

Sous le microscope les calcaires fins se présentent comme suit:

1. Calcaire granuleux, noyaux de calcite grenue aux contours flous (coupe 11).
2. Calcaire cryptocristallin à Radiolaires douteux devenu le point de formation de cristaux de quartz authigène (coupe 2).
3. Calcaire cryptocristallin à grains de quartz authigène de 25 à 50 μ de diamètre (coupe 3).
4. Calcaire cryptocristallin à Radiolaires. Ces Radiolaires peuvent être le centre de cristallisation d'un grain de quartz (coupe 5*e*).

En résumé, ces calcaires sont cryptocristallins à minuscules grains de quartz authigène et à restes douteux de Radiolaires. Les schistes argilo-siliceux vert clair se trouvent à la partie supérieure du complexe. Ce Flysch III mesure environ 90 m. Je n'y ai trouvé que des restes d'Algues:

*Chondrites Targionii expansus* F.O. junior (*Flor. foss. Helv.*, pl. LXIII, fig. 4 *b* et 11).
*Chondrites intricatus genuinus* Hr. (*Id.*, pl. LXII, fig. 2 et 3).
*Chondrites affinis* Sternb., var. *b*. (*Id.*, pl. LX, fig. 4).

et dans les schistes argileux:

*Chondrites Targionii* var. *arbuscula* F.O.

### *Flysch IV* (Schistes rouges).

Les schistes argilo-siliceux, verts, du complexe III, passent insensiblement à des schistes argileux rouges et verts. Sous le microscope ces schistes se montrent formés par une pâte argileuse, rougie par les oxydes de fer, criblée de minuscules grains de quartz (coupe 148).

Sur le chemin qui de la Villia conduit au col de l'Ancrenaz on rencontre dans ces schistes rouges des ébauches de lits de silexite et des nodules de silex d'un blanc-vert, à taches noires. Cet épisode des schistes rouges n'est pas constant et il n'est pas possible de relier entre eux tous les affleurements. La puissance peut varier de 1 à 10 m. Je n'y ai pas trouvé de fossiles.

### *Flysch V* (Grès).

Les dépôts de cette dernière subdivision sont franchement détritiques. Ils sont constitués par des alternances de grès

calcaires fins, à muscovite, en bancs de 10-15 cm ou en lits de 2-3 cm et de schistes argileux ou marneux (coupes 3*e*, 6*e*, 157*a*, 158*a*). La patine générale est brune, la cassure gris-bleu. A la surface, des figures de fluxion ne sont pas rares.

Au col de l'Ancrenaz, sur le chemin qui conduit au Char, on peut récolter un grès calcaire grossier contenant de menus galets de jaspe à Radiolaires. Ce grès est très décomposé, sa patine est vert-gris et la cassure tire sur le bleu; j'y ai trouvé des moules internes de petits *Gastéropodes* (coupe 167).

Cette dernière partie du Flysch est remarquablement constante et épaisse. Peut-être atteint-elle 200 m. Je n'y ai pas trouvé de restes organiques, mais des moulages d'empreintes de reptation ou des restes de déjections sableuses aux formes hiéroglyphiques, comme:

*Desmograpton*, fig. 6, pl. V, Fuchs (34).
*Desmograpton*, fig. 4, pl. V, *idem*.
*Hercorhaphe*, fig. 3, pl. V, *idem*.

Trace bicarénée très atténuée ne manquant pas d'analogie avec

*Subphyllochorda* Götzinger u. Beck (53).

§ 3. *Coupes et affleurements.*

a) *Le Praz-de-Lys.* — Le Flysch que l'on rencontre sur le plateau du Praz-de-Lys ne comporte que le complexe V, superposé aux roches du Mésocrétacé. Toutes les roches du Flysch de ce plateau sont nettement détritiques. On y trouve des blocs de quartzite, à matière charbonneuse pulvérulente, déjà remarqués par Lugeon; des quartzites-grès micacés et des roches extrêmement curieuses, légères, poreuses, absorbant immédiatement eau ou acide; on dirait un tuf ou un calcaire siliceux décalcifié. Sous le microscope on voit qu'il s'agit d'une roche siliceuse amorphe.

Les schistes rouges du terme IV ont dû affleurer au Praz-de-Lys car le Laboratoire de géologie possède un échantillon de ces schistes récoltés près de l'hôtel et actuellement recouverts par la végétation.

Dans le ravin de Roi, dont nous avons déjà décrit le cours

supérieur (p. 86), on trouve au-dessus du Mésocrétacé, à l'aval du chemin des Molliettes, le terme I, puis suivent les grès du terme II et plus bas les schistes argileux ou argilo-siliceux du terme III.

b) *Col de la Basse-Ancrenaz-Les Grosses.* — Au col de la Basse, dépression entre le Roc d'Enfer et le point 1674, nous avons levé la coupe suivante, au-dessus du Néocomien:

1. Sédiments schisteux, argileux ou calcaires, grumeleux, micacés, noirs ou verts, contenant des lits ou lentilles de grès quartzeux de patine brune brillante et s'effritant facilement. A la partie supérieure ces grès quartzeux passent à des quartzites-grès à glauconie chargés de minuscules débris de calcaire dolomitique bien visibles dans les parties altérées. 14 m.
2. Schistes marno-calcaires plus chargés en mica que les premiers, mieux lités, à patine verte ou grise. Ces schistes contiennent les mêmes lits de quartzite friable brun. 6 m.
3. Calcaire argileux verdâtre.
   S.M.: Calcaire granuleux à grains de quartz authigène et grumeaux de calcite grenue (coupe 181). 0,50 m.
4. Mélange de schistes argileux ou calcaires noirs, bruns ou verts contenant des lits de quartzite glauconieux décrit plus haut. 30 m.
5. Apparition de niveaux calcaréo-gréseux en plaquettes, à surfaces argileuses micacées. 10 m.
6. Par disparition du caractère détritique on passe à un calcaire gris en plaquettes, à surfaces argileuses micacées.
   S.M.: Calcaire grenu, un peu gréseux. Les grains de quartz clastique ont été fortement nourris secondairement jusqu'à acquérir une forme cristalline (coupe 9*e*). 2,50 m.
7. Complexe difficile à observer à cause de la végétation: Schistes calcaréo-argileux et grès quartzeux bruns. Environ 10 m.
8. Bancs de grès durs, extrêmement micacés, à patine brune, en bancs de 10-15 cm, alternant avec des schistes argileux micacés bruns ou verts. A la partie inférieure, sur quelques mètres, les bancs de grès ont 10-15 cm d'épaisseur. 115 m.
9. Des schistes et des plaquettes gréseuses micacées, se débitant en menus morceaux. Environ 24 m.
10. Un banc de grès blond, siliceux dur. 0,25 m.
11. Schistes argileux lie de vin avec niveaux verts. On y trouve de rares lits de grès très friables. 18 m.
    Au 14$^{me}$ mètre, récurrence du faciès n° 10.
12. Calcschistes micacés, contenant parfois des bancs de grès blonds durs ou friables, gris-bleu à la cassure. 22 m.
13. Alternances irrégulières de schistes verts argileux et de bancs gréseux de patine brunâtre, gris-bleu à la cassure. 6 m.

14. Schistes argileux lie de vin et verts. 4 m.
15. Calcschistes gris, alternant parfois avec des bancs de grès fin, à patine brun foncé et gris-bleu à la cassure. 30 m.
16. Mélange de schistes argileux ou marneux et de grès en plaquettes, bruns, passant à des grès au point 1674 (appelé par les gens du pays l'Ancrenetaz).

Cette coupe témoigne d'une sédimentation troublée, principalement détritique.

Ici manquent les calcaires fins du Flysch III. Nous groupons les termes de cette coupe de la manière suivante:

| | | |
|---|---|---|
| Mésocrétacé | nos | 1, 2, 3, 4. |
| Flysch I | » | 5, 6, 7. |
| Flysch II | » | 8, 9, 10. |
| Flysch IV | » | 11, 12, 13, 14. |
| Flysch V | » | 15, 16. |

Depuis le col de l'Ancrenaz si l'on monte dans la direction de la Pointe de Chéry, sur la crête couverte de vernes, on découvre, mis à jour sur de vagues sentiers, les schistes argileux rouges. Jusqu'au sommet de la pointe on chemine sur des grès roux en bancs ou en plaquettes. Fréquemment on voit à la surface de ces plaquettes des traces de vers recouvertes d'une pellicule argileuse noire (= Flysch V).

Revenant en arrière, descendons jusqu'aux Grosses pour remonter le torrent qui aboutit sur rive gauche de l'affluent du Foron, à peu près en face des Grosses. Dans ce torrent levons une coupe à partir du bassin de réception, creusé dans les grès de la Pointe de Chéry, vers l'aval. Les couches étant plissées, répétées et étirées, cette coupe ne donne qu'une idée des faciès du Flysch. De haut en bas:

*Coupe des Grosses.*

1. Grès calcaire fin à muscovite, roux ou brun, en petits lits et en plaquettes. La surface des niveaux est remaniée. Ce sont les grès du terme V.
2. Schistes argileux, noir-rouille. 2,5 m.
3. Schistes argileux, jaunes. 3,5 m.
4. Schistes argileux, noir-rouille, contenant des petites lentilles compactes de grès calcaire blanc. 3 m.
5. Schistes argileux, rouges et verts. 9 m.
6. Calcschistes à intercalations de calcaire grenu blanc. (Les calcschistes contiennent des restes douteux de Radiolaires.) 15 m.

7. Schistes argilo-calcaires jaunes, rouges par places. 4 m.
8. Grès calcaire, blond. 8 m.
9. Schistes argilo-calcaires, jaunes ou verts, avec bancs de calcaire fin, beige. 1,10 m.
10. Schistes argileux rouges, jaunes à la base. 12 m.
11. Schistes argileux rouges, à lits de calcaire grenu gréseux (coupes 144, 145, 148). 4,50 m.
12. Calcaire grenu argileux, gréseux, à intercalations de calcschistes, à patine blanche, gris à la cassure (coupes 142, 143). 1,80 m.
13. Calcschistes gris. 1,30 m.
14. Calcaire grenu, gréseux, à intercalations de calcschistes. 2,50 m.
15. Grès grossier, calcaire. 1,10 m.

S.M.: Les éléments détritiques sont: calcaires dolomitiques, calcaire à Radiolaires, calcaire à pseudoolithes, quartz, feldspaths tricliniques, roches granitiques, micaschistes. Un débris de test de Brachiopodes ? Le ciment de calcaire grenu contient une *Rosaline* (fig. 4).

(coupes 141 *a*, *b*, *c*).

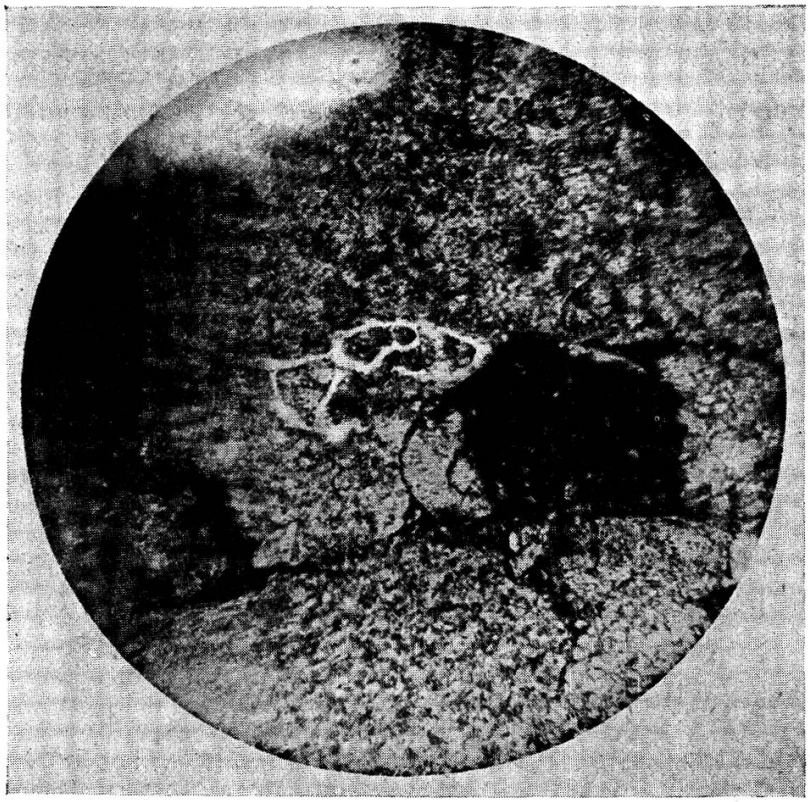


Fig. 4.

Rosaline trouvée dans un grès calcaire grossier du faciès Flysch. (X...)

16. Calcaire gréseux avec calcaire blanc dur. 2,20 m.
17. Calcaire argileux noir (S.M.: Radiolaires ?, quartz authigène (coupe 139)), alternant avec des bancs de calcaires fins du Flysch (S.M.: Calcaire cryptocristallin à minuscules grains de quartz authigène (139 *bis*)).

Les termes de cette coupe peuvent se grouper de la manière suivante:

| | | |
|---|---|---|
| Flysch V | = | Nos 1. |
| Flysch IV | = | » 2 à 11. |
| Flysch I et III | = | » 12 à 17. |

c) *De Combafous à Mouille Ronde*, en passant par la montagne de Loi (point 1441). — Dans le ravin arrivant à Combafous affleure le Flysch I.

Ce Flysch fait suite aux calcaires sublithographiques à Rosalines du Sénonien inférieur, dans le ravin de l'Arpettaz en dessous de la route nationale 202, quelques centaines de mètres à l'aval du pont des Voleurs.

Sur la route le Flysch II repose sur le terme I.

Au pont des Voleurs on rencontre le Flysch III. Les calcaires fins sont difficiles à trouver dans la masse des schistes calcaires et argileux noirs. Il faut casser la roche tout les 10 cm pour être sûr de les déceler. Pour trouver le faciès V il faudrait monter très haut sur la gauche dans la direction de Cornu et du Char.

Du ravin de l'Arpettaz à la montagne de Loi (point 1441), la carte rend compte aussi bien que possible de la répartition des faciès. Depuis les environs de la Biolla jusqu'aux Grandes Mouilles sur les crêtes et mamelons boisés, au-dessus de la vallée du Giffre, on ne rencontre que des grès, et plus bas la Brèche inférieure. Si l'on descend quelque peu dans la direction de la vallée, les grès s'y présentent en bancs massifs. On peut suivre ces grès jusqu'à l'amont de l'affleurement de roches éruptives de Mouille Ronde.

d) *Du Voirgne au Plenay.* — Sur la crête qui du Voirgne (point 1887) descend vers Le Plenay (station d'arrivée du téléphérique de Morzine) appelée La Charniaz, jusqu'à la dépression (en dessous du «de» du «col *de* Jouplane») on chemine sur le Mésocrétacé et le Flysch I. Comme les couches plongent

au Nord-Nord-Ouest, on les recoupe sur la crête. Sur la dépression même, on voit un banc de grès du terme II. De là jusqu'à l'endroit où le chemin qui relie les chalets de Jouplane à ceux du Crot coupe la crête, affleurent les schistes argilo-siliceux et les calcaires fins du Flysch III. Les schistes argileux lie de vin (IV) n'existent pas ici et l'on passe directement aux grès et schistes du terme V qui forment désormais toute la crête.

e) *Région au Sud du col des Gets et flancs de la Pointe de Chéry.* — Si de la gare du Plenay qui est construite sur les grès du Flysch, on se dirige vers Chavannes on ne marche que sur des grès. A Chavannes et aux environs affleurent les calcaires fins. Puis si l'on prend le chemin qui conduit aux pâturages (à l'emplacement où est écrit Mouille Ronde sur la carte) on observe sur le sentier des schistes argileux rouges et verts. Le long des sentiers qui conduisent horizontalement au gisement de roches éruptives, on remarque par deux fois un affleurement de calcaires fins.

A la Turche affleurent les calcaires fins et les schistes argilo-siliceux verdâtres. Le ravin de Mouille Ronde (appelé par les pâtres le Nant des Grains d'Or) est taillé dans les schistes argileux, les calcaires noirs et les calcaires fins, c'est là, sur rive droite, que nous avons trouvé les algues fossiles.

Aux Lanches affleurent les calcaires fins du Flysch en magnifiques bancs qui peuvent atteindre un demi-mètre de puissance (sur la carte entre « les Folles » et « les Perrières »).

Descendons les prés et les bois, traversons l'Arpettaz et la route nationale et remontons le nant de la Jacoutaz. Les roches mises à jour par le torrent appartiennent au complexe III des calcaires fins et des schistes argileux et calcaires.

Les pentes orientales de la Pointe de Chéry sont en grès en plaquettes, en schistes argileux ou marneux (Flysch V). Sur le chemin qui part au-dessus de la ferme[1], à la lisière de la forêt, affleurent, sur une très grande étendue, les schistes argileux rouges (Flysch IV). Ces schistes rouges se suivent sur le chemin, jusqu'à la crête orientale de la Pointe de Chéry, celle qui porte le hameau du Ramus.

[1] Le Cry de Rang de la feuille au 80.000e.

Sur la route nationale n° 202, au deuxième « o » de Thon*o*n, le talus est taillé dans des grès durs blonds, à rognons de silex.

§ 4. *Age du Flysch.* — Nous tentons, ici, de dater tous les faciès que nous avons reconnus durant notre exploration. C'est une entreprise hasardeuse, étant donné le manque de fossiles.

Mais quelque téméraire que soit cet essai nous avons tenu tout de même à le présenter.

Le tableau suivant résume nos conclusions:

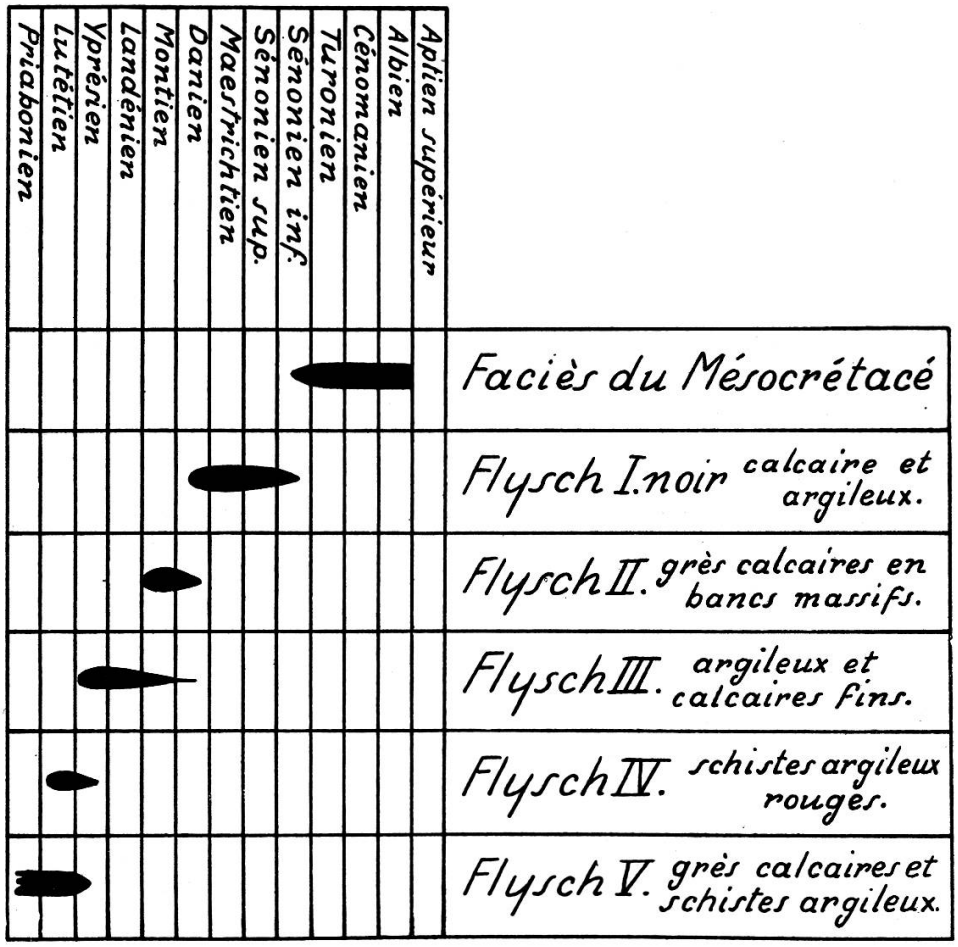



Fig. 5.

Pour établir ce tableau, la seule méthode possible est celle des comparaisons. Mais avec quelle prudence ne faut-il pas la manier ? Tout d'abord les éléments de comparaison paraissent maigres. Nous ne disposons en effet que des phénomènes de transgression et d'émersion observés sur l'avant-pays et sur sa bordure méridionale. Cependant Gignoux et Moret (51) ont

montré, dernièrement, tout le parti qu'on pouvait tirer de tels phénomènes pour la zone subbriançonnaise. Nous inspirant de leur méthode nous avons admis les principes suivants: 1. Une sédimentation détritique intercalée dans une sédimentation calcaire est fonction d'une émersion continentale. 2. Les schistes rouges sont la « fumée » du début d'une transgression éloignée, sur une surface continentale qui avait été soumise à des phénomènes de sidérolification. 3. Un épisode détritique, précédé du dépôt de schistes argileux rouges, est l'indice de l'avance d'une transgression (1, 5, 21, 46, 100).

Ces principes posés, écoutons ce que racontent les faciès, en tenant compte du fait certain qu'aucune émersion n'a eu lieu dans l'aire sédimentaire de la Nappe de la Brèche, durant la fin du Crétacé et le début du Tertiaire.

Les quartzites à glauconie du Mésocrétacé s'expliquent par des phénomènes d'émersion relatés dans l'histoire sédimentaire de l'avant-pays. Nous pensons aux brèches gargasiennes et aux faciès glauconieux de l'Albien.

Entre le Mésocrétacé et le Crétacé supérieur nous avons un repère paléontologique: les Rosalines des calcaires du Sénonien inférieur. Le Flysch I, là où il n'y a pas de calcaires à Rosalines, repose stratigraphiquement sur le Mésocrétacé, il est donc sénonien et postsénonien. Les grès du Flysch II s'expliquent, eux, par une émersion à la limite Secondaire-Tertiaire. Les calcaires fins qui leur succèdent seraient donc paléocènes. Les schistes rouges (IV) et les grès (V) seraient l'indice d'une transgression, yprésienne ou lutétienne inférieure (76, 77, 105, 54, 80), sur un domaine émergé assez longtemps, durant le Paléocène, pour avoir procuré un sidérolithique qui puisse être délavé. Cette dernière transgression se serait fait sentir jusqu'à l'émersion de la Nappe de la Brèche naissante.

Nous répétons que ces considérations ne sont présentées qu'à l'état d'hypothèses.

§ 5. *Comparaisons.* — Dans la Nappe de la Brèche de la Hornfluh (62) on n'a pas décrit les variations de faciès du Flysch dans le temps. Cependant, on y retrouve des termes semblables. Des schistes marno-calcaires gris-noir ou bleu (= Flysch III ?),

à Chondrites, sont liés aux schistes rouges et verts, comme dans le Chablais le terme IV est lié au terme III. Jaccard décrit aussi des quartzites, et puis les mêmes grès roux abondants, gris-bleu à la cassure et parfois très micacés (Flysch V).

Les conditions dans lesquelles se sont déposés les sédiments ultra-helvétiques peuvent être comparées à celles qui ont déterminé le dépôt des terrains de la Nappe de la Brèche. En effet, dans les deux zones la sédimentation calcaire cesse avec le Barrémien; le Crétacé moyen, le Crétacé supérieur et le Tertiaire ne montrent pas de phénomènes d'émersion ni dans l'une ni dans l'autre (76, 77, 80, 105, 142).

Enfin un parallélisme est possible avec la zone du Briançonnais (s. stricto) (46, 17, 54, 109), où le passage du Crétacé au Tertiaire s'effectue sans qu'il soit possible de tracer une limite franche et où on connaît un Flysch gréseux (= II et V) un Flysch noir (= I) et un Flysch calcaire (= III ?).

## CONCLUSIONS

Les dépôts du Carbonifère ne témoignent d'aucune particularité; ils sont gréseux, conglomératiques et contiennent des restes de végétaux; la sédimentation était donc détritique, continentale.

Le Permien n'est pas caractérisé dans notre région, mais plus au Nord, dans la moitié septentrionale du massif de la Brèche du Chablais, son faciès est aussi détritique, continental.

Avec le Trias la mer vient inonder les régions côtières des temps carbonifères.

Le passage au Jurassique est insensible. Au Rhétien on a les premiers dépôts fossilifères de l'aire sédimentaire de la Brèche.

Une sédimentation calcaire succède au Rhétien, elle comprend les dépôts de la moitié inférieure des Schistes inférieurs. La partie supérieure des Schistes inférieurs est plus argileuse.

Avec la Brèche inférieure, une sédimentation calcaire réapparaît, qui sera séparée d'une autre sédimentation calcaire, celle de la Brèche supérieure, par les dépôts argileux et siliceux des Schistes ardoisiers.

Durant les dépôts des Schistes inférieurs, de la Brèche inférieure, des Schistes ardoisiers et de la Brèche supérieure,

une cordillère a dû exister dans la partie occidentale de la Nappe de la Brèche. Nous avons en effet constaté l'existence de brèches, intercalées, dans les sédiments, qui ne peuvent provenir que de la destruction d'un relief.

Ces brèches se terminent en biseau à l'Est, elles sont à *graded bedding*, c'est-à-dire que leur déposition provient d'une espèce de décantation. Nous avons vu, en outre, que leur arrivée était brusque et qu'elles n'étaient pas annoncées par un trouble antérieur du dépôt marin. Souvent, leur allure prend celle d'un véritable écroulement. Nous supposons que leur origine est due à des tremblements de terre créant des falaises, en démolissant d'autres, provoquant le déséquilibre de débris côtiers ou d'un relief sous-marin; un raz-de-marée dû au tremblement de terre emporte des débris au large et une sorte de décantation se produit, les éléments les plus lourds se déposant les premiers (voir à ce sujet: 1, 5, 9, 10, 11, 13, 145). Ce phénomène fut particulièrement violent et fréquent à la fin des Schistes inférieurs et durant la Brèche inférieure et la Brèche supérieure.

Les éléments des brèches témoignent de l'usure, progressivement plus profonde, de la carapace sédimentaire de la cordillère.

Au Néocomien, nous assistons à une phase de calme des mouvements de la cordillère.

Au Mésocrétacé, les quartzites indiquent que, sur la cordillère, un substratum cristallin a été mis à jour.

Au Crétacé supérieur la sédimentation dénote un épisode de calme.

Les dépôts tertiaires nous montrent, par contre, que le substratum cristallin est fortement attaqué. Une sédimentation calcaire a lieu, cependant, lorsque les calcaires fins du Flysch se déposent.

A la suite des ères secondaire et tertiaire, les conséquences de l'existence d'une cordillère ont été exagérées et, au lie de brèches, des écroulements de blocs immenses de granite se produisent et simultanément ont lieu des phénomènes volcaniques.

L'exaltation de la cordillère donnera naissance, par contre coup, durant le paroxysme alpin, à la Nappe de la Brèche.

*(à suivre)*

---

# La Brèche du Chablais entre Giffre et Drance

ET

# LES ROCHES ÉRUPTIVES DES GETS

PAR

W.-J. SCHRŒDER

(Avec 25 fig. et 2 planches.)

*(suite)*

## DEUXIÈME PARTIE

## LES ROCHES ÉRUPTIVES

§ 1. *Généralités. Historique.* — Des roches éruptives intercalées dans les strates du Flysch de la Nappe de la Brèche affleurent dans le Chablais et dans les Préalpes romandes. Elles étaient connues déjà d'Alphonse Favre (31) et de Studer. En effet, c'est en 1854 que Favre signala un « grand massif de serpentine » aux Bonnes, au-dessus de Taninges. Cette découverte remarquable fut oubliée du monde scientifique et il fallut le petit article du juge Tavernier, de Taninges, en 1888 (137) pour que ces roches excitent à nouveau la curiosité des pétrographes et des géologues. Les affleurements connus actuellement dans le Chablais furent découverts, décrits et cartographiés tour à tour par A. Jaccard (61), Michel-Lévy (96), Lugeon (86) et Moret (111).

Michel-Lévy a fait de tous ces gisements une étude pétrographique détaillée, remarquable, dont les conclusions ont été négligées jusqu'à ce jour. Il manque actuellement une étude

pétrographique d'ensemble des roches vertes du cycle alpin de la Durance aux Grisons; comme de Quervain l'a fait pour les éléments des grès de Taveyannaz (112).

Steinmann (135, 136) associa, avec raison, dans l'Apennin, les roches vertes aux radiolarites. Ainsi les roches vertes parsemées dans le Flysch de la Nappe de la Brèche et les radiolarites des Préalpes ne tardèrent pas à constituer un élément architectural, supérieur à toutes les autres nappes préalpines: la *Nappe rhétique*, aujourd'hui la Nappe de la Simme.

Après avoir revu les différents affleurements des Préalpes nous sommes arrivés à des conclusions bien différentes. Nous les développerons à la fin de ce chapitre.

## § 2. *Description des affleurements du Chablais.*

I. *Le Farquet.* — L'affleurement de Farquet se trouve au Sud des chalets du même nom, au Nord d'une ligne joignant les points 1565 et 1887, sur le méridien de 4°70′ Est, sur le flanc droit d'un petit torrent issu d'un petit plateau alluvial et coulant d'Est en Ouest (la carte fautive en cet endroit ne porte pas ce ruisseau).

La roche éruptive se trouve à peu près sur le plan de chevauchement de la Nappe de la Brèche (fig. 6). L'affleurement est très petit et n'a pas plus de 4 m de longueur sur 3 m de haut. La roche est, d'après l'analyse de Michel-Lévy, une *kersantite*. Sur cette dernière, qui a au moins 2 m d'épaisseur, repose 0,70 m d'une roche siliceuse vert-jaune, elle-même recouverte d'une roche semblable mais noire. Sous le microscope ces roches sont constituées par un agglomérat de grains de quartz minuscules cimentés par une matière argileuse et siliceuse (coupes 176-177). Elles me paraissent avoir une origine sédimentaire. Lugeon dit qu'aux environs de la Kersantite apparaissent des têtes de quartzite du Trias de la Nappe de la Brèche; il s'agit de quelques blocs de quelques décimètres cubes dont on ne peut tirer aucune déduction. Il attribue au Carbonifère les grès qui entourent la Kersantite; j'ai fait couper un grès récolté près de la Kersantite. Or ce grès (coupe 186) est un grès calcaire contenant de la glauconie, le quartz des grains est d'origine métamorphique et

par là caractéristique des grès du Flysch; on y voit en outre quelques feldspaths tricliniques. Il est impossible de faire de ces grès des grès carbonifères, ces derniers n'étant en tout cas jamais calcaires. La déduction qui semblerait donc s'imposer est que cette Kersantite est prise *dans le Flysch.* Mais il est difficile de trancher entre les explications suivantes, car les faits sont vraiment peu nombreux et peu convaincants:

1. La Kersantite est un bloc exotique dans le Flysch.
2. La Kersantite est une lame de charriage sur le plan de chevauchement de la Brèche.
3. La Kersantite est une roche éruptive d'âge permien venue se placer dans des sédiments carbonifères ou permiens dont elle se serait détachée durant les vicissitudes qu'elle aurait subies lors de la progression de la Nappe.

De toutes ces explications, si l'on choisissait la première l'on serait encore bien embarrassé, car il est impossible de décider à ce moment si la Kersantite repose dans le Flysch de la Nappe de la Brèche (reste d'un flanc renversé) ou dans le Flysch des Préalpes médianes.

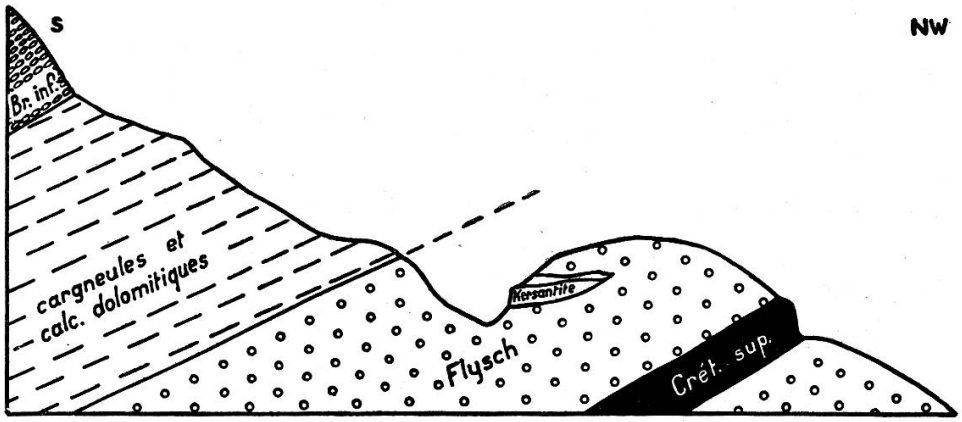



Fig. 6.

Profil schématique dans la région de la Kersantite.

Ainsi pour le moment nous sommes incapable de trancher en faveur de l'une ou de l'autre des hypothèses. Peut-être mon camarade M. André Lombard, qui étudie la région des Préalpes

médianes située à l'Ouest de la Nappe de la Brèche, pourra-t-il donner une solution définitive au problème du mode de gisement de la Kersantite.

II. *Le Cannevey.* — J'ai trouvé au lieu dit « le Cannevey » un minuscule affleurement nouveau. Il est sur le plateau du Praz-de-Lys, dans un pâturage communal, 30 m à l'Ouest de la lisière du bois de sapins de l'hôtel, à environ 40 m au-dessus d'une nouvelle route allant au Planay (sur la carte entre le « y » du mont Brésy et le « 4 » du point 1504).

L'affleurement n'a pas plus de 6 m de long sur 2 m de large et sort de la terre de 1 m à 1 m 20. Il est formé par une brèche dont les éléments sont des roches basiques principalement des porphyrites à structure microlithique, arborisée ou variolitique. Les galets de cette brèche ont toujours leurs arêtes émoussées et ils sont cimentés par une argile rougie par les oxydes de fer. Ce ciment présente parfois des stries de glissements. Dans cette brèche on peut observer aussi des éléments anguleux extrêmement curieux, de nature indéfinissable, aussi spongieux qu'une grossière éponge.

Aux alentours du gisement dans les taupinières et sur le minuscule talus que l'on a taillé pour construire la route, sont éparpillés des fragments de grès et de schistes du Flysch.

III. *Mont-Caly.* — Mont-Caly est un groupe de chalets perchés sur la crête qui de la pointe de Chéry descend vers le pont des Gets. La roche éruptive affleure environ 500 m après avoir quitté Mont-Caly, sur le chemin conduisant à Combafous, avant la bifurcation menant aux Esserts, là où le chemin est bordé à main droite par une rangée de sapins et côtoie un pâturage verdoyant à main gauche.

L'affleurement est bien mauvais, mais un peu meilleur que le précédent; il se trouve sur le chemin même, aussi large que ce dernier et affleure sur 18 pas. La roche est une porphyrite. On y voit des « pillows » à bordure variolitique, d'autres massifs et creux à l'intérieur « hollow pillow » (143), ces derniers à grands phénocristaux. De l'argile limonitique d'un rouge vif enduit des morceaux d'une brèche porphyritique. Au-dessus

de la porphyrite, on voit un Flysch typique formé de grès gris-bleu à la cassure et à périphérie oxydée brune, des schistes argileux verdâtres ou jaunâtres se débitant en menus fragments.

IV. *Vers le Pré.* — Cet affleurement est donné comme serpentine sur la feuille Annecy (111). Il s'agit aussi, je crois, de débris de gabbro et de débris de granite, tous très altérés.

Ce gisement se trouve sur la rive gauche de la petite rivière formée à la jonction des torrents de la Rosière et du Tourne, quelques cents mètres à l'aval de la confluence (sur la carte à peu près sous le deuxième « 1 » du point 1154).

Il y a, en réalité, deux gisements distants d'une vingtaine de mètres. Ils ont 2 m 50 sur 1 m 25 de surface, approximativement. Il sont constitués par quelques blocs aplatis dont une des tranches est difficile à observer et dont l'autre tranche visible est arrondie. Ces blocs sont orientés suivant les strates du Flysch III (calcaires fins et schistes argileux noirs) dans lequel ils sont pris (direction des couches 15°-20° Ouest de Nord ! et plongement 40° à l'Est). A première vue, on est tenté de faire de ce gabbro une mylonite, mais une mylonite séparant quels éléments ? Au-dessus et au-dessous des blocs existent les mêmes roches de Flysch. Pour nous, l'habitus mylonitique est de deuxième ordre, superposé à un mode de gisement que nous tenterons d'expliquer plus loin (p. 123).

V. *La Rosière.* — Pour atteindre l'affleurement de granite de la Rosière, il faut, depuis le grand chalet de la Rosière marcher un demi-kilomètre au Nord. Dans la forêt on arrivera au-dessus d'un escarpement haut d'une trentaine de mètres. La terre est rougie par la décomposition d'argile chargée d'oxydes de fer.

Cet escarpement est coupé de haut en bas, un peu obliquement, par une ravine abrupte très glissante. Il faut s'y aventurer, on verra là, à l'Ouest du granite et, à l'Est, des brèches porphyritiques. Le granite a 5 à 6 m d'épaisseur. La brèche porphyritique rouge contient des éléments très grands, d'un demi-mètre de diamètre parfois. Les éléments dérivent de la destruction d'ellipsoïdes ou de coussins (« pillows »), les gros éléments sont

des coussins mieux conservés. Observés de près, ils montrent une structure concentrique. Un enduit limonitique recouvre tous les éléments. Le contact avec le granite est caché sous la terre, dans la ravine.

Ceci vu, il faut alors se diriger vers le Sud en suivant la base de l'escarpement à main gauche, au bout d'une cinquantaine de mètres, on trouve une nouvelle ravine symétrique de la première, mais plus abordable, un vague sentier de bûcherons ou de chasseurs y est tracé. Cette ravine, comme la précédente, fonctionne comme limite entre le granite et la brèche porphyritique, mais cette fois, le granite est à l'est et la brèche porphyritique à l'Ouest; d'où la déduction immédiate: le granite est empâté dans la brèche porphyritique.

Plus bas que l'escarpement court un sentier, prenons-le et suivons-le vers le Sud, contre le Cul de Paris, ce pâturage fangeux entre la Rosière et les Mais; le sentier ne tarde pas à passer quelquefois sur des têtes de granite.

Autour de tous ces effleurements on voit des grès du Flysch.

A une quarantaine de mètres à l'Ouest du chalet de la Rosière, à la fontaine, affleure la brèche porphyritique, nous y avons découvert des espèces de nodules siliceux rouge sang, pris dans la roche compacte. Plus loin encore, vers le Sud, à environ 500 mètres du chalet de la Rosière, en un point directement à l'Est des chalets des Mais, la protogine réapparaît à nouveau (sur la carte entre « les » et « Mais » de « les Mais »). Le gisement a une centaine de mètres carrés; une petite carrière y a été creusée afin d'en retirer un empierrement pour les nouveaux chemins des environs.

VI. *Les Bonnes.* — La situation de ce gisement est difficile à donner. Il se trouve dans le ruisseau (marqué sur la carte partant du « u » de Rousse) donnant naissance en partie au torrent de la Rosière, à l'amont et à l'aval d'un nouveau chemin venant des «Chalets». Ce chemin se termine sur rive droite, quelques pas après avoir traversé le ruisseau.

En remontant le ruisseau, on commencera par trouver le Flysch III (calcaires et schistes argilo-calcaires noirs), puis une bouillie d'une roche serpentineuse verte, avec des artères rouges,

mélangée à une espèce d'arène de gabbro, puis sur rive droite affleure la brèche porphyritique, dans laquelle on aperçoit des coussins. Cette brèche possède un semblant de stratification, la partie supérieure gris-vert est à éléments provenant de la désintégration de gabbros. En amont, le ruisseau coule dans un gabbro décomposé, on dirait presque une serpentine pourrie, tant la roche est mauvaise; dans cette vilaine roche sont conservés des blocs de roche basique indemne, ce sont sans doute des pillows, mais je n'ose l'affirmer. En haut affleurent des gabbros décomposés.

Aux alentours de cet affleurement apparaissent les roches du Flysch, grès siliceux noir, ou grès calcaire brun.

Lugeon signala en 1895 qu'une brèche à cailloux de roches éruptives était intercalée dans le Flysch. Je n'ai pas su retrouver cet intéressant affleurement, sans doute a-t-il disparu.

VII. *Le Tourne.* — Cet affleurement est encore plus mauvais que le précédent. Le torrent dans lequel il se trouve coule continuellement dans du glaciaire et c'est une chose curieuse que le seul parcours où il coule sur de la roche en place, soit précisément sur une serpentine. Comme dit Lugeon, le meilleur procédé pour la trouver, est de remonter le torrent du Tourne coulant dans le glaciaire au Sud-Est de Charcheronnette, et c'est en prenant toujours la ramification débouchant sur rive droite qu'on trouvera bientôt des blocs de porphyrite ophitique verte et des débris de serpentine. Les blocs de porphyrite ophitique verte sont pour nous des coussins, des pillows séparés et entraînés par le torrent. Un peu plus haut on trouvera la serpentine en place, elle constitue même une petite falaise sur rive gauche. Dans le lit même du torrent on peut observer de curieuses différenciations pétrographiques, ce sont des espèces de bancs, de lits formés d'une matière serpentineuse blanche.

Aux alentours et en un endroit dans le lit du torrent on devine aux débris rocheux, que la roche encaissante doit être du Flysch.

VIII. *Les Lanches.* — Voici encore un gisement extraordinaire, mais où les relations avec les roches encaissantes sont

nettes, mais stupéfiantes. Il s'agit cette fois de granite. Pour le trouver il faut se placer sur rive gauche de l'Arpettaz à peu près en face du débouché du nant Jacoutaz, mais quelques dizaines de mètres à l'aval, et de là, il faut monter à travers le pré puis la forêt selon la ligne de plus grande pente. Il est même préférable d'utiliser une lanche (les paysans donnent le nom de lanche à des petits torrents coulant parallèlement dans une forêt selon la ligne de plus grande pente). On trouvera dans la forêt une galette de granite longue de 80 m et épaisse de 5 à 10 m, nettement intercalée dans les calcaires fins du Flysch (III), en bancs de 20 cm à 80 cm accompagnés de schistes argileux vert-noir. Le granite est si décomposé qu'il est réduit à une espèce d'arène, mais cette décomposition se fait selon des niveaux parallèles à l'allongement de la bande de granite qui, je le répète, est intercalée dans les couches du Flysch. Les calcaires du Flysch ne sont pas diaclasés du tout, même sous le microscope on ne distingue aucun système de fractures.

Cet affleurement si singulier n'est pas accompagné de brèches porphyritiques comme c'est le cas pour la Rosière ou pour les Attraix, ainsi que nous le verrons plus loin.

IX. *Le Crétet.* — Sous le nom de gisement du Crétet je groupe deux petits affleurements, dont l'un a été cartographié par Moret. Ils se trouvent sur le chemin conduisant des Gets (porcherie) à Lavey et au Ramus. Le premier se trouve à l'endroit où le chemin passe le premier ruisseau, on voit là sur le chemin une brèche serpentineuse rougeâtre et des jaspes à Radiolaires brun-noir à patine blanche, poudrée. Aux alentours apparaissent les grès et schistes du Flysch. Dans le ruisseau, en dessous du chemin, affleurent les mêmes roches. Les relations entre la serpentine, le jaspe et les grès du Flysch sont invisibles.

Plus loin, entre Lavey et le Ramus, dans le chemin creux, mis à jour par les pluies d'orage, affleurent des blocs de brèche serpentineuse rougeâtre, et quelques mètres plus loin les calcaires fins du Flysch.

X. *Mouille Ronde.* — Sur un cheminement pris horizontalement depuis Chavannes jusqu'au gisement de Mouille Ronde,

on découvre quelques débris de quartz et de granite à mica chloritisé, vert.

L'affleurement de Mouille Ronde est le meilleur quant à la qualité de la roche éruptive. Il se trouve à 1 km au Sud des chalets de Mouille Ronde, là où le torrent commence à se ramifier. Là non plus je n'ai pas su retrouver les relations si nettes avec le Flysch dont parlent Michel-Lévy et Lugeon.

Le Flysch qui entoure l'affleurement se voit dans le lit des torrents. C'est le Flysch III (calcaires noirs fins ou grenus et schistes argileux ou calcaires noirs). Entre les deux torrents principaux, plus haut que leur confluence, affleurent les grès du Flysch (terme II).

Les roches rencontrées sont une ophite et la brèche porphyritique, ici riche en éléments gabbroïques de texture grenue. Cette brèche affleure dans le torrent septentrional et paraît stratifiée.

Dans le torrent même, les ophites supportent des lits d'une roche rouge un peu calcaire. Il s'agit pour nous de sédiments formés aux détriments de la désagrégation des roches éruptives. Ce sont sans doute les schistes lie de vin dont parlent Michel-Lévy et Lugeon et qui passent latéralement aux brèches porphyritiques.

Le torrent méridional et ses affluents coulent à plusieurs reprises dans une ophite, analogue à celles décrites dans les Préalpes romandes.

XI. *Les Attraix.* — Ce gisement va nous montrer une nouvelle relation, celle de la brèche porphyritique rouge avec le Flysch.

Ce gisement se trouve au-dessus du hameau des Attraix et forme une bosse couverte de bruyère sur le flanc Est de la crête de Nabor, juste au-dessous de la gare d'arrivée du téléphérique du Plenay.

Le granite a peut-être 200 m de longueur; il est entouré au Nord-Ouest, au Nord et au-dessous de lui, dans la partie septentrionale, par la brèche porphyritique rouge. Le Flysch domine cet affleurement.

C'est au Nord qu'on observe la relation capitale entre la brèche porphyritique et le Flysch. A 20 m en dessous du dernier pylone

du téléphérique, à main droite en descendant. On rencontre là un petit escarpement, de 3 à 4 m de haut, taillé dans la brèche porphyritique qui comprend des « pillows » en galets. En dessous sur 1 m, on voit *les schistes argileux vert-olive du Flysch contenant des galets de porphyrite.*

C'est là une observation de toute importance et nous en tirerons les conséquences plus tard.

Comme à la Rosière, mais avec moins de netteté, le granite est empâté dans la brèche porphyritique.

XII. *Le Cret.* — Ce gisement était décrit par les auteurs avec celui des Attraix. Il nous a paru préférable d'en faire un affleurement décrit à part étant donné sa nature pétrographique et son éloignement de celui des Attraix.

Pour le trouver, il faut monter à travers prés depuis le Cret, jusqu'à une espèce de petite niche d'arrachement que l'on distingue de loin au pied de la crête de Nabor, au-dessus des champs cultivés, dans une végétation de myrtilles et de bruyères.

Le haut de cette niche d'arrachement, de cette sorte de cirque, est creusé dans des schistes argileux verdâtres du Flysch.

Au milieu du cirque se dresse un énorme bloc de gabbro. A l'entour de ce bloc ce n'est que roche verte décomposée. On y récolte cependant des « pillows » détachés et des morceaux de la périphérie d'un filon-couche d'une roche ophitique. C'est ce que les géologues anglais et écossais aux prises avec les phénomènes de volcanisme paléozoïque appellent un « sill ». La texture de cette roche se différencie sur une vingtaine de centimètres, passant d'une structure ophitique à peine visible au centre à une structure ophitique à la périphérie si fine qu'on ne peut la percevoir qu'au microscope. Le Laboratoire de géologie possède un échantillon de sill de dolérite d'Inverkeithing en Ecosse; mes échantillons du Cret lui sont semblables.

Dans les éboulis de cet affleurement du Cret on récolte aussi des fragments d'une brèche calcaire très recristallisée blanche ou rose à cailloux anguleux de serpentine (coupe 187).

XIII. *Les coulées de lave sous-marines du Voirgne.* — Si, dans la description des affleurements des Attraix, des Lanches et de

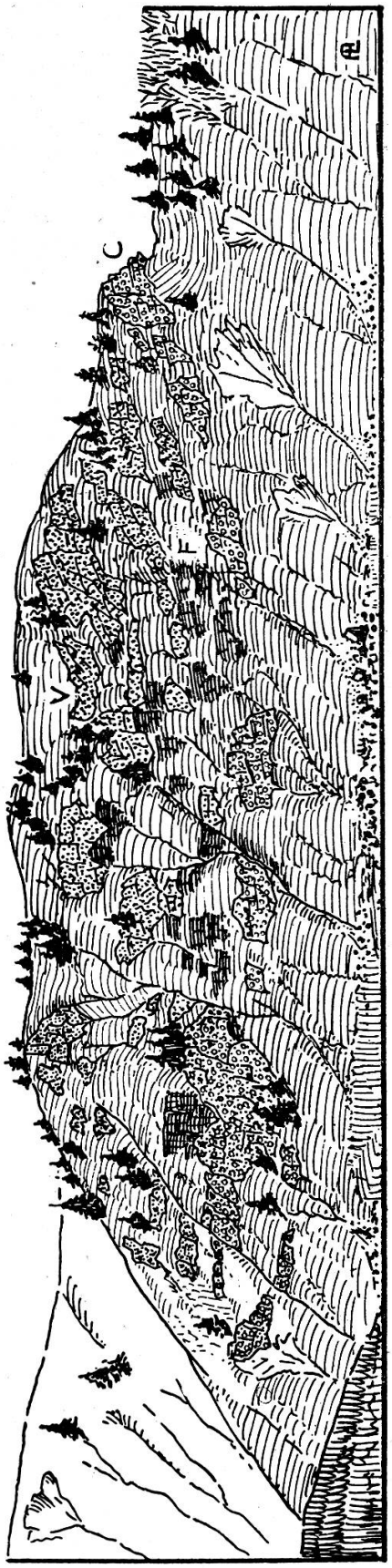



Fig. 7.

Le Voirgne vu du Sud-Est. C: Brèche supérieure et Néocomien. F (traits horizontaux serrés): Mésocrétacé et Schistes du Flysch inférieur. V: Roche éruptive (variolite).

la Rosière, nous avons réuni les faits permettant d'expliquer le mode de gisement du granite et de la brèche porphyritique, au Voirgne nous allons trouver les éléments nécessaires à l'explication du mode de gisement de nos roches basiques volcaniques de la famille des gabbros.

La crête située entre « sur le Verchaix » et le col de Jouplane et portant le point 1835, appelé dans le pays « Voirgne », est indiquée sur la feuille Annecy comme entièrement formée par la Brèche inférieure. En réalité, la Brèche inférieure ne constitue que les petites collines autour du chalet du col de Jouplane au pied Sud-Est du Voirgne, tandis que le col lui-même et la base de l'escarpement du Voirgne sont entaillés dans les Schistes ardoisiers. Les calcaires de la Brèche supérieure traversent à mi-hauteur, en écharpe, les pentes herbeuses du point 1835 (fig. 7).

En 1895, Lugeon (86, p. 38 et 134) y signala la présence de « cailloux de porphyrite » dans ce qui était pour lui de la Brèche inférieure.

En réalité toute la partie sommitale du Voirgne est en roches éruptives; bien que pouvant être repérées sur un kilomètre, ces roches éruptives forment un escarpement continu long de 300 mètres et haut de 50 mètres. Un examen attentif montre qu'il s'agit de coulées volcaniques sous-marines interstratifiées dans les couches du Flysch.

Les différents termes lithologiques de la Brèche inférieure au Flysch forment un ensemble abaissé du Nord-Est au Sud-Ouest par paliers compris entre une succession de failles parallèles.

Dans un couloir des pentes herbeuses méridionales du Voirgne nous avons relevé la succession suivante, de bas en haut:

1. Un complexe néocomien, de calcaires gris très fins, en plaquettes, contenant çà et là des Radiolaires, et des lits très subordonnés de silexites, de fausses brèches, de vraies brèches à silex anguleux. Petite paroi de 10 à 15 mètres.
2. Des schistes argileux noirs, tendres, contenant des niveaux de calcaires devenant parfois siliceux. 3-4 m.
3. Une brèche à ciment argileux noir à galets de calcaire cristallin blanc, de gneiss, de porphyrite et autres roches éruptives et à débris de schistes verts brillants. Cette brèche passe parfois

à un banc de calcaire spathique, chloritisé, dans lequel se sont développés, par places, un minéral brun isotrope (grenat), de l'épidote et de la pyrite. 5-6 m.

4. Des schistes tendres, argileux, noirs. 4 m.

Les niveaux 2, 3 et 4 représentent le Mésocrétacé et le Flysch I.

5. Des coulées de lave sous-marines. 50 m.
6. Le Flysch II et le Flysch III, plongeant au Nord-Nord-Ouest, sur la crête normale au Voirgne et descendant vers le Nord par le point 1664 (cette crête est appelée la Charniaz).

Les coulées de lave sont épaisses de 6 à 10 mètres. Nous avons réussi à en séparer cinq, isolées les unes des autres par des jaspes noirs ou des schistes argilo-siliceux de même couleur se cassant en parallélipipèdes et se patinant quelquefois en blanc. Sous le microscope, cette roche contient de minuscules grains de quartz et je rapporte à des restes de Radiolaires certains globules de calcédonite.

On peut reconnaître trois types de texture de la lave:

*a*) Roche à texture subophitique avec très nombreux prismes d'albite souvent groupés en éventail; les vides entre ces prismes sont occupés soit par des plages feldspathiques grisâtres, informes, chargées de fines inclusions, soit par une chlorite vert-jaune clair, soit par des matières isotropes jaunâtres;

*b*) Roche formée d'une pâte de microlithes feldspathiques arborescents (oligoclase) et de plages informes de chlorite et de petits grains en partie leucoxéniques enrobant des phénocristaux d'albite;

*c*) Roche à texture variolitique formée d'une pâte jaune verdâtre écailleuse en partie chloriteuse comportant des parties isotropes parsemées de petits grains anisotropes probablement feldspathiques, une masse de porphyrite arborescente criblée de granules grisâtres probablement leucoxéniques forme les varioles.

La base d'une coulée est très souvent bréchoïde et on y observe fréquemment une roche vitreuse vert foncé. Certaines parties d'une coulée sont massives, d'autres ont la structure en « pillow-lava » des plus typiques (143). La lave de chaque coussin, compacte au centre, possède à la périphérie une texture variolitique, les sphérules, allant de la grosseur d'une tête d'épingle à celle d'une bille, se séparent peu à peu de la lave massive et se perdent dans une pâte friable vert-bouteille. La

surface d'une coulée est bossuée et les sédiments se sont moulés sur cette surface et remplissent les intervalles entre coussins (fig. 8).

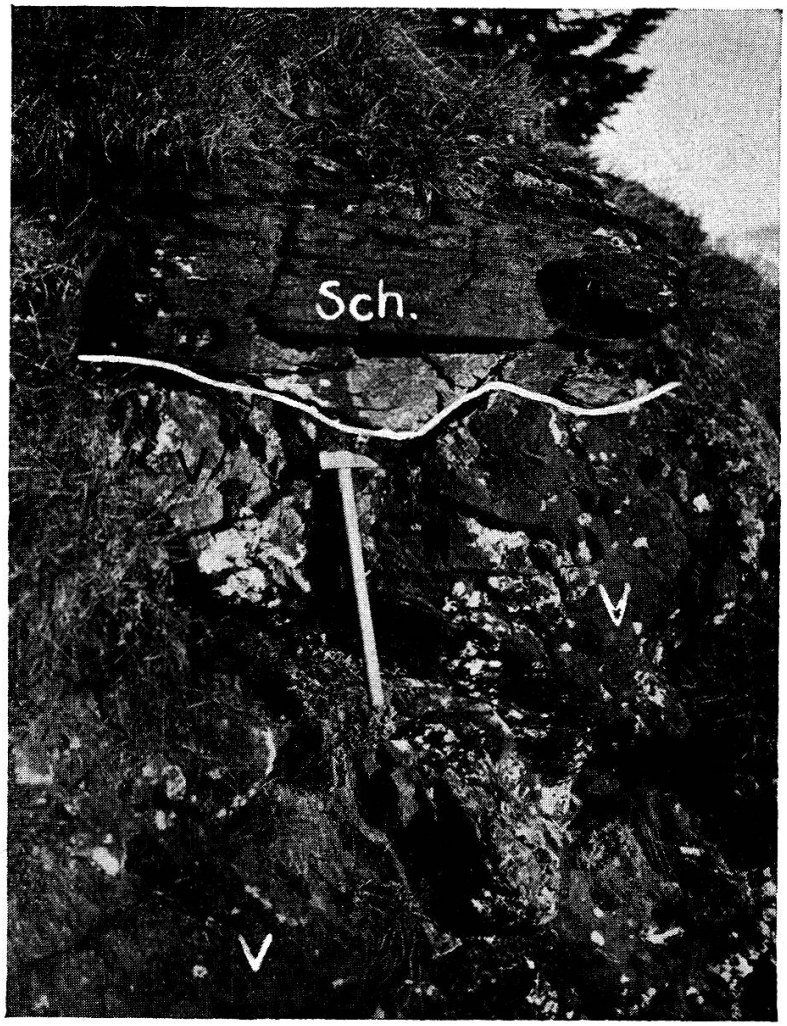



Fig. 8.

Moulage des sédiments (Sch.) sur la surface bosselée d'une coulée de lave (V). Le Voirgne.

La conclusion de ces observations est précise:

*Des coulées de lave sont interstratifiées dans les dépôts du terme I du Flysch.*

Les roches du Voirgne peuvent être suivies vers l'Ouest dans la direction du Crot; en effet, dans les pentes rapides, nues,

on décèlera encore deux amandes de roche éruptive nettement intercalées dans les schistes argileux du Flysch. Le dernier gisement observable est à quelques dizaines de mètres à l'Est du chalet communal du Crot, caché dans les racines d'un sapin au bord d'un vague sentier.

Ces derniers gisements relient le gisement du Voirgne à celui de Mouille Ronde précédemment décrit et dont il est éloigné d'un kilomètre en ligne droite.

XIV. *Brèche du Crot.* — Dans la succession du Voirgne nous avons relaté sous le n° 3 l'existence d'une brèche à éléments cristallins; on la retrouve bien développée et dans la même position par rapport aux calcaires du Néocomien, à l'endroit dit le Crot, sur rive droite du torrent affluent de la Valentine.

L'existence de cette brèche plus au Sud-Ouest dans les pentes, à l'endroit où le chemin fait des zigzags, se déduit des nombreux débris de granite qu'on peut récolter sur le sentier et dans les talus déchaussés.

Pour bien observer cette brèche le mieux est de se rendre dans le torrent, on pourra y récolter grand nombre de bons échantillons: granite, ophite verte, gneiss, schistes verts, et calcaires dolomitiques. Ces éléments sont empâtés pêle-mêle dans un schiste argileux noir; ils mesurent de 0 m 02 à 1 m 20. La nature de cette brèche ne peut s'expliquer que par un apport brusque de matériel détritique dans un sédiment argileux fin.

Cette brèche est semblable aux brèches à cailloux exotiques et à ciment argileux ou marneux du Wildflysch.

§ 3. *Description des affleurements des Préalpes romandes.*

Avant de passer à l'exposé de notre conception sur le mode de mise en place des roches éruptives décrites dans le paragraphe précédent, il faut encore visiter les gisements des Préalpes romandes; nous avons vu ceux des Fenils, de Flühmaad, de Fang, de Rinderberg et celui du Jaun-Pass (62, 63, 117, 32, 64, 96, 114, 117, 120, 122, 135).

A. XV. *Les Fenils.* — Le gisements des Fenils (pour la situation voir lit. n^os 63 et 117) est, lui aussi, un reste de coulée,

comme au Voirgne. Lui aussi est presque à la base du Flysch (le Flysch de cette région n'est pas étudié, son âge est inconnu, mais il est en tout cas postérieur aux couches rouges à Rosalines).

Les auteurs qui ont étudié ce gisement ont invoqué la différence de pendage entre les schistes rouges attenant à l'ophite et les schistes et calcaires gréseux à surface micacée du Flysch, pour faire triompher l'interprétation mécanique du mode de gisement. Nous n'attribuons aucune importance à ces différences de pendages qui peuvent être dus soit au plissement intense, soit à des phénomènes de glissement.

Pour nous la lave des Fenils est en place dans le Flysch. Elle a d'ailleurs tous les aspects d'une coulée. Nous y avons distingué des surfaces bosselées et les schistes rouges épousent la surface de la roche effusive. Il ne fait aucun doute que ces schistes rouges argileux, contenant des débris de variolite, soient un « dépôt sédimentaire normal, postérieur à l'éruption de la roche ».

Mais écoutons ce que nous décrit avec une finesse d'observation merveilleuse Rittener (117) qui avait déjà tout vu:

> Des « parties moins centrales en apparence sont variolitiques »: Ce sont des gros coussins mal formés. « Les varioles d'un diamètre de un à deux millimètres sont isolés et séparés par la substance ferrifère rouge ou par une matière talqueuse d'un vert émeraude », c'est la pellicule variolitique altérée. Puis plus loin: « la surface de contact du bloc découverte par l'érosion apparaît toute bosselée comme un poudingue; elle renferme en effet de très nombreux fragments et nodules variant de la grosseur d'une noisette à celle de la tête, enveloppés et cimentés par la substance riche en hématite rouge, parfois mélangée à la substance talqueuse verte. Ces nodules sont le plus souvent arrondis. Ils ont fréquemment une structure variolitique surtout visible sur la surface externe, tandis que le côté et le milieu paraissent plus compacts ».

Quelle belle description de pillow-lavas! Tous les faits d'observation sont là pour prouver l'existence d'une ancienne coulée de lave.

XVI. *Flühmaad.* — L'affleurement de Flühmaad (pour sa situation voir 63, p. 420) a une position géologique très intéressante: au-dessus de quartzites en petits lits, un peu brunâ-

tres, aux plans de stratification argileux noirs micacés (Mésocrétacé (p. 88)) affleure du Crétacé supérieur schisteux rose ou blanc, très peu épais. Au-dessus l'ophite forme un petit escarpement.

Ainsi la mise en place de l'ophite est en tout cas postérieure au Crétacé supérieur (Sénonien ou Turonien). La place où Jaccard voit un enchevêtrement tectonique, par suite du plissement intense, est dû pour nous aux phénomènes d'intrusion. La roche qui sépare les bancs d'ophite ou qui la surmonte est une microbrèche argileuse noire à éléments dolomitiques, quartz (débris de crinoïdes?).

Ainsi ce gisement de Flühmaad est situé au-dessus des calcaires à Rosalines du Crétacé supérieur (sans doute du Sénonien inférieur) et possède par la suite une position dans le temps analogue aux coulées du Voirgne.

XVII. *Weissenfluh-Wittern-Moosbach.* — Nous n'avons pas visité ces affleurements, mais d'après la carte de Jaccard et sa description on peut tirer quelques conclusions. Tous sont situés à la base du Flysch, sur le front du pli I, tout près du Crétacé supérieur ou, si celui-ci n'existe pas, près de la Brèche supérieure. Dans le gisement de Moosbach, des bandes d'ophite verte sont intercalées dans du Flysch noir.

XVIII. *Fang-Eggweid-Rinderberg.* — Ces gisements se trouvent, eux aussi, à la base du Flysch tout près du Crétacé supérieur ou, si celui-ci n'existe pas, près de la Brèche supérieure. De même que les affleurements de la Weissenfluh et du Moosbach, sur le front du pli I, ces blocs présentent un tel alignement, sont si proches les uns des autres, qu'il est impossible de ne pas les relier les uns aux autres en un seul filon-couche dans le Flysch basal.

Ainsi, dans les Préalpes romandes, les roches éruptives sont situées à la base du Flysch de la Nappe de la Brèche; leur mise en place est postérieure au Crétacé supérieur. L'un d'eux, celui de Fenils, a tous les aspects d'une coulée de lave sous-marine; les autres semblent plutôt appartenir à un filon-couche.

B. XIX. *Jaun-Pass.* — L'affleurement est entièrement formé de brèche porphyritique (114). Les premières roches que l'on aperçoit à l'extrémité Nord-Est du gisement, au bord de la forêt, près du pâturage, montrent des pillow-lavas emballés comme galets dans la brèche porphyritique. A la base de cette traînée de brèche, sur le versant du Simmenthal, Rabowsky a décrit des schistes argileux noirs reposant sur le Crétacé supérieur. Je ne puis que confirmer cette observation.

Les roches éruptives ont ici aussi une venue postérieure au Crétacé supérieur calcaire. On peut se demander si ce gisement du Jaun-Pass accompagne les sédiments de la Nappe de la Simme. A première vue, rien ne s'oppose à cette attribution, mais il faudrait revoir le Flysch de cette région.

§ 4. *Pétrographie sommaire des roches éruptives.* — Nous n'avons pas ici l'intention de présenter une vue complète de la pétrographie des roches éruptives, mais seulement de donner (62, 63, 96) un résumé des résultats obtenus par divers auteurs.

### 1. *La Protogine.*

« La protogine de la Rosière est un granite pegmatoïde blanc, pauvre en mica, riche en orthose et en anorthose; la biotite y est transformée en chlorite ». D'après l'analyse de Duparc, citée par Michel-Lévy, de l'étude duquel nous tirons ces données, il s'agit d'une granulite très acide. La comparaison de l'analyse chimique de cette roche à celle des granites du Mont-Blanc, du Bietschhorn et de Verampio fait ressortir une certaine parenté. Mais une comparaison d'ordre chimique ne nous paraît pas prudente, car la roche est très altérée.

Le granite des Attraix est, lui aussi, pegmatoïde; vers le Sud il passe à des variétés « qui paraissent témoigner du voisinage des micaschistes ».

### 2. *Roches basiques.*

Les roches du Chablais appartiennent d'après Michel-Lévy aux types suivants:

Serpentine dérivant d'une lherzolite (les Bonnes).

Diabases et gabbros à hornblende (les Bonnes) passant par transition à des diabases ophitiques.

Porphyrites pyroxéniques et amphiboliques à structure ophitique dont le magma de seconde consolidation est *andésitique*.

Porphyrites variolitiques et arborisées dont font partie la variolite des Fenils et les éléments de la brèche porphyritique.

Selon Michel-Lévy ces variolites sont très semblables à une variolite de Davos étudiée par Studer, mais elles diffèrent par contre des célèbres variolites du Mont-Genèvre.

« En tout cas, dit Michel-Lévy, ces porphyrites arborisées et variolitiques témoignent tout à la fois d'un état encore semi-vitreux, d'un refroidissement brusque et d'un développement des cristallites feldspathiques pendant un repos pour ainsi dire absolu du magma. Ce dernier ne montre en effet aucune trace de structure fluidale; les arborisations feldspathiques sont enchevêtrées ou franchement sphérolitiques, mais sans dislocations, sans étirement des sphérolites. Au point de vue de la structure rien n'empêche de considérer cette série comme formée en profondeur, par refroidissement de contact contre une paroi bonne conductrice de la chaleur ».

Plus loin, à propos des porphyrites ophitiques en galets dans les brèches, il se demande: « Faut-il y voir le résultat du démantèlement de parties extrusives, de dômes analogues à ceux des Hébrides, ou même de coulées épaisses lentement refroidies ».

« Les variolites sont des roches de contact dont le refroidissement brusque explique la structure arborisée et cristallitique; rien ne ressemble plus aux feldspaths des scories que ceux des variolites. Cette structure suppose donc le contact d'une masse fondue, subitement refroidie contre une paroi ou dans un milieu assez bon conducteur ».

Après avoir consulté les ouvrages de Bailey et de géologues écossais ou anglais sur le volcanisme sous-marin, celui de Daly sur les Montagnes Rocheuses et surtout celui de M. Volney-Levis (143), j'ai constaté qu'actuellement certains spécialistes admettent que les pillows à texture variolitique sont l'indice d'une coulée de lave en milieu aqueux.

Dans les Préalpes romandes la roche dont sont constitués les affleurements (62, p. 37) est une ophite hypoabyssique.

Nous donnons ci-dessous un tableau des analyses chimiques de la protogine et des roches basiques:

| | Protogine de la Rosière * | Protogine du Pelvoux (T) | Moyenne des analyses de la protogine du Mont-Blanc * | Protogine du Bietschhorn * | Granite de Verampio-Grande (C.P.) | Gabbro des Bonnes * | Porphyrite ophitique verte. Les Bonnes * | Porphyrite rouge arborisée. Les Bonnes * | Porphyrite augitique arborisée grise. Les Bonnes * | Variolite des Fenils (L) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 76,52 | 74,40 | 71,68 | 76,40 | 73,15 | 48,94 | 47,47 | 52,85 | 51,03 | 59,09 |
| $TiO_2$ | — | — | — | — | 0,50 | — | traces | — | traces | — |
| $P_2O_5$ | traces | — | — | — | — | — | traces | — | traces | — |
| $Al_2O_3$ | 13,31 | 13,91 | 14,62 | 13,48 | 13,63 | 18,67 | 20,88 | 18,75 | 11,08 | 26,69 |
| $Fe_2O_3$ | — | — | — | — | 0,73 | 2,16 | 5,11 | 6,09 | 7,16 | 3,86 |
| FeO | 1,44 | 1,25 | 2,41 | 1,30 | 0,94 | 4,10 | 5,13 | 1,69 | 3,62 | — |
| MnO | — | — | — | — | — | traces | 0,19 | — | 0,22 | — |
| MgO | 0,50 | 0,28 | 0,44 | 0,32 | 0,63 | 10,65 | 7,22 | 5,18 | 11,52 | 3,52 |
| CaO | 0,65 | 0,61 | 1,48 | 1,28 | 1,10 | 7,57 | 7,06 | 4,37 | 7,75 | 0,66 |
| $K_2O$ | 3,89 | 4,36 | 5,01 | 4,59 | 4,66 | 2,41 | 1,91 | 0,28 | — | 0,44 |
| $Na_2O$ | 3,43 | 4,65 | 3,64 | 3,93 | 3,72 | 3,87 | 4,74 | 8,22 | 5,51 | 5,96 |
| Eau et Perte au feu | 0,84 | 0,65 | 0,77 | 0,51 | 0,60 | 3,37 | 1,78 | $CO_2$ = 0,81 2,51 | 2,52 | (6;6 %) |
| Total | 100,58 | 100,11 | 100,05 | 100,81 | 99,66 | 101,74 | 101,49 | 100,75 | 100,41 | 100,22 |

* An. de Duparc (T) Termier (L) Lacroix (C.P.) Schmidt-Preiswerk.

§ 5. *Du mode de gisement des roches éruptives.* — Après avoir passé en revue presque tous les affleurements de roches éruptives de la Nappe de la Brèche, soit dans le Chablais soit en Suisse, nous arrivons aux conclusions suivantes:

1. Toutes ces roches se trouvent dans le Flysch, généralement à sa base, dans des sédiments d'âge crétacé tout à fait supérieur ou paléocène.
2. Leur gisement n'est pas dû à un phénomène tectonique.

En effet, les strates du Flysch et les roches éruptives sont presque toujours concordantes. De plus on trouve dans le voisinage des roches éruptives des *brèches sédimentaires* contenant de leurs débris.

Nous arrivons à l'exposé de notre conception du mode de gisement des roches éruptives.

Les brèches porphyritiques, ainsi que nous l'avons vu, sont un dépôt sédimentaire normal; aux Attraix, en effet, les schistes du Flysch contiennent quelques galets de porphyrite annonciateurs du dépôt en masse des brèches, celles-ci possèdent un semblant de stratification. Pour imaginer la naissance de ces brèches nous supposons l'existence d'un volcan sous-marin dont les débris des coulées, démantelées par le jeu des vagues, arrivèrent presque soudainement sur le fond de la mer glissant en masse le long des pentes sous-marines ou, si la région d'émission des laves se trouvait sur un géanticlinal, le long des flancs du géanticlinal.

Les roches à texture variolitique et les ophites procèdent d'un autre phénomène volcanique. Trois des gisements examinés sont les restes certains d'une coulée de lave sous-marine, celui des Fenils, celui du Voirgne, et celui du Mont-Caly; ceux de Flühmaad, Fang, Rinderberg, Mouille Ronde, le Cret, sont dus sans doute à des phénomènes d'intrusion dans les sédiments et sont les restes d'un filon-couche (d'un sill), fragmenté lors de la mise en place de la Nappe.

La formation des coulées et l'intrusion du filon-couche sont d'ailleurs deux phénomènes concomitants, le premier pouvant procéder du second.

Voyons maintenant comment le *granite* a pu être mis en place. Un fait me paraît hors de discussion; c'est qu'il est lié à la genèse du gisement des brèches porphyritiques; en effet, dans deux affleurements (la Rosière et les Attraix) sur trois, le granite est empâté dans les brèches porphyritiques qui sont sédimentées dans le Flysch. Il paraît dès lors convenable de lier le mode de gisement du granite à celui des brèches, et imaginer que le granite est venu se loger à la suite d'un énorme écroulement et glissement dans les brèches ou dans les calcaires fins (les Lanches), tous deux en train de se former.

De plus, d'après Michel-Lévy le ciment de la brèche porphyritique est « une sorte d'arkose à fins éléments granitiques ». La brèche du Crot, antérieure aux coulées de lave, *contient des éléments de granite.* De ces deux faits, nous tirons la déduction qu'il existait un relief granitique dénudé, soumis à l'érosion, et dont les débris ont été transportés sur le fond de la mer par un phénomène brusque et violent.

Relions nos tentatives d'interprétation a l'orogenèse alpine:

A la limite du Secondaire et du Tertiaire les reliefs entourant l'aire sédimentaire de la Nappe de la Brèche se sont exagérés; la cordillère qui a donné naissance durant tout le Mésozoïque aux brèches, a vu ses pentes devenir excessives, son dos émerger même et pour la première fois son substratum granitique est mis à jour; simultanément les fosses s'approfondissent, des cassures se produisent permettant aux magmas basiques de s'introduire dans les sédiments, puis de s'épancher.

Les coulées volcaniques porphyritiques, démantelées, et peut-être des masses de granite écroulées, mal équilibrées sur des reliefs exagérés glissent sur le fond de la mer et donnent naissance aux brèches porphyritiques et aux lambeaux de granite.

## § 6. *La question de la Nappe de la Simme.*

I. *Historique.* — L'opinion la plus répandue actuellement sur les « pointements » de roches éruptives parsemés dans le Flysch de la Nappe de la Brèche, dans le Chablais et en Suisse, est qu'ils appartiennent au noyau cristallin de la Nappe de la Simme.

Cependant, il est intéressant de noter que les auteurs qui se sont occupés de cette question ne se sont pas exprimés d'une manière très claire. Ainsi Kilian, en 1894, rattacha les pointements cristallins des Gets à une nappe hypothétique. Lugeon, en 1895 (86, p. 349), envisagea l'explication mécanique et interpréta ces pointements comme une masse fauchée en avant par la progression du massif de la Brèche et rejaillissant sur le dos de la nappe. Argand (3), lorsqu'il enracine la Nappe de la Simme dans la zone du Canavese, ne se préoccupe pas des

ophiolites. Jeannet, aussi bien dans sa monographie géologique sur la région des Tours d'Aï (65, p. 71) que dans son article sur les Préalpes, dans la « Geologie der Schweiz » (66, p. 652-3) a bien mis en évidence une zone sédimentaire externe et une zone interne à ophiolites. Staub, dans son « Bau der Alpen » (130, p. 162), en fait deux nappes différentes qu'il raccorde à deux unités tectoniques des Grisons. Enfin Gignoux (46, p. 318) essaye de raccorder les nappes préalpines savoisiennes à des unités tectoniques briançonnaises et parle alors de l'« individualité extrêmement discutable » de la Nappe des Simmen. Gignoux et Moret (43, 44) ont émis, en 1933, l'hypothèse suivante: les lambeaux des roches vertes épars aux environs des Gets proviennent de la zone des roches vertes du Versoyen (= zone du Petit Saint-Bernard). Cadisch (21) comme Staub se demande si les roches éruptives ne sont pas en relation mécanique avec les Radiolarites de la Nappe de la Simme et si les racines de ces deux groupes de roches ne sont pas différentes. *Une chose est certaine, c'est qu'on n'a jamais apporté une preuve de la parenté des Radiolarites et des roches vertes dans les Préalpes romandes.* Le sédimentaire de la Simme était même inconnu dans le Chablais jusqu'à l'été 1938. M. Gagnebin vient de me communiquer qu'il l'aurait trouvé dernièrement (Note à paraître à l'Académie des Sciences en 1939).

Le rattachement des roches éruptives au sédimentaire de la Nappe de la Simme s'est fait je pense sous l'influence des idées de Steinmann (135, 136). Rabowsky, qui connaissait bien la question, n'a jamais attribué expressément les roches éruptives à la Nappe de la Simme. La lecture des conclusions de son ouvrage (113, 114) sur les Préalpes entre le Simmental et le Diemtigtal est des plus intéressante. En effet, si je le comprends bien, il ne fait pas de la Nappe de la Simme un élément architectural supérieur à la Nappe de la Brèche. En effet, se basant sur des considérations d'ordre tectonique (extrême écaillement et replissement des couches de la Simme) et sur des arguments d'ordre stratigraphique (Cénomanien détritique et poudingue de la Mocausa) il conclut que la Nappe de la Simme a été poussée sur les Préalpes médianes par le front de la Nappe de la Brèche.

II. *La position de la Nappe de la Simme.* — Nos conclusions quant au mode de gisement des roches éruptives écartent définitivement l'idée du rattachement de ces roches à la Nappe de la Simme. En effet, nous savons qu'elles font partie intégrante de la Nappe de la Brèche. Il s'en suit que la Nappe de la Simme n'est caractérisée que par son sédimentaire. Or ce sédimentaire (Radiolarites-calcaires fins à Aptychus-Cénomanien) n'a jamais été trouvé reposant sur le Flysch de la Nappe de la Brèche, mais au contraire toujours pincé dans des synclinaux des Préalpes médianes. D'autre part la position de la Nappe de la Simme est inférieure tectoniquement à la Nappe de la Brèche; en effet, celle-ci ne supporte jamais la Nappe de la Simme, mais au contraire la bouscule devant elle. Les idées de Rabowsky sur les positions relatives des trois nappes (Pr. méd.—Simme—Brèche), se trouvent confirmées.

Or, si la Nappe de la Simme ne repose pas sur la Nappe de la Brèche, c'est qu'elle ne lui a jamais été supérieure et si, de plus, tout dans sa tectonique montre qu'elle a subi l'avancée du massif de la Brèche, la conclusion est claire:

L'aire sédimentaire de la Nappe de la Simme s'intercale entre celle de la Nappe des Préalpes médianes et celle de la Nappe de la Brèche.

Cet arrangement relatif des différentes aires sédimentaires des nappes préalpines, que Rabowsky avait déjà pressenti (114, p. 125), aura de l'importance dans la recherche des racines des nappes préalpines.

III. *La brèche à roches éruptives du Jaun-Pass.* — Il semblerait au premier abord que « le fragment de la Nappe de la Simme, formé par des brèches à éléments de roches éruptives et sédimentaires » (114, p. 120), sur la crête d'Oberegg au Sud du Jaun-Pass, soit une objection à la conclusion exposée ci-dessus. Pour nous, il ne soulève aucune difficulté. En effet, nous avons vu (p. 120) que ce gisement est analogue aux brèches porphyritiques intercalées dans le Flysch de la Nappe de la Brèche. Nous l'expliquons comme suit: les phénomènes volcaniques produisant les brèches porphyritiques se situaient à cheval sur l'aire sédimentaire de la Nappe de la Simme et celle

de la Nappe de la Brèche, peut-être sur la cordillère qui les séparait.

§ 7. *Comparaisons.* — Il m'a paru intéressant d'essayer de paralléliser la Nappe de la Brèche avec d'autres régions des Alpes et de rechercher des phénomènes analogues à ceux décrits dans ce chapitre, dans d'autres parties de la chaîne.

a) *Zone ultrahelvétique.* — Une comparaison intéressante à faire, c'est celle des zones ultrahelvétiques et de la Nappe de la Brèche. Les conditions de sédimentation semblent avoir été assez semblables dans les deux cas depuis le Mésocrétacé, à partir duquel la sédimentation entre les deux ères secondaire et tertiaire est impossible à tracer d'une façon nette.

Dans ce terrain si spécial qu'est le Wildflysch, placé à la fin du Secondaire et au début du Tertiaire, on rencontre comme dans la Nappe de la Brèche des masses de roches exotiques dont quelques-unes sont dues à des écroulements et glissements sous-marins.

b) *Flysch du Niesen.* — Dans le Flysch du Niesen aussi, de Raaf décrit des blocs cyclopéens, pouvant atteindre mille mètres cubes de roches antérieures au Crétacé supérieur et qui auraient glissé sur le fond de la mer.

c) *Grisons.* — Dans les Grisons, les éléments architecturaux séparant le Pennique de l'Austroalpin inférieur sont riches en ophiolites. Autant que j'ai pu m'en rendre compte d'après la littérature, l'âge de l'intrusion ou de l'extrusion de ces roches n'a pas fait l'objet de recherches. Il serait très intéressant de connaître exactement le mode de gisement et l'âge des ophiolites, en vue de raccords possibles; d'une manière générale on admet que ces roches vertes ont beaucoup « voyagé » dans les sédiments durant le paroxysme.

d) *Zone du Petit-Saint-Bernard.* — Les roches vertes du Versoyen (= zone du Petit-Saint-Bernard) mériteraient, elles aussi, de voir leur mode de gisement précisé.

D'après Schoeller (125) leur intrusion serait d'âge jurassique. Cependant, en un point, cet auteur recourt à l'interprétation

mécanique pour expliquer des affleurements de roches vertes; ce sont ceux situés entre les Echines et l'Aiguille de Prainan, près de Bourg-Saint-Maurice. Il s'agirait de roches vertes lardant le Flysch de l'Embrunais. Ces gisements me paraissent curieux, je n'ai hélas! pas eu le temps de les visiter.

e) *Mont-Genèvre.* — Au-dessus de Briançon, au Mont-Genèvre, affleurent les célèbres variolites de la Durance. L'âge de ces roches vertes serait jurassique. Cole et Gregory (25) ont donné des descriptions et des dessins magnifiques de ces gisements. En plus de tufs, ces auteurs décrivent (p. 311-3) les varioles et disent des surfaces des masses qu'elles sont comme des « pillows or soft cushions ». D'après les dessins et les descriptions de ces auteurs il me semble n'y avoir aucun doute sur le mode de gisement: il s'agit de coulées de lave sous-marine.

f) *Corse.* — Au cours d'excursions organisées en Corse par mon maître, M. Collet, j'ai eu l'occasion de voir des pillow-lavas en quantité dans la Navaccia et dans la région de Saint-Florent.

Termier (140) en parle aussi en décrivant la région de la Navaccia: « Dans ces diabases, la structure en boules et en oreiller (« pillow structure ») est fréquente, et l'on trouve souvent autour des oreillers des pellicules de variolites. Il y a aussi des brèches d'intrusion volcanique mêlant sédiments et diabases ».

On voit par là que les coulées de lave ne sont pas chose rare dans les Alpes.

g) *Apennin.* — Dans l'Apennin les roches vertes sont abondantes. Il y a dans cette région une énigme. C'est la présence d'amandes de granite emballées dans les roches vertes. D'après Merla (95) ce granite serait fortement mylonitisé par le « phénomène tectonique », mais il nè nous donne pas une explication du mode de gisement de ces amandes de granite curieusement empâtées dans les roches vertes.

h) *Turquie.* — Beaucoup plus loin vers l'Est, mais toujours dans la chaîne alpine, en Turquie, on connaît des phénomènes volcaniques au Maestrichtien et au Nummulitique (23, 24).

§ 8. *L'origine des éléments éruptifs des grès de Taveyannaz.* — Il n'y a qu'un pas à faire pour donner une origine aux éléments éruptifs des grès de Taveyannaz, en partant de l'existence de phénomènes volcaniques dans la Nappe de la Brèche à la limite Secondaire-Tertiaire.

Le problème cependant reste difficile et il me paraît osé de croire la question déjà tranchée. De Quervain (112) a donné une monographie géologique et pétrographique des grès de Taveyannaz. Je rappelle ici brièvement ses résultats:

1. La roche éruptive dont les débris constituent en grande partie les grès de Taveyannaz peut être appelée une andésite.
2. L'épaisseur du dépôt va en augmentant de l'Est à l'Ouest.
3. De même la grosseur des éléments va en diminuant de l'Ouest (Dauphiné: conglomératique) à l'Est.
4. Le lieu d'origine n'est pas éloigné du lieu du gisement de plus de 50 à 100 km.

Puis, parlant (p. 78) des possibilités d'origine, il nous dit qu'il n'est pas exclu que des magmas ophiolitiques penniques se soient différenciés et aient donné des magmas intermédiaires que l'on ne retrouve plus.

Un peu plus loin (p. 82) il « pense finalement au domaine frontière entre l'Helvétique et le Pennique ou bien même au Pennique septentrional ». Enfin « *ne serait-il pas possible que les volcans aient été recouvers par les nappes penniques et que certaines roches vertes soient tout de même tertiaires ?* »

Pour nous, si les brèches porphyritiques de la Nappe de la Brèche et les éléments andésitiques des grès de Taveyannaz sont assez proches pétrographiquement pour dériver du même magma, ce qui à première vue paraît plausible, la question se poserait comme suit: trouver la racine de la Nappe de la Brèche. Celle-ci trouvée: chercher entre le domaine helvétique et le domaine de la Brèche des jalons sédimentaires indiquant que les éléments andésitiques des grès de Taveyannaz ont laissé des témoins dans les domaines interposés entre l'Helvétique et la Nappe de la Brèche.

Supposons, par exemple, que la Nappe de la Brèche ait une origine briançonnaise, la Nappe de la Simme, les Préalpes médianes et l'Ultrahelvétique s'interposeraient entre la Brèche et l'Helvétique. Il s'agit donc de trouver dans les trois nappes des sédiments pouvant être comparés au grès de Taveyannaz. Le problème nécessite la connaissance des éléments éruptifs du Flysch et de l'âge de ce dernier dans les nappes préalpines. Dans l'Ultrahelvétique un jalon pourrait être donné par les grès de Taveyannaz décrits par Lombard (83, 84) qui, pensons-nous, peuvent fort bien faire partie de la série sédimentaire ultrahelvétique. Dans la Nappe de la Simme un autre jalon serait donné par la brèche porphyritique d'Oberegg. Resterait à trouver un jalon dans la Nappe des Préalpes médianes.

Ainsi, comme pour beaucoup d'autres problèmes, l'âge et la composition du Flysch reste la clef de l'énigme.

§ 9. *Conclusions.*

1. *Les brèches porphyritiques et les masses de granite des Préalpes se sont déposées dans la mer du Flysch de la Nappe de la Brèche, à la suite de glissements sous-marins.*

*Les roches basiques des Préalpes doivent leur existence soit à des phénomènes d'intrusion soit à des coulées de lave sous-marines, du type du Voirgne (col des Gets).*

*L'âge de ces glissements, intrusions et coulées de lave est crétacé supérieur et paléocène.*

2. *Ces roches éruptives appartiennent à la Nappe de la Brèche et non à un cœur cristallin de la Nappe de la Simme.*

3. *Comme il n'existe pas de sédimentaire de la Nappe de la Simme sur la Nappe de la Brèche, cette dernière devient la nappe supérieure des Préalpes. L'aire de sédimentation de la Nappe de la Simme se place donc entre celle des Préalpes médianes au Nord-Ouest et celle de la Nappe de la Brèche au Sud-Est.*

4. *Les phénomènes volcaniques de la Nappe de la Brèche pourraient être la cause de la présence d'éléments éruptifs dans les grès de Taveyannaz. Cependant rien ne permet actuellement de l'affirmer, l'âge et la pétrographie du Flysch des nappes préalpines étant trop peu connus.* *(à suivre)*

# La Brèche du Chablais entre Giffre et Drance

ET

# LES ROCHES ÉRUPTIVES DES GETS

PAR

**W.-J. SCHRŒDER**

(Avec 25 fig. et 2 planches.)

*(suite et fin)*

---

## TROISIÈME PARTIE

## TECTONIQUE

Pour les grandes lignes de la tectonique de la Nappe de la Brèche, nous renvoyons à notre profil et à notre carte (pl. I et pl. II). Nous ne redécrirons pas les détails de structure de la nappe, Lugeon l'a déjà fait. Nous n'insisterons dans cette partie, que sur des faits nouveaux.

### Chapitre I. — Les environs du Praz de Lys.

§ 1. *Région frontale.* — Le plateau du Praz de Lys (fig. 9) correspond à un large synclinal. Le flanc occidental de ce synclinal constitue la partie frontale de la Nappe de la Brèche. Le plongement isoclinal des couches de cette partie se fait vers l'Est (30°-60°).

La région frontale est coupée par quelques failles transversales

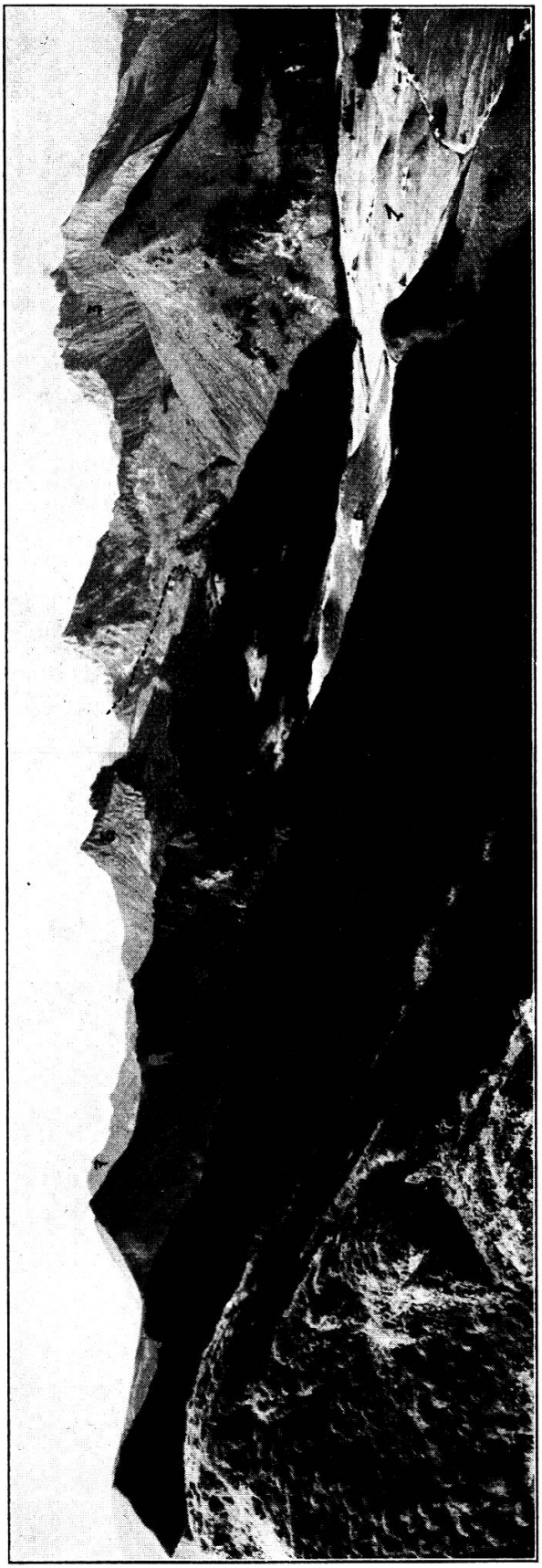


Fig. 9.

*Le front de la Nappe de la Brèche vu du Pic Marcelly.*

*Nappe de la Brèche :* au premier plan les pentes sont taillées dans la Brèche inférieure. 1. Praz-de-Lys. 2. Uble. 3. Roc d'Enfer. 4. Chalune. 5. Haut Fleuri.

*Nappe des Préalpes Médianes :* 6. Vésine. 7. Haute Pointe.

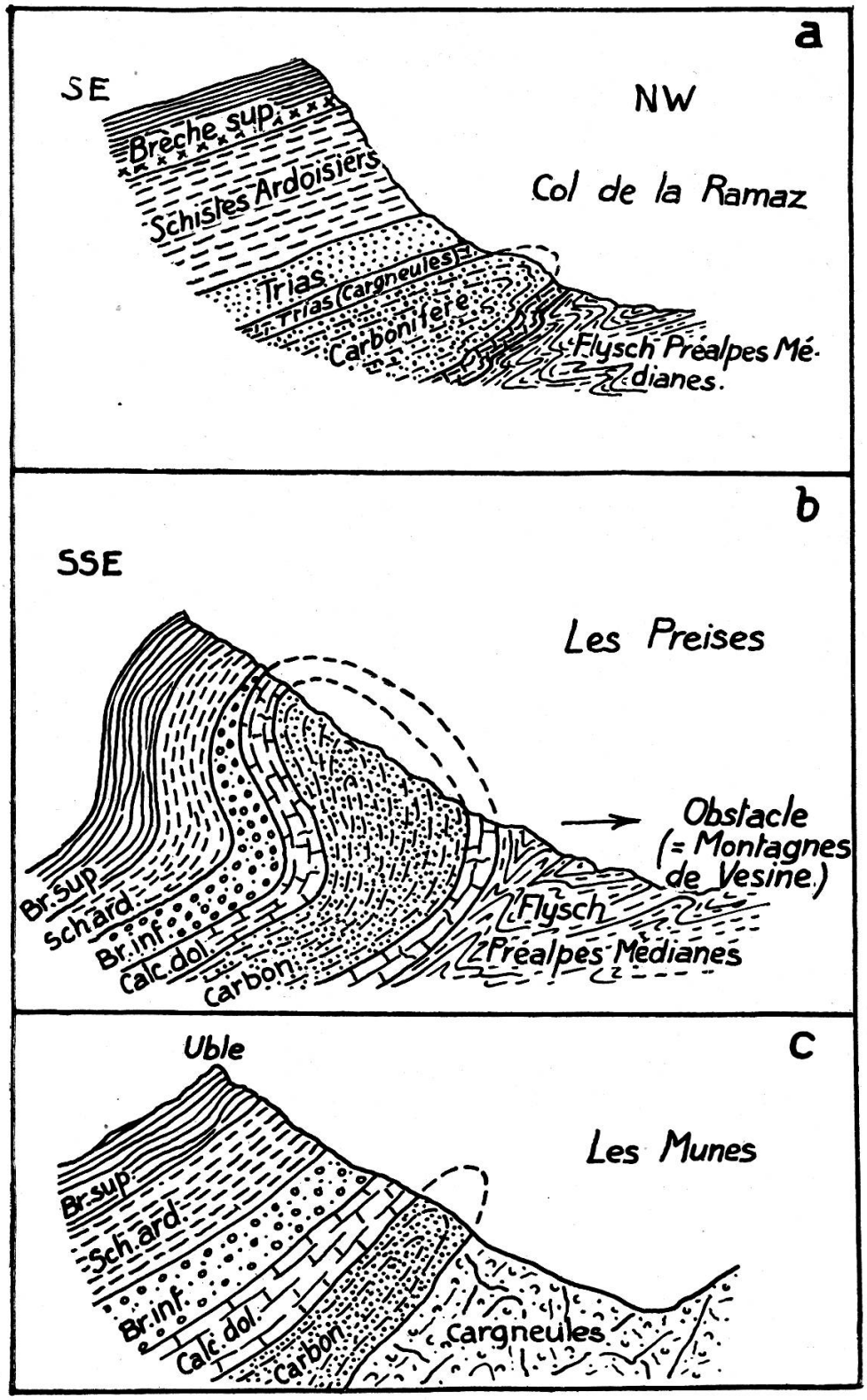



Fig. 10.
L'anticlinal de Carbonifère dans la région frontale.

à la direction, mais ce sont des accidents d'importance minime. Il en est ainsi à la Combe de Véran (entre le $p^t$ 1187 et le $p^t$ 1781) où une faille met en contact Brèche supérieure et Schistes Ardoisiers. Cette faille a donné naissance à la combe de Véran et au col du Géomètre. Les vallons et les combes de Grond, de Roy et celle entre 1187 et 1981 sont sans doute dus à des cassures.

La Nappe de la Brèche présente une incurvation dans la région des Munes. Nous tâcherons d'expliquer ce phénomène dans le chapitre de tectonique générale. Du col de la Ramaz au Roc d'Enfer, le pli frontal de la nappe, bien visible au Roc d'Enfer est aussi marqué dans les couches profondes. J'ai, en effet, découvert un pli à cœur de Carbonifère se poursuivant (fig. 10) du col de la Ramaz jusqu'au Roc d'Enfer. Le profil **a**, du col de la Ramaz, montre un déversement normal vers l'Ouest conformément au sens de la poussée. Le profil **b** passe dans les torrents venant du col de la Ramaz, affluents droits à l'amont des cascades du Boutigny. L'anticlinal est renversé vers l'Est, c'est-à-dire en sens inverse de la poussée. L'explication de cette intéressante anomalie sera présentée plus tard (p. 217). Dans le profil **c**, passant par les Munes et la montagne d'Uble, l'anticlinal se déverse de nouveau normalement vers l'Ouest conformément à la direction de poussée. Cet anticlinal se poursuit jusqu'au pied sud du Roc d'Enfer où il passe sous une voûte de calcaires dolomitiques, équivalent dans le Trias du pli frontal si bien indiqué par la gracieuse arche de la Brèche supérieure.

§ 2. *Le décrochement de Boutigny.* — La région du Praz de Lys est décalée vers l'Ouest par rapport à la région Chalune-Roc d'Enfer-Uble d'environ 600 à 800 m. Ce décalage est dû à un décrochement horizontal passant par le vallon de Boutigny (fig. 11). Plusieurs failles (direction N. 40°-60° W) sont liées à cet accident. Ce décrochement est accompagné d'un mouvement vertical. Ainsi le compartiment Nord (Uble) est surélevé par rapport au compartiment Sud (Praz de Lys). Le synclinal d'Uble, continuation de celui du Praz de Lys, est perché à 1500 m. Le rejet vertical est d'environ 300 m.

Les couches du compartiment Sud (Praz de Lys) plongent axialement vers le Nord jusqu'au niveau du Boutigny; le rejet vertical les remonte en Uble. De là elles passent, en l'air, sur la culmination Uble et Roc d'Enfer.

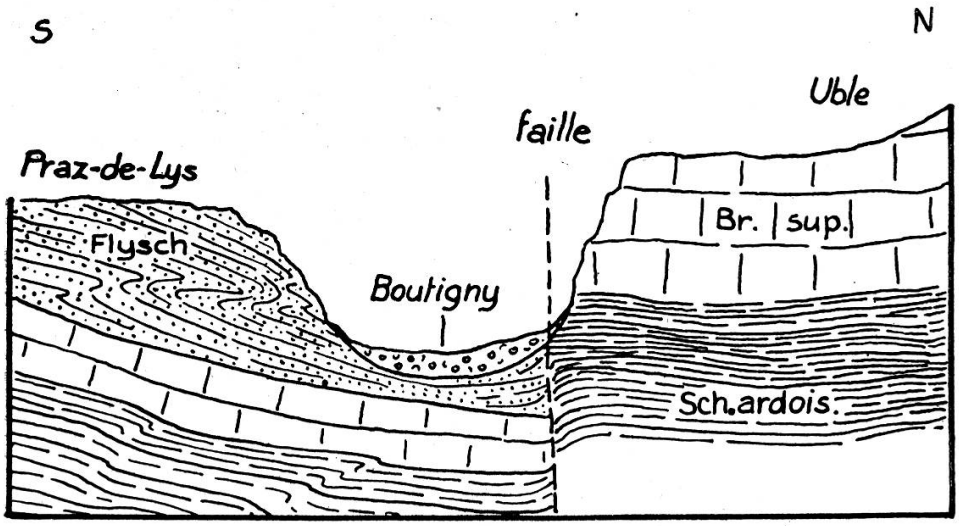



Fig. 11.
La faille du décrochement de Boutigny.

Le décrochement est placé sur une dépression axiale secondaire. (Paréjas a montré l'interdépendance d'une dépression axiale et d'un décrochement (104)).

## Chapitre II. — Région des Gets.

§ 1. *Du col de l'Ancrenaz à la montagne de Loi* (pt 1441). — La pointe de l'Ancrenetaz ainsi que la pointe de Chéry (pt 1674) sont en grès du Flysch V. Le col de l'Ancrenaz est en Flysch III et IV. Nous supposons que les grès de l'Ancrenetaz sont en synclinal et que le col de l'Ancrenaz correspond à la réapparition anticlinale des faciès III et IV du Flysch. C'est ce que nous exprimons dans le profil schématique (fig. 12).

La Brèche supérieure et le Néocomien s'incurvent et forment une dépression synclinale entre Uble (pt 1594) et les pentes W de la région du Mont Caly. Ce synclinal se prolonge au SW par la dépression synclinale entre les points 1535 et 1524.

Les parois de Brèche supérieure des flancs gauche et droit de la vallée du Foron, depuis les Côtes jusqu'au pont des Gets, sont faillées. Il y a là une petite architecture en horsts et en grabens. Du point 1535, les couches s'abaissent par failles ou flexures (direction SW-NE) jusqu'au col où passe la route carrossable du Praz de Lys. De ce col les couches s'élèvent, toujours par failles, jusqu'au point 1524. D'ici elles plongent jusqu'au Boutigny, où passe le décrochement. Elles sont surélevées en Uble avec le compartiment Nord de ce dernier accident tectonique. Le flanc gauche du vallon du Foron

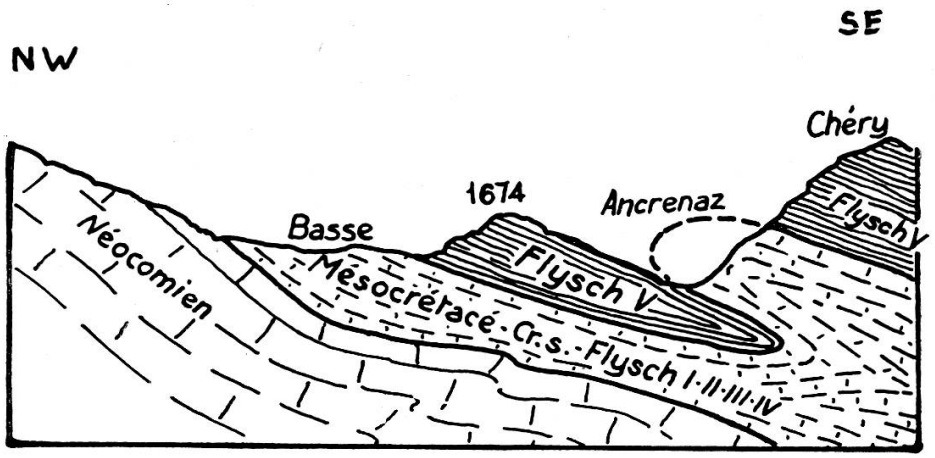



Fig. 12.
Profil schématique de la région du col de l'Ancrenaz.

présente lui aussi de nombreuses failles et flexures. Une zone anticlinale passe par les points 1439 et 1535.

Un remarquable petit graben (voir pl. I) se trouve dans le vallon de l'Arpettaz (entre les p$^{ts}$ 1433 et 1439). Les failles (direction N 70° E) abaissent les couches du Nord au Sud, par compartiments, du point 1439 au lit de l'Arpettaz. De ce lieu des failles les élèvent, par le même procédé, jusqu'au point 1433. Michel-Lévy et Lugeon avaient cru voir à cet endroit une faille verticale, NW-SE, mettant en contact Brèche supérieure et Flysch (86 p. 136). Les auteurs ont été induits en erreur par l'effet de ces failles sur l'intersection des couches avec la topographie.

La preuve de mon interprétation réside dans l'existence de toutes les subdivisions stratigraphiques de la Nappe de la

Brèche dans le vallon de l'Arpettaz. En effet si l'on suit la route depuis le pont des Gets, dans la direction du col du même nom, on voit: 1) Brèche inférieure sur 70 m; 2) végétation sur 170 m; 3) Brèche inférieure sur 110 m; 4) végétation sur 210 m; 5) après un mur de soutènement sur la gauche, dans un tournant, apparaissent les faciès inférieurs des Schistes ardoisiers, très riches en niveaux de brèches à éléments verts, sur 26 m; 6) *Schistes ardoisiers*, couleur verte sur 116 m; 7) *Brèche supérieure*, calcaires et rares brèches, miroirs de failles verticales, sur 65 m; 8) *Néocomien*, sur 65 m; 9) A l'endroit où la route passe sur deux petits ruisseaux parallèles venant des Grangettes, il faut descendre à leur confluence avec l'Arpettaz. La confluence du ruisseau le plus aval des deux se fait sur les quartzites du *Gault* (un peu plus bas le Néocomien passe au Gault); 10) la confluence du petit ruisseau amont se fait sur le *Crétacé supérieur*; 11) à l'amont, la gorge de l'Arpettaz s'élargit grâce aux sédiments meubles du Flysch.

§ 2. *Région des Gets.* — Comme le Flysch plonge d'une manière très générale au SE dans les flancs de la pointe de Chéry et au NW pour la région au sud de la route nationale 202, le col des Gets correspond à une dépression synclinale orientée SW-NE. C'est cette dépression synclinale qui est marquée en graben dans la Brèche supérieure, au vallon de l'Arpettaz.

Il y a entre la Brèche supérieure et le Néocomien d'une part et les faciès du Mésocrétacé et du Flysch d'autre part une très grande disharmonie de plissement. Le Flysch foisonne toujours tandis que la Brèche supérieure et le Néocomien se plissent ou bien se cassent.

## Chapitre III. — Les Alpes Noires.

La pointe du Fourneau, les Hautforts, la pointe de la Golèze la Bourgeoise (1772), la pointe d'Angolon, les Nions et Ressachau sont les *Alpes Noires* (61).

Les couches de la Brèche plongent dans la région frontale au Sud-Est et remontent dans la région des Alpes Noires, face

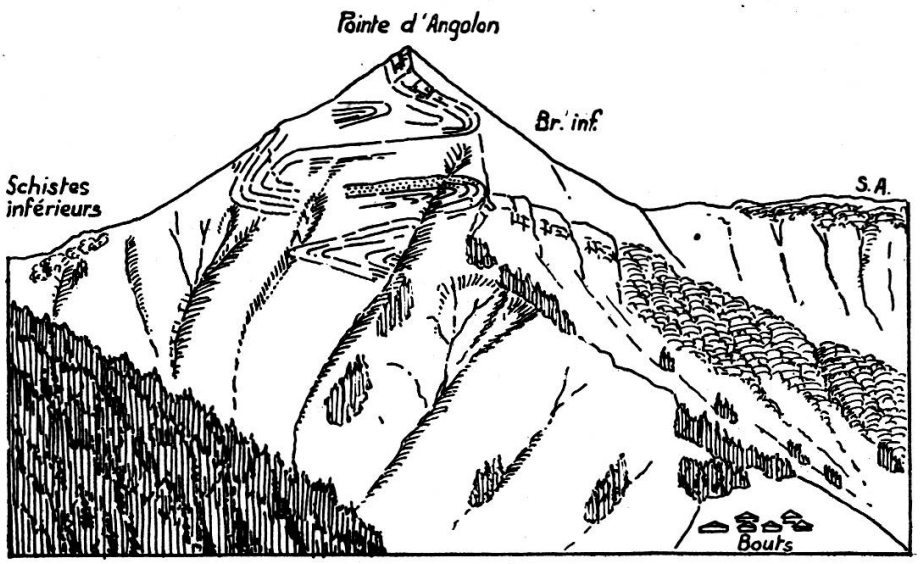



Fig. 13.
Les plis dans la Brèche inférieure de la Pointe d'Angolon (vu du chalet des Mines d'Or).

aux Hautes Alpes Calcaires. La Nappe de la Brèche ainsi considérée forme un énorme synclinal en fond de bateau.

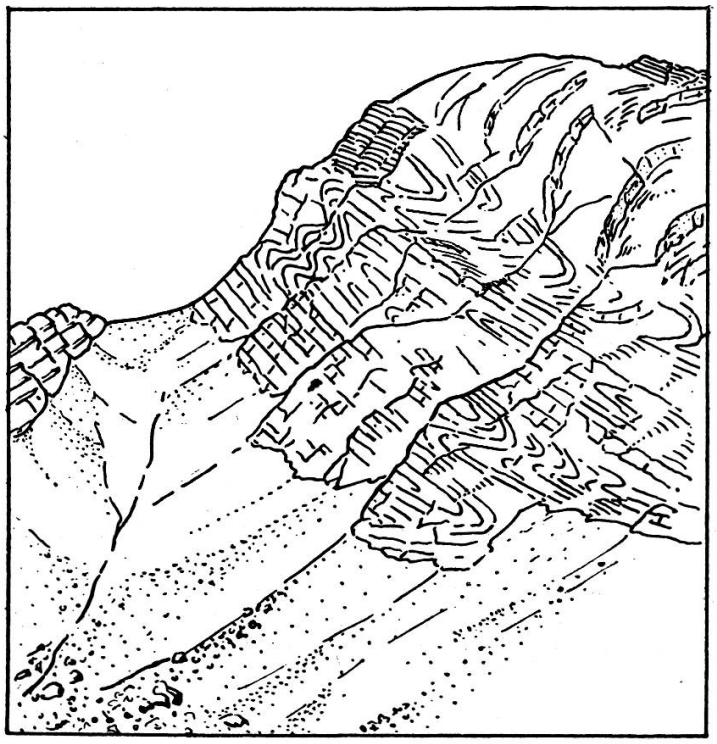


Fig. 14.
Les plis dans la Brèche inférieure des Hautforts (versant nord).

Les couches jurassiques se relevant au SE, face aux Hautes Alpes Calcaires sont plissées. Ce sont ces plis que nous avons dessinés (fig. 13 à 16). Lugeon a déjà figuré les plis dans la Brèche inférieure, à l'Ouest de la pointe d'Angolon aux environs de Jouplane (86 fig. 19). Aux alentours du chalet du col de Jouplane les directions oscillent entre N 65°-70° E. Les plis de la Brèche inférieure dans la pointe d'Angolon sont les mêmes que ceux de la région de Jouplane. Le croquis (fig. 13) montre un triple S. Ces plis n'ont pas leurs équivalents dans la Brèche supérieure de la pointe des Nions.

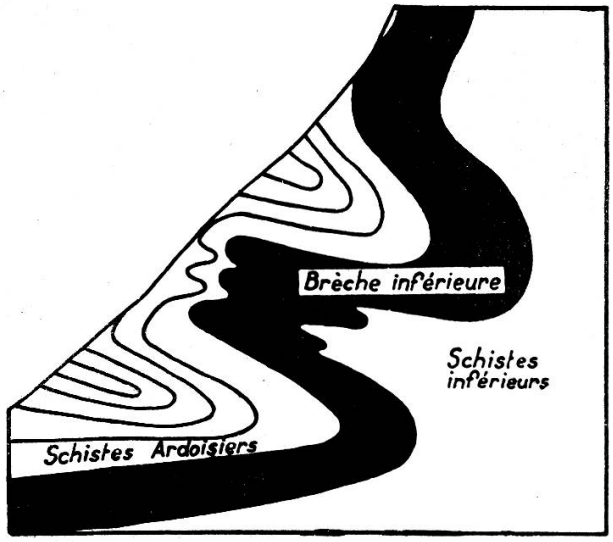



Fig. 15.
Profil schématique à travers les Hautforts (voir figure 14).

Dans les Hautforts la Brèche inférieure est très replissée. Les plis appartiennent sans doute au même faisceau que ceux de Jouplane et Angolon. Le croquis (fig. 14) est pris sur le flanc septentrional des Hautforts, en regardant la paroi en enfilade vers l'Est. Le profil schématique (fig. 15) qui l'accompagne, est tracé transversalement à la montagne des Hautforts. Les plis des Hautforts étant dirigés N 70° E, c'est-à-dire presque comme l'arête principale de la montagne, la structure était malaisée à déchiffrer.

Dans la pointe de Ressachau, si fière avec son abrupt au-dessus des Schistes Ardoisiers du col de Zora, la Brèche

supérieure est replissée (fig. 16). Les charnières ne sont pas très visibles à cause du caractère massif de la Brèche supérieure.

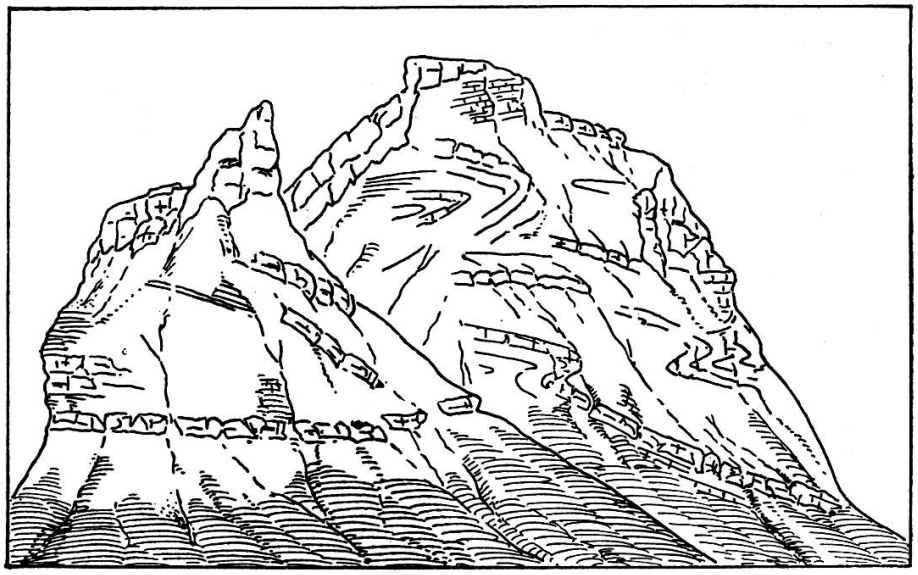


Fig. 16.
Les plis dans la Brèche supérieure de la pointe de Ressachau (versant nord-est) vus du col de Zora.

Notre croquis pris des environs du col de Zora représente les charnières aussi bien que possible.

## Chapitre IV. — Le contact avec les Préalpes internes.

§ 1. *Généralités.* — Les cols de la Golèze et de Cou sont entaillés entre la Nappe de la Brèche et le front de la Nappe de Morcles dans des lames et des accumulations de terrains des Préalpes internes. Lugeon (86), le premier, cite du Jurassique moyen au nord de Samoens. Collet, en 1910, assimila les Schistes noirs du col de Cou au Toarcien en les comparant aux terrains du même étage qu'il avait étudié dans l'Oberland bernois (26). Gagnebin a cartographié une lame de Malm au col de Cou sous le Trias de la Brèche. Lillie (80,81) a repris l'étude des Préalpes internes entre Arve et Giffre et a poussé son exploration jusqu'au col de Cou. En étudiant le Nummulitique de la Nappe de Morcles j'avais découvert, durant l'hiver 1934, une brèche à éléments cristallins que j'avais montrée à mon ami Lillie qui l'a placée, plus tard, dans le

Wildflysch. Le même auteur a repris l'étude des Préalpes internes, du col de Cou à Morgins, en proposant des interprétations nouvelles.[1]

§ 2. *Les terrains.* — Les Préalpes internes ont été tellement écrasées entre la Nappe de la Brèche et la Nappe de Morcles qu'on ne peut donner qu'un aperçu lithologique des terrains qui les constituent. Le groupement tectonique sera fait à la fin du chapitre.

*Trias.* — On a trouvé des quartzites dans les torrents des Chavonnes (80 fig. 9), près de Vigny, et une galerie a été creusée en vue de rechercher de l'or dans des quartzites au-dessus de Fréterolles, au lieu dit la Mine d'Or. Ces quartzites sont parfois très riches en oxydes de fer. On connaît aussi des schistes rouges (86 p. 176 et p. 50). Il existe du gypse aux Chavonnes et à Fréterolles sur le sentier conduisant au col de Cou.

*Aalénien.* — Sur le sentier, au-dessus de Fréterolles, on rencontre des schistes argileux noirs, faiblement micacés, parfois rouillés, à nodules de calcaire fin noir, dur, pyriteux. Lillie m'a dit y avoir trouvé une *Posidonomya.* De plus il a trouvé des Ammonites dans ce faciés, sur le versant Nord du col de Cou.

*Bajocien.* — J'ai rangé dans le Bajocien, d'après Lillie, des schistes gréseux, noirs, fortement micacés qui emballent des lames de Malm du col de Cou. Il est probable qu'une partie des terrains indiqués comme Flysch sont en réalité du Bajocien.

*Malm.* — Le Malm, toujours en écailles est représenté par des calcaires à patine blanche et noirs ou beiges à la cassure. L'examen au microscope montre (coupe 160) un calcaire, à texture grumeleuse dans lequel on distingue, çà et là, des restes d'organismes sphériques complètement calcifiés de 0,1 mm de diamètre et des cristaux d'albite de néoformation. Une autre coupe (nº 159 *bis*) présente un calcaire à texture grumeleuse

[1] A. R. Lillie: *Sur la Nappe de Laubhorn et le Flysch entre le Col de Cou et Morgins.* Eclog. Geol. Helv. 1939, vol. 32, nº 1.

dans lequel on distingue deux fragments de *Bryozoaires* complètement calcifiés, des fragments d'*Echinodermes*. Des fractures réparties en deux systèmes parcourent la coupe; l'un, plus ancien que l'autre, est recoupé par ce dernier et présente un petit rejet.

*Crétacé supérieur.* — Le Crétacé supérieur accompagnant les écailles de Malm est toujours schisteux et légèrement verdâtre. Celui qui se trouve en lame dans le Wildflysch est un calcaire sublithographique gris et contient *Rosalina Linnei.*

*Wildflysch.* — Il se rencontre sous son faciès habituel de schistes argileux noirs contenant des blocs de: Malm, Hauterivien glauconieux, Crétacé supérieur, brèches à *Lithophyllum-Discocyclina.* Dans le torrent de la Golèze, en dessous de Vigny, j'ai trouvé quelques minuscules blocs de roche éruptive emballés dans les schistes du Wildflysch.

Dans le Wildflysch, les lames de calcaire, primitivement massif comme le Malm, sont coupées par des stylolithes en si grand nombre, qu'on ne remarque pas toujours la roche tant elle est devenue noire.

*Flysch.* — Entre Fréterolles et le col de Cou, on rencontre des grès parfois grossiers en bancs de 0 m 50 à 1 m 25. Certains lits sont en relief et d'autres en creux. Sous le microscope (coupe 164 *bis*) il s'agit d'un grès calcaire: quartz, micas, feldspaths tricliniques abondants et bien conservés; des cristaux d'orthose mal conservés sont altérés et du quartz microgrenu ou un mélange de calcite et phyllite les remplacent par endroit: grains de calcaire fin et oolithique; un fragment douteux d'Orbitoïdé.

*Flysch de la Nappe de Morcles.* — Le Flysch ne doit pas être confondu avec celui de la Nappe de Morcles. Ce Flysch n'est jamais tourmenté et ses assises présentent toujours une grande conformité et un plongement peu variable sur de petites distances. On y distingue des assises de grès de Taveyannaz, des micropoudingues de Taveyannaz, des schistes marno-micacés se débitant en petits parallélipèdes et des grès à surface couverte de traces de vers ou de figures de fluxion.

§ 3. *Description géologique et tectonique.*

*Du col de Cou à la Drance.*

Au col de Cou (fig. 17), on découvre des lambeaux de Préalpes internes et sans doute des fragments de la Nappe des Préalpes Médianes, comme nous le verrons à la fin de ce chapitre, pris sous le Trias de la Nappe de la Brèche et chevauchant le Tertiaire helvétique.

Au col même, la dépression est entaillée dans des schistes argileux, noirs, très lustrés et parfois à reflets couleur rouille. Collet en 1910 déjà (26) rapporta ces couches au Toarcien des Préalpes internes. Lillie dernièrement (81) trouva une *ammonite* dans la prolongation de ces couches vers Morgins. Dans les prolongements méridionaux de ces mêmes couches, un peu au-dessus des châlets de Fréterolles, Lillie a trouvé des *Posidonies*. Vers l'Est, les pentes du point 1927 me paraissent encore être taillées dans le Lias supérieur. Le point 1987 est formé par des terrains helvétiques, ce sont des micropoudingues de Taveyannaz. Le plongement des grès de Taveyannaz se fait très fortement vers le NW, il arrive qu'il soit presque vertical.

De la maison des Douanes suisses, en vue d'atteindre les parois de Trias de la Nappe de la Brèche, montons sur la crête frontière par un rapide sentier. On rencontre une lame de Malm (fig. 18, n° 2) cartographiée sur la feuille Saint-Maurice; elle est couronnée par une fine pellicule de délits schisteux verts qui sont sans doute du Crétacé supérieur. Plus haut on voit une nouvelle écaille de Malm, (4) très écrasée, qui semble contenir des bancs de calcaire dolomitique. Je ne suis pas certain que toutes les lames de Malm que je vais décrire ne soient pas accompagnées parfois de calcaire dolomitique du Trias. Un Malm écrasé ressemble, en effet, parfois énormément à du calcaire dolomitique et il est probable que, quelquefois, rencontrant des roches écrasées pouvant être des calcaires dolomitiques très fins j'en aie fait du Malm, alors qu'en réalité il s'agit de Trias dolomitique. Ces deux lames de Malm sont emballées dans des schistes noirs et des schistes très micacés (les lamelles de mica ont jusqu'à 3-4 mm de grandeur). Plus haut on rencontre les cargneules de la Nappe de la Brèche.

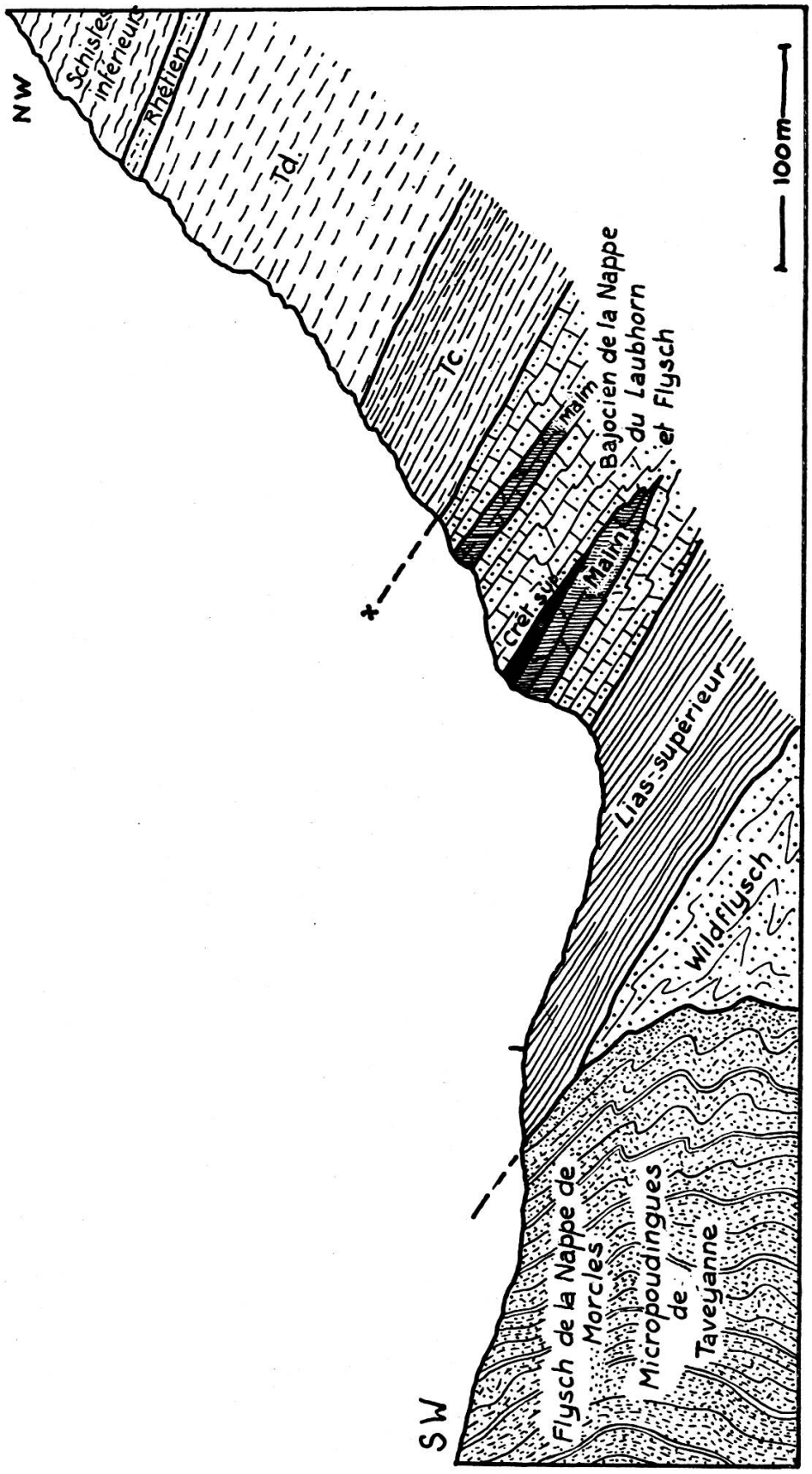



Fig. 17.
Profil schématique à travers les Préalpes internes au col de Cou.

Descendons au col et voyons ce qui apparaît en descendant dans la vallée de la Drance. Suivons tout d'abord le chemin: les roches mises à jour sont très difficilement déterminables et l'on est toujours en doute quant à leur attribution, je ne serais pas étonné si l'on avait affaire à du Wildflysch. A peu près à l'endroit où le chemin quitte les pâturages pour entrer dans des vernes, et tout de suite après dans la forêt de sapins, on atteint la limite de la Nappe de Morcles et de l'Ultrahelvétique, en effet, plus bas dans la forêt affleurent les schistes du Flysch de la Nappe de Morcles.

De cet endroit, dirigeons-nous (fig. 18) en horizontale à travers de mauvais pâturages vers la Nappe de la Brèche, là où l'on aperçoit dans les cargneules des formes bizarres sculptées par l'érosion. On rencontre tout d'abord du Flysch, grès grossier en gros bancs, puis une lame de Malm continuation de la première lame du col de Cou. Gagnons ensuite un escarpement de roches dures, blanches, au-dessous des cargneules. Pour l'atteindre montons dans des éboulis recouvrant du Bajocien (fig. 19) qui apparaît çà et là. L'escarpement atteint nous voyons qu'il s'agit de Malm, reposant sur des quartzites. Ce Malm est recouvert de quelques décimètres de Crétacé supérieur. Cette lame (fig. 18, n° 4) est séparée des cargneules de la Nappe de la Brèche par des schistes gréseux, micacés, du Jurassique de la Nappe du Laubhorn. La galerie de la «Mine d'Or» est creusée dans les quartzites[1] (fig. 19) et utilise, comme toit, la base de la lame de Jurassique supérieur. De cet intéressant affleurement, descendons sur les chalets de Fréterolles en nous dirigeant sur une barre de calcaire blanc. L'examen au marteau montre que ce calcaire est du Malm et qu'il est surmonté d'une pellicule de Crétacé supérieur. C'est une nouvelle lame (fig. 18, n°3) qui s'intercale entre les deux lames déjà rencontrées.

De Fréterolles suivons le sentier qui monte vers le col de Cou, on ne tardera pas à rencontrer sur le sentier même, quelques

[1] D'après la légende, ces quartzites auraient été déjà prospectés par les moines de l'Abbaye de Sixt; ils n'ont donné lieu qu'à des disparitions de capitaux.

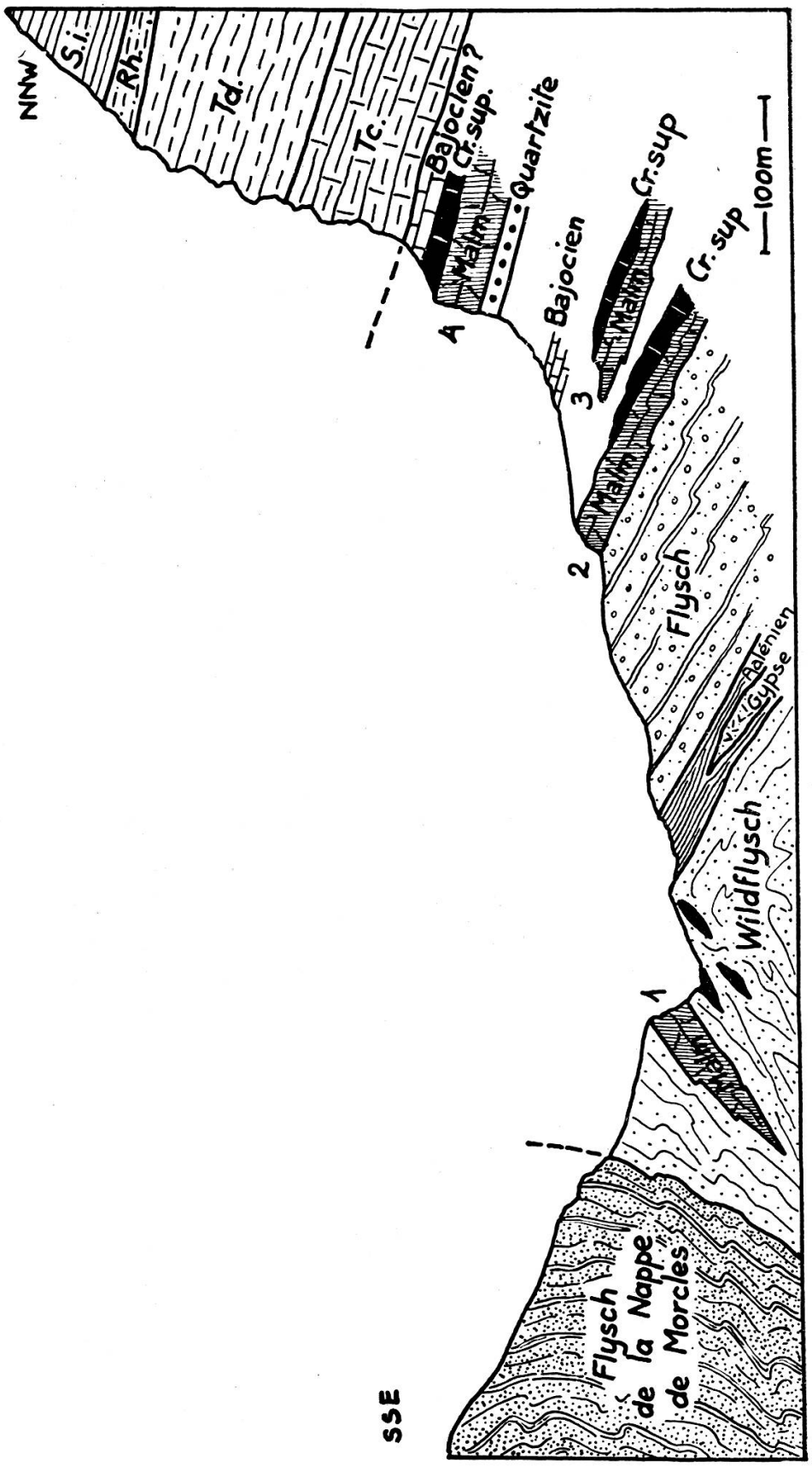



Fig. 18.
Profil schématique à travers les Préalpes internes dans la région des Fréterolles.

mètres après avoir laissé à gauche une source toujours abondante, de l'Aalénien des Préalpes internes accompagné de gypse.

Lorsque le sentier traverse le torrent qui descend du col de Cou, quittons-le et remontons le torrent (fig. 20). Le ravin est creusé dans du Wildflysch à lames de Crétacé supérieur d'un beau faciès gris et dont les Rosalines se voient à l'œil nu. Environ 120 m en amont, on rencontre, sur rive gauche, une

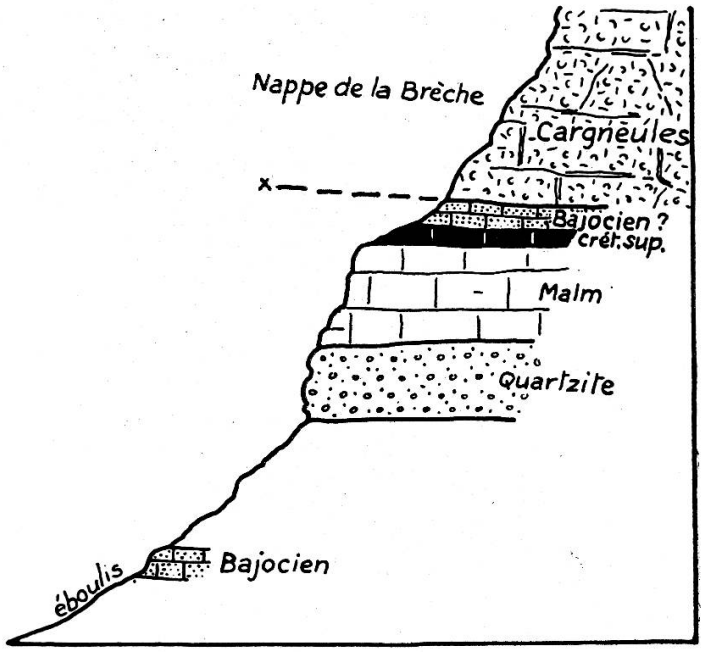



Fig. 19.
Profil du lieu dit « à la Mine d'Or ».

quatrième lame de Jurassique supérieur. (Il ne serait pas impossible que ce Malm appartînt à la Nappe de la Tour d'Anzeinde).

En suivant le sentier qui du col de Cou descend à la Chandonnière, au pied de la voûte de Bostan, on chemine sur le Flysch de la Nappe de Morcles.

En descendant sur l'hôtel (chalet des Mines d'Or) on ne recoupe que les Schistes inférieurs, de même en descendant sur le Charny par la piste à peine carrossable, par où passe la camionnette de l'hôtel.

*La Drance* vers la Chandonnière coule dans des alluvions.

Puis elle coupe les cargneules et les calcaires dolomitiques de la Nappe de la Brèche. Une ondulation du plan de chevau-

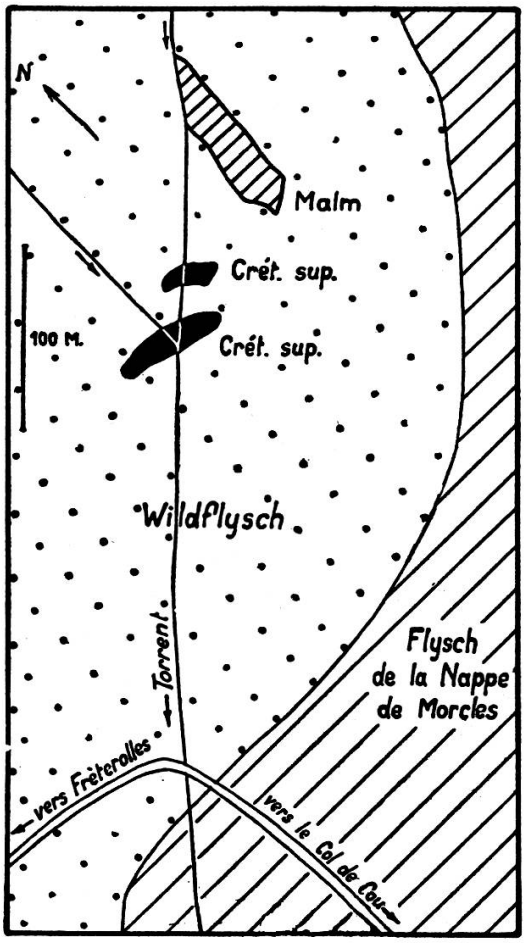



Fig. 20.
Situation des affleurements à l'Est de Fréterolles.

chement de cette nappe fait apparaître des schistes argileux noirs que j'attribue à l'Aalénien de la Nappe du Laubhorn.

*De la Drance au col de la Golèze.*

En montant au col de la Golèze, par le chemin qui part de la Chandonnière, on ne rencontre, jusqu'à la hauteur de Bonnavalette, que des éboulis et du Flysch de la Nappe de Morcles.

De Bonnavalette jusqu'au col de la Golèze, le chemin est taillé dans le Wildflysch à écailles de Jurassique et Crétacé

supérieurs. Le plan (fig. 21) indique les affleurements de Jurassique supérieur et de Crétacé supérieur aux environs de Vigny-Bonnavalette.

Sur le chemin qui va vers Vigny, à droite en dessous, dans le talus d'un ravin qu'on vient de traverser, on peut observer un quartzite ferrugineux. Sa situation est analogue à celle du quartzite des Mines d'Or. Le profil schématique (fig. 22)

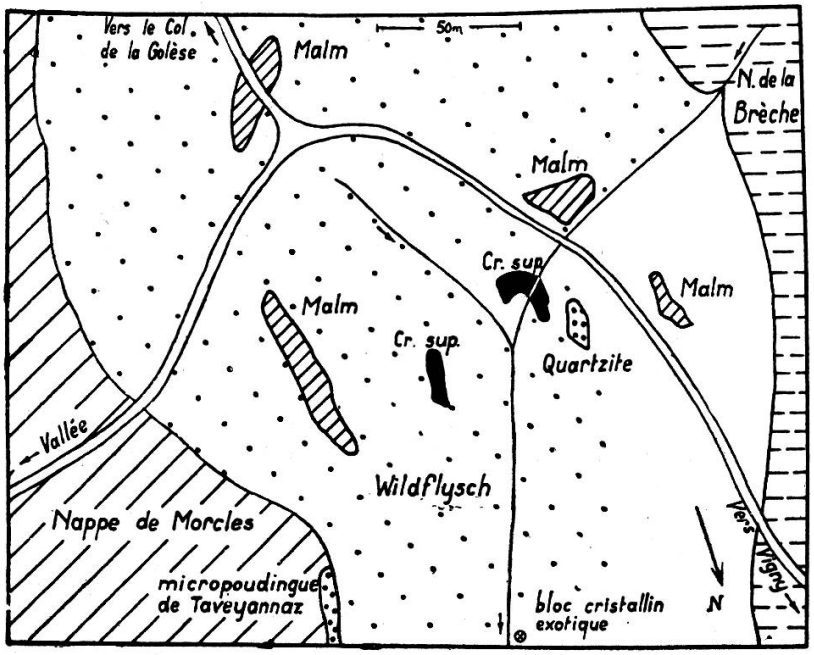



Fig. 21
Carte montrant le détail des Préalpes internes dans la région de Vigny-Bonnavalette.

présente une interprétation de la tectonique de cet endroit. Comme pour la région de Fréterolles, l'effet de l'avance de la Nappe de Morcles se fait sentir sur le plongement des écailles du Wildflysch.

Sur le sentier, avant d'arriver au col de la Golèze, on trouve du Wildflysch avec une brèche à *Lithophyllum-Discocyclina*. Le croquis et le profil du col de la Golèze (fig. 23 et 24), pris des environs de Bonnavalette, montre une première écaille (fig. 24, n° 1) formée uniquement de Crétacé supérieur, une deuxième écaille (2) aussi de Crétacé supérieur avec quelques mètres cubes de Jurassique supérieur, une troisième (3) avec un peu plus de Jurassique supérieur. Lillie avait pris ce dernier pour des calcaires dolomitiques du Trias (voir remarque p. 199). Cette

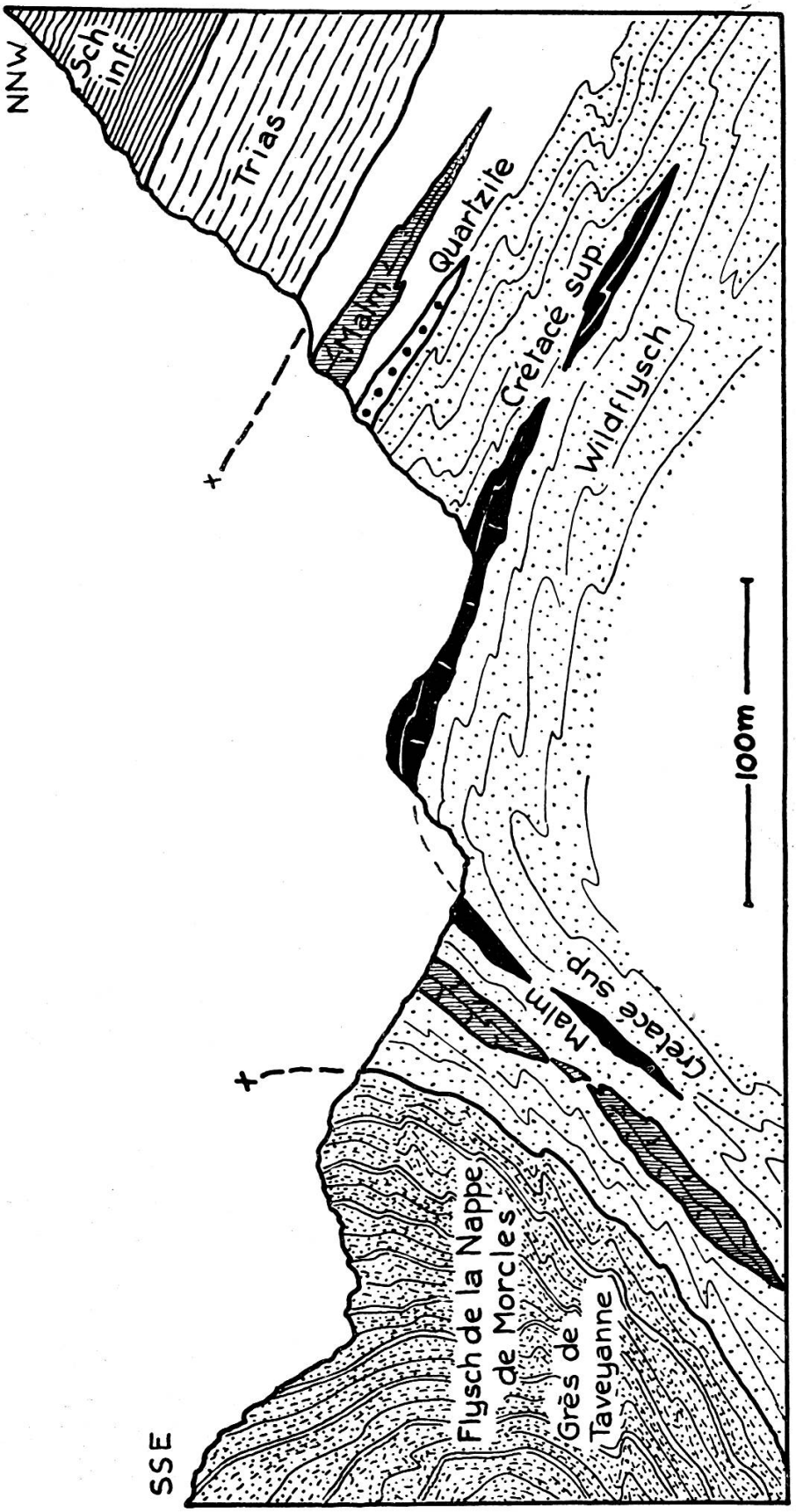



Fig 22.
Profil schématique à travers les Préalpes internes dans la région de Vigny-Bonnavalette.

écaille est coupée en deux par une faille verticale ; sur le compartiment oriental s'élève une croix; enfin une quatrième écaille (4), composée celle-ci uniquement de Jurassique supé-

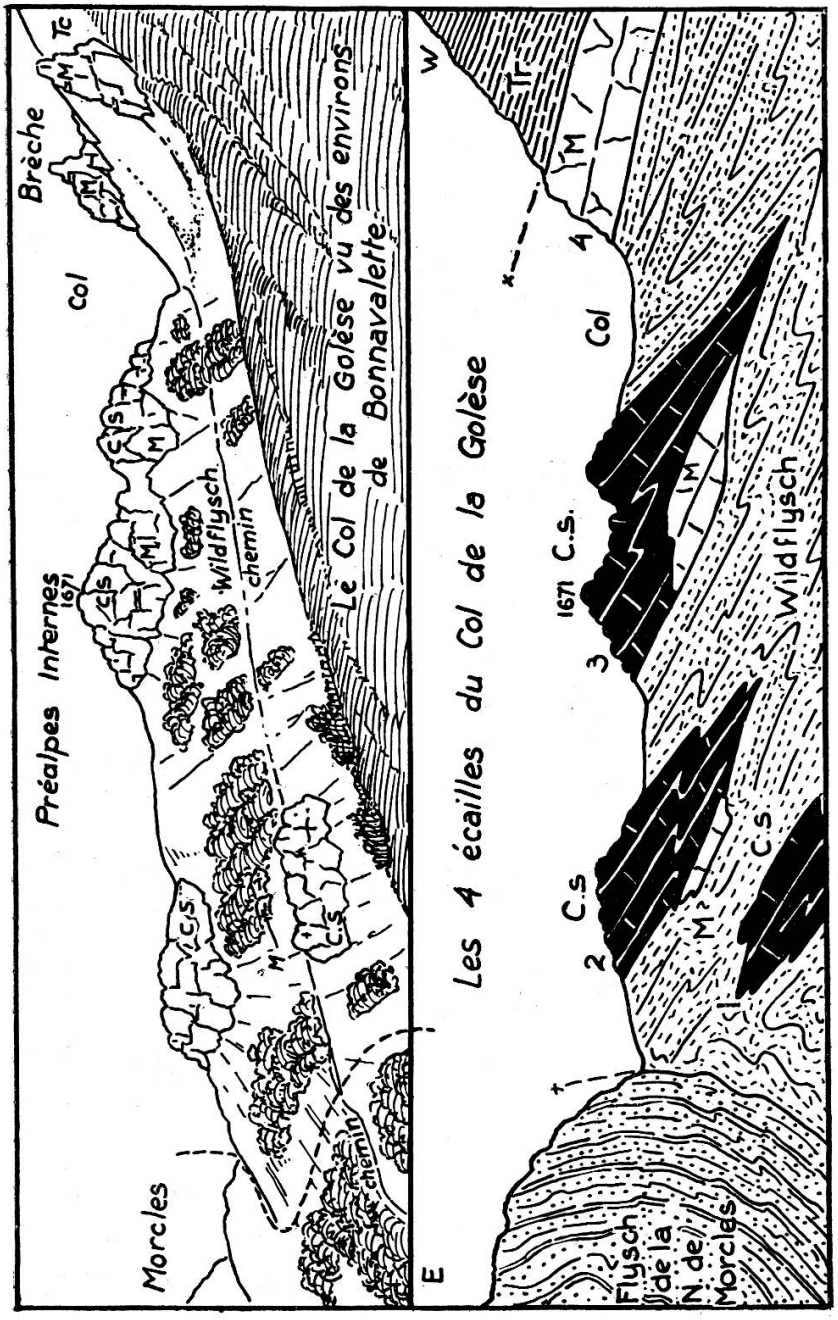



Fig. 23.
Vue du col de la Golèze des environs de Bonnavalette.

Fig. 24.
Interprétation structurale de la figure 23.

rieur d'aspect ruiniforme. Au-dessus chevauche le Trias de la Nappe de la Brèche.

Ainsi, comme dans la région de Fréterolles, on peut observer

quatre écailles de calcaires mésozoïques, accompagnées de Wildflysch.

*Du col de la Golèze à la vallée du Giffre.*

Dans ce paragraphe, je ne redécrirai pas les terrains que Lillie a déjà distingués. Du col de la Golèze aux torrents des Chavonnes je n'ai rien découvert de neuf.

Sur la rive gauche du torrent méridional des Chavonnes, dans des pentes boisées d'accès très malaisé, j'ai découvert une lame de Malm d'environ 5 m d'épaisseur surmontée d'une couverture de Crétacé supérieur de 2 m d'épaisseur; elle m'a semblé empaquetée dans les schistes gréseux, micacés, du Bajocien de la Nappe du Laubhorn. Dans la continuation de la lame de Malm, dans le torrent, on rencontre d'énormes blocs de Crétacé supérieur rose. Cette lame de Jurassique supérieur se place bien au-dessus du Wildflysch et des différents termes triasiques décrits par Lillie (80 p. 64-65 fig. 9). Ainsi les quartzites, les schistes rouges et le gypse qu'il a décrits appartiennent tectoniquement aux Préalpes internes et non à la Nappe de la Brèche.

Des torrents des Chavonnes jusqu'à Cessonnex on ne rencontre rien de nouveau.

Si du terminus de la route carrossable au-dessus de Cessonnex, dans la forêt, on descend dans les bois en direction de Mathonnex, après avoir quitté le Trias de la Nappe de la Brèche, on entre dans le Bajocien des Préalpes internes, dans lequel une écaille de Crétacé supérieur est intercalée. La construction d'une route reliant les Chables à la route montant de Mathonex a mis à jour une lame de Jurassique supérieur extrêmement diaclasée. Si par des sentes horizontales on se rapproche du lit de la Valentine on ne tarde pas à atteindre une primitive usine hydroélectrique. A mon avis les roches qui affleurent là sont à rapporter au Bajocien de la Nappe du Laubhorn. En descendant le torrent de la Valentine nous ne rencontrons que des lames de Crétacé supérieur en nombre surprenant, l'on verra même à un moment donné sur rive droite le Trias de la Brèche nettement reposer sur les Préalpes internes.

Contrairement à ce que l'on pourrait attendre, la Valentine ne coule pas dans les Préalpes internes jusqu'à son débouché dans la Plaine du Giffre, mais une faille, de direction E-W, abaisse le Trias de la Brèche et la rivière coule à nouveau dans des calcaires dolomitiques et des cargneules.

Au bord d'une route partant de trois maisons, au-dessus du « Ma » de Machamp et conduisant au Bérouze j'ai trouvé encore un autre affleurement de Jurassique supérieur.

### § 4. — *Résumé. Interprétation.*

Les lames de Jurassique supérieur sont, en général, accompagnées de Crétacé supérieur. Ce Crétacé supérieur est lié *statigraphiquement* au Jurassique supérieur; c'est là une manière d'être de la série sédimentaire interne de la Nappe des Préalpes Médianes. Les affleurements décrits relient l'affleurement de la Turche et de Maux au-dessus de Morillon (80 p. 37) aux lames de Jurassique supérieur qui s'égrènent sur le plan de chevauchement de la Brèche, de Morgins au col de Cou décrits par Gagnebin (36, 40) et dessinées sur la carte géologique de Saint-Maurice. Toutes ces lames sont empaquetées dans du Flysch ou du Wildflysch, de l'Aalénien ou du Bajocien; bref dans des couches schisteuses remarquables par leur fluidité par suite de la compression effectuée par les nappes massives en mouvement, comme la Nappe de la Brèche et la Nappe de Morcles.

Lillie raccordait, hypothétiquement, le Jurassique supérieur de la Turche à la Nappe de la Tour d'Anzeinde en imaginant une involution (80 p. 42), mais au cours d'une discussion il m'a dit avoir abandonné cette manière de voir.

*Les lames de Jurassique supérieur, couronnées de Crétacé supérieur, sont les seuls restes de la Nappe des Préalpes Médianes, étirés, entrainés par la puissante Nappe de la Brèche qui en a éparpillé les lambeaux sous son plan de chevauchement en les mêlant même à des roches d'unités tectoniques encore plus inférieures.*

Cette solution a le désavantage de ranger les quartzites de Chavonnes (80, fig. 9) de Vigny et de la Mine d'Or dans le

Trias des Préalpes Médianes, or c'est un terme lithologique actuellement connu en un seul point (à Chalex (65)) des Préalpes Médianes. Cependant, malgré cette objection, je préfère pour le moment cette explication à celle qui ferait des quartzites, des lames appartenant au Trias de la Nappe de la Brèche et qui auraient pénétré dans le substratum en se séparant complètement du corps de la Nappe de la Brèche. Cette dernière solution pourrait être vraisemblable si les quartzites de la Nappe de la Brèche n'étaient presque pas développés dans la région qui nous occupe et si répéter trois fois un phénomène tectonique qui par son mécanisme même est plutôt une exception ne présentait pas de sérieuses objections. Aussi je préfère placer ces quartzites dans la série des Préalpes Médianes.

*Les Préalpes internes, comprimées entre la Brèche et le front de la Nappe de Morcles, présentent la même structure générale qu'entre Arve et Giffre* [Lillie (80)].

*Sur une masse basale de Wildflysch reposent les termes triasiques, jurassiques inférieurs et moyens de la Nappe du Laubhorn, puis au-dessus, mais au-dessous du Trias de la Brèche, chevauche une masse de Flysch à écailles de Malm et Crétacé supérieur.*

## Chapitre V. — Le plan de chevauchement de la Nappe de la Brèche sur le flanc droit de la vallée du Giffre.

Le plan de chevauchement de la Nappe de la Brèche est toujours une surface très plane. Cette surface possède le même plongement sur de grandes distances. Sur le plan de contact anormal, les roches ne sont jamais mylonitisées; certes elles sont un peu broyées, froissées, mais les données mécaniques du phénomène de chevauchement sont insuffisantes pour affirmer qu'il existe un contact anormal. Sans la stratigraphie, jamais on ne pourrait déceler en tel ou tel endroit un plan de chevauchement.

Nous avons vu dans le chapitre précédent que la Brèche écrase les Préalpes internes dans sa partie orientale. Sur rive gauche du Giffre, comme l'a montré Lillie, la Brèche chevauche un complexe de grès du Flysch dans lequel sont intercalées des

écailles de terrains divers. Presque sur le plan de chevauchement de la klippe de Saint-Sigismond de la Nappe de la Brèche, Lillie a découvert (79, 80) des lames de schistes cristallins verts lardant le Flysch. Il admet dans une de ses interprétations que ces lames de cristallin pourraient appartenir au plan de chevauchement de la Brèche.

Sur rive droite, les dépôts quaternaires cachent un grand nombre de relations certainement intéressantes. Au Bouchet, Lugeon a déjà remarqué une lame de Crétacé supérieur. Lillie en a fait une lame de Wildflysch. Nous pensons qu'il est préférable d'accepter l'explication de Lugeon pour qui cette lame provient de la Nappe des Préalpes Médianes.

A Taninges, le plan de chevauchement est très difficile à saisir. Grâce à Lugeon il est bien expliqué. Ses profils (86 p. 171-173) sont l'expression de la réalité. Nous avons trouvé une complication supplémentaire: *une faille met en contact le Carbonifère avec les Schistes inférieurs.* Elle est probablement la prolongation de celle qui fait buter le Trias contre le Crétacé supérieur. Elle se voit sur rive droite, à l'endroit où le chemin menant à la Gouille d'Enfer domine le torrent. A main gauche en allant vers la Gouille d'Enfer, affleure le Carbonifère (anciennes galeries d'exploitation), à main droite, en dessous du chemin, dans la petite falaise le long de laquelle court un bisse, les roches appartiennent aux Schistes inférieurs. Il y a donc une faille dont le compartiment oriental est abaissé et le compartiment occidental (Carbonifère) surélevé. C'est le même type d'accident qui, plus bas sur rive gauche, fait buter le Crétacé supérieur, inférieur au Carbonifère (compartiment occidental), contre le Trias (compartiment oriental). Je n'ai pas pu m'assurer s'il s'agissait de la continuation du même accident.

Une autre faille doit exister au sud d'Avonnex, où le Trias semble buter contre les Schistes inférieurs.

Dans la gorge du Foron, à Taninges, en dessous du Crétacé supérieur, j'ai trouvé des roches que j'attribue au Gault. Elles reposent sur le Flysch dans lequel coule le torrent et sur lequel est bâti le bisse. Il s'agit de schistes argileux très noirs contenant des lentilles de quartzites, de grès à glauconie

(analogues à ceux de la Nappe de la Brèche) et de brèches à éléments dolomitiques.

« Sur le Rocher » est le monticule visible de la route de Mieussy à Taninges. Les quartzites dans lesquels la carrière est ouverte appartiennent à la Nappe de la Brèche. Ils chevauchent des fragments des Préalpes Médianes. Le croquis de Lugeon (86 p. 170) est parfaitement exact. Toutes les lames qui sont sous les quartzites de la Brèche appartiennent, pour nous, aux Préalpes Médianes. Les lames de quartzite des Préalpes internes sont analogues à la lame de quartzite, inférieure à la lame de Crétacé supérieur de « Sur le Rocher ». On voit ici un des arguments pour ranger les lames de quartzite des Préalpes internes dans des lames des Préalpes Médianes.

C'est à «Sur le Rocher» qu'on voit le mode de formation des écailles de quartzites, de Malm, et de Crétacé supérieur, éparpillées sous le plan de chevauchement de la Nappe de la Brèche, à partir d'un pli interne, dilacéré, des Préalpes Médianes (pl. I).

De « Sur le Rocher » à Pertuiset et de là au col de Vésine, c'est mon camarade André Lombard qui a revu le plan de chevauchement pour son étude d'une partie de la Nappe des Préalpes Médianes.

De Taninges à Chalune un phénomène remarquable est à noter: la montée axiale de la Brèche. A Taninges le plan de chevauchement de la nappe se trouve à environ 650 m d'altitude et 8 km au nord, au Col de Vésine, il est à environ 1800 m d'altitude. *La montée axiale vers le Nord est donc d'environ* 8°. (Plus de 2½ fois la montée axiale de l'anticlinal des Bargy dans l'Autochtone.)

Lugeon a déjà remarqué que le chevauchement de la Brèche est oblique aux directions des plis des Préalpes Médianes.

*Conclusions: Dans sa partie frontale, la Nappe de la Brèche écrase et dilacère les plis internes des Préalpes Médianes. Dans sa partie centrale et interne elle chevauche un complexe de Préalpes internes et d'écailles dérivées de la Nappe des Préalpes Médianes.*

## Chapitre VI. — Morphologie.

§ 1. *Influence des roches sur le paysage.* — Les bancs de brèche et les calcaires constituent des parois parfois vertigineuses. Les Schistes inférieurs forment des pentes rapides coupées par des petits murs qui ne sont autres que des niveaux de brèches. La Brèche inférieure, en particulier au Pic Marcelly, forme un abrupt formidable de plus de 1000 m de hauteur au-dessus de la plaine. Les Schistes Ardoisiers provoquent la formation de pentes rapides, régulières, surmontées presque toujours par la paroi de Brèche supérieure. Le profil de la vallée du Foron de Taninges a été utilisé par les morphologistes (106 p. 44) pour prouver l'existence de plusieurs cycles d'érosion. C'est une erreur que nous devons relever en disant que ce profil ne signifie absolument rien quant à l'existence de cycles érosifs, les paliers étant dus aux résistances différentes à l'érosion des subdivisions de la Nappe de la Brèche. Le Flysch, comme partout, forme des pentes douces, marécageuses, couvertes de forêts ou de gras pâturages. Il arrive cependant, qu'il forme des talus raides comme le flanc nord de la pointe de Chéry et le flanc oriental de la crête de la Charniaz.

§ 2. *Influence de la structure sur l'hydrographie.* — Il n'est pas une rivière, un torrent ou une ravine, qui ne soit fonction d'un accident tectonique, faille ou pli.

Citons quelques exemples: La gorge du Bruinant est tracée dans la queue du synclinal du Praz-de-Lys. En effet le Néocomien de la Tête de Planay plonge vers les Pontets pour remonter vers le point 1531.

La vallée du Boutigny suit le décrochement du même nom.

Le vallon entre Uble et le Roc d'Enfer est plus difficile à expliquer. Nous avons vu que cette région correspond à une culmination axiale; les roches ont été peut-être faillées, diaclasées et l'érosion a inversé le relief. C'est l'explication à laquelle nous préférons nous arrêter.

Le deuxième tronçon du Foron depuis le Recard jusqu'à l'endroit où il recoupe les couches jurassiques de la Brèche,

coule à la limite de la Brèche supérieure et du Flysch. Il rejoint le Boutigny par une dépression synclinale.

L'Arpettaz suit très nettement une zone synclinale faillée.

Du Pont des Gets à Taninges, le Foron utilise la zone synclinale, suivie à l'amont par son affluent l'Arpettaz.

La dépression du col des Gets orientée SW-NE correspond à la zone synclinale de Flysch dont nous avons parlé au chapitre descriptif.

Foron de Taninges, Arpettaz et le col des Gets sont alignés sur la même région synclinale.

Les torrents de la région des Gets, sont des troncs subséquents dont l'emplacement est probablement dû à des structures de détail du Flysch. La région des Gets commence seulement à être sérieusement entamée par l'érosion. Pour s'en persuader on n'a qu'à remonter l'Arpettaz. On s'apercevra que son cours supérieur, sur les Gets, est encore au début de son œuvre de destruction.

Le torrent de Jouplane, affluent gauche de la Drance, est dans une vallée monoclinale entre la Brèche supérieure et le Flysch. Ce cours d'eau est symétrique du deuxième tronçon du Foron.

Remontons la Drance du Biot: elle suit, comme l'a montré Lugeon, l'inflexion synclinale transverse des Préalpes Médianes. Elle passe le pli frontal de la Nappe de la Brèche également par une inflexion transverse très marquée. En amont du pli frontal elle coule dans le synclinal de Flysch jusqu'à Morzine. De cette localité jusqu'à l'anticlinal de Bostan qui barre la vallée, la Drance a creusé sans être influencée, semble-t-il, par la structure, mais dans la prolongation exacte de l'inflexion transverse de l'aval. Cette grande vallée de la haute Drance du Biot doit-elle son creusement à l'érosion régressive ou à un ancien cours d'eau sorti des Hautes Alpes Calcaires encore ensevelies sous le Flysch ? La solution de ce problème nous paraissant devoir être cherchée en dehors de la région que nous avons étudiée, nous nous contentons de poser le problème.

Le col de Cou, le col de la Golèze et la région Chavonnes-Chantemerle-Mathonnex font désormais partie de la zone des Cols et en sont la prolongation naturelle vers le Sud.

Venons-en au cours moyen du Giffre. Nous souscrivons entièrement à l'opinion de R. Perret (106 p. 61):

« L'autre branche (du Giffre, le tronçon moyen) s'est allongée parallèlement à la frontière méridionale de la Nappe de la Brèche... Il est en effet assez probable que la frontière méridionale actuelle de la Nappe de la Brèche ne se trouve pas fort loin de son emplacement primitif... Le cours originel du Giffre... par la suite, a simplement glissé sur la surface structurale jusqu'à son emplacement actuel. »

En effet une nappe n'est pas sans limites, et, à part sa région radicale et frontale, elle doit bien posséder une limite latérale. La vallée du Giffre se trouve précisément à cette limite latérale de la Nappe de la Brèche, sa position a encore été renforcée par l'inflexion synclinale marquée dans l'Autochtone et la Nappe de Morcles.

De cette brève revue des conditions structurales imposées aux tracés des cours d'eau, nous pouvons tirer deux conclusions qui nous semblent capitales (voir 88, 89, 94, 106):

1. *Le relief de la Nappe de la Brèche est jeune.*
2. *Le réseau hydrographique est fonction de la structure.*
3. *Le tracé des cours d'eau n'a pas été imposé par une nappe supérieure à la Nappe de la Brèche.*

§ 3. *Phénomènes glaciaires.* — A juger de la répartition actuelle des dépôts morainiques, les glaciers se sont certainement largement étendus dans le Chablais.

Les dépôts morainiques du Praz-de-Lys et du bassin de réception de la Drance sont dus à des glaciers purement locaux.

Par contre, les dépôts morainiques qui tapissent le sol de la région des Gets sont dus à un glacier plus important. En effet, on y trouve non seulement des fragments de Schistes inférieurs, de Brèche inférieure et de Brèche supérieure, mais aussi et surtout des blocs de roches d'origine helvétique, de l'Hauterivien, de l'Urgonien et du Nummulitique. Les blocs d'Urgonien sont les plus fréquents.

D'où proviennent ces blocs erratiques ? Deux glaciers, sans doute conjugués, ont déposés ces fragments de roches helvétiques. Le glacier de la Haute-Drance, se chargeant des débris provenant de la destruction de la voûte de Bostan

et trouvant le chemin du lac Léman barré, par d'autres glaciers latéraux, aux environs de Morzine, envoyait une langue du côté du col des Gets. Le glacier du Giffre ayant entièrement rempli la vallée du Giffre moyen, barré qu'il était par le verrou des Suets et une diffluence du glacier de l'Arve vers Châtillon (?) obligeait ses affluents, venant des vallons entre Bostan et le Criou, à déborder le rempart de la Brèche et à se répandre sur les pentes méridionales de la région des Gets.

Durant, et après, le retrait des glaciers, des alluvions emportées par des torrents glaciaires se sont déposées en général dans des lacs de barrage. Des alluvions stratifiées affleurent à la Villia; elles se sont déposées dans un lagot, alimenté par un torrent issu du col de la Basse. Le cours de ce torrent était barré par le glacier mieux nourri, et de ce fait pas encore fondu, venant du cirque entre Uble et le Roc d'Enfer.

Des alluvions stratifiées existent en masse sur les flancs gauche et droit de la vallée du Foron de Taninges, à Avonnex et aux Montants. A Avonnex, la surface, taillée dans les Schistes inférieurs, sur laquelle elles sont déposées, est légèrement inclinée vers l'amont. Est-ce le lit d'une ancienne contrepente, ou bien faut-il y voir l'indice de mouvements post-glaciaires ?

Des dépôts de marécage, presque tourbeux, existent en abondance au Praz-de-Lys et dans la région des Gets. Espérant y trouver quelques coquilles de mollusques, j'y ai fait des recherches, mais en vain. La déposition de cette tourbe boueuse est postérieure aux dépôts glaciaires.

## Chapitre VII. — Tectonique générale.

§ 1. *Relations structurales entre la Nappe de la Brèche et les Préalpes Médianes.* —

*La différence de style tectonique entre la Brèche et les Préalpes Médianes est remarquable. On y devine bien l'existence de deux éléments tectoniques: la Brèche, énorme masse bien stratifiée, affectée seulement de petits plis et failles, et les Préalpes Médianes, plissées en de nombreux anticlinaux et synclinaux.*

La culmination axiale de la partie frontale de la Nappe de

la Brèche, située entre le Roc d'Enfer et la montagne d'Uble, ne s'explique pas facilement. Voici quelques hypothèses. La culmination axiale est due: 1° à un ancien diamètre de poussée dans la région des racines; 2° à la mise en place de la Nappe de Morcles; 3° à l'obstacle constitué par les Préalpes Médianes; 4° à une structure interne de la Nappe de la Brèche.

Il est impossible de retenir la première hypothèse, car nous ne savons rien du tout d'un ancien diamètre de poussée, introuvable actuellement, la nappe étant séparée de ses racines. La seconde hypothèse pourrait être retenue, car, dans certaines régions, l'influence de la tectonique helvétique sur les Préalpes est manifeste. Dans le cas qui nous occupe, l'énergie développée par la mise en place de la Nappe de Morcles a été absorbée par le coussin mou des Préalpes internes, intercalé entre la Brèche et la Nappe de Morcles. Il semble plutôt, d'après la structure des plis externes de la Nappe de Morcles, que celle-ci ait trouvé dans les Préalpes un obstacle rigide. Nous ne pensons pas que la force de la Nappe de Morcles ait remanié la structure de la Nappe de la Brèche.

Nous nous arrêterons aux deux dernières hypothèses. La Nappe de la Brèche, après sa sédimentation, présentait déjà une culmination dans la région de l'actuelle pointe de Chalune. A cet endroit, Trias, Schistes Ardoisiers et Brèche supérieure sont très épais. Cette masse de sédiments, plus grande qu'ailleurs sur la partie frontale, a provoqué des troubles dans la structure des Préalpes Médianes en déferlant. Nous trouvons en effet une succession serrée d'anticlinaux et de synclinaux de Malm sur la section col de Vésine-col des Chavannettes.

A son tour, cette accumulation de plis en roches dures a joué le rôle d'obstacle envers la Nappe de la Brèche. Cette dernière nappe encore en mouvement s'est accumulé derrière l'obstacle, en culmination axiale. Le pli en retour du Carbonifère (fig. 10), le décrochement de Boutigny en sont des effets accessoires. En effet le décalage en avant du compartiment du Praz-de-Lys, par rapport à celui de Chalune-Roc d'Enfer-Uble, est dû à ce que ce dernier reste derrière le barrage formé par les Préalpes Médianes. Par contre le compartiment du Praz-de-Lys avance vers l'Ouest où l'écoulement est libre.

§ 2. *La Nappe de la Brèche fut-elle plus étendue ? — Nous pensons que l'extension actuelle de la Nappe de la Brèche correspond à l'extension qu'elle a toujours possédée dès qu'elle fut jetée sur l'Avant Pays.*

Nous avons démontré, dans le chapitre traitant de la morphologie, que le relief de la Nappe de la Brèche est jeune. Si la Nappe fut plus étendue, par exemple sur l'Autochtone ou la Nappe de Morcles, pourquoi ne retrouve-t-on pas de klippes ? Prétendre que l'érosion a tout enlevé n'est pas une objection valable. La répartition actuelle de la Brèche correspond à une répartition primitive structurale. Je vois une preuve de ce que j'avance dans la virgation de l'Autochtone. La disparition axiale de tous les plis du Genevois, sous les Préalpes, dans la vallée de l'Arve, est une preuve de ce que les Préalpes ne s'étendaient pas plus vers le Sud. L'Autochtone a pu se plisser parce que les Préalpes ne reposaient pas sur lui à cet endroit. Vers le Nord-Est, le feston chablaisien de la Brèche ne s'étendait pas jusqu'à la dépression axiale des Préalpes, que jalonne la vallée du Rhône. En effet si elle s'était étendue si loin, l'érosion en aurait épargné des lambeaux.

## Chapitre VIII. — De l'origine de la Nappe de la Brèche.

§ 1. *Les théories.* — Deux écoles sont à la recherche des racines des nappes préalpines. Certains géologues suisses les aperçoivent dans les Grisons où l'on aurait trouvé des équivalents des nappes préalpines, tandis que l'école alpine française les voit dans la zone du Briançonnais et les annexes de cette zone.

La divergence de vues se mesure donc par toute la largeur du géosynclinal alpin. Avouons d'emblée que nos connaissances sont encore trop rudimentaires pour résoudre ce passionnant problème, mais qu'on nous permette quelques réflexions.

§ 2. *De la méthode.* — Deux méthodes ont été envisagées dans le but de résoudre ce problème. La méthode tectonique,

basée sur les relations géométriques des nappes, et la méthode stratigraphique. Pour nous, le problème est à la fois d'ordre stratigraphique et tectonique, les données de l'une des disciplines devant contrôler les données de l'autre et réciproquement. Ainsi, conduits par des arguments stratigraphiques, Gignoux et Moret proposèrent en 1933 (43, 44) d'enraciner la Nappe de la Brèche dans une zone plus externe que la racine de la Nappe des Préalpes Médianes. Cette hypothèse est à abandonner à cause de la structure des Préalpes (chevauchement de la Brèche sur les Préalpes Médianes et inexistence d'un encapuchonnement de la première par les dernières).

1. Dans l'analyse des faits stratigraphiques il faut retenir les *variations tant axiales que transversales des faciès.* J'ai montré les rapides variations ou la disparition de la Brèche inférieure ou supérieure dans le petit territoire qui nous occupe. Si l'on pouvait suivre la Nappe de la Brèche plus loin vers le Sud et l'Est, on verrait probablement ses faciès se modifier considérablement et peut-être disparaître le faciès « brèche ».

2. Il faut tenir compte aussi de ce qu'*une zone sédimentaire n'a pas possédé une extension illimitée dans la mer alpine.* La découverte faite par Gignoux (48) de l'accolement de la zone du Flysch des Aiguilles d'Arve au massif cristallin du Pelvoux est importante car elle montre qu'*une zone sédimentaire peut se terminer en biseau.* C'est là un fait riche de conséquences. On conçoit les résultats de l'application d'une telle possibilité dans la construction d'une hypothèse sur l'origine des Préalpes. Prenons un exemple: Si on ne retrouve pas, dans les Préalpes de Savoie, le Flysch crétacé du Niesen c'est sans doute parce qu'il n'a jamais existé entre les aires sédimentaires des nappes préalpines inférieures savoyardes et celles des nappes préalpines supérieures savoyardes. Conduit par ce raisonnement nous faisons la suggestion suivante: Les aires sédimentaires des Préalpes n'ont pas possédé une surface, dans l'ancienne mer alpine, supérieure à celle que les Préalpes ont actuellement.

3. Dans l'analyse des faits tectoniques, en *région radicale*, l'examen des *synclinaux* qui se vident et qui ne laissent qu'une *cicatrice* est importante. Il permet de déduire que, détachées

du cœur de l'anticlinal et expulsées du synclinal, les couches se trouvent ailleurs (= habitus radical).

4. Les *zones isopiques peuvent être indépendantes des unités tectoniques.*

§ 3. *Définition de la Nappe de la Brèche.* — La Nappe de la Brèche écrase ou bouscule toutes les autres nappes préalpines. C'est la Nappe supérieure des Préalpes. C'est la nappe dont le berceau est le plus interne.

Sa série stratigraphique dans le Chablais (excepté la région frontale) est continue. On ne note aucune émersion du Rhétien à la sortie définitive des flots de la Nappe de la Brèche naissante. Cette continuité de sédimentation nous fait penser à un sillon marin, sillon qui était bordé à l'Ouest d'une cordillère dont la destruction alimentait les niveaux de brèche. Des brèches porphyritiques et des roches vertes interstratifiées dans le Flysch de la Nappe de la Brèche sont les indices de phénomènes volcaniques variés.

§ 4. *Les Austrides et le Briançonnais.* — D'aucuns rattachent les nappes préalpines supérieures au complexe des nappes austroalpines inférieures et moyennes. Voici, par exemple, l'opinion actuelle (1937) de Staub (134) sur l'origine des Préalpes:

1. Nappe du Niesen = Arblatflysch = Pennique supérieur.

2. Zone submédiane = Nappe du Falknis = avant-fosse de la nappe d'Err.

3. Nappe des Préalpes Médianes = Nappe de la Sulzfluh = partie interne du dos de la nappe de la Bernina (= Nappe de la Dent Blanche).

4. Nappe de la Brèche = Nappe du Languard (austroalpin moyen).

5. Nappe de la Simme = Géosynclinal du Quatervals (avant-fosse sur le front des Tyrolides).

Quand on compare les Préalpes aux Austrides, il faut procéder par raccords tectoniques successifs: des arcs préalpins à

la nappe du Falknis et à la nappe de la Sulzfluh, et de ces deux dernières aux nappes austroalpines inférieures.

Le Briançonnais, comme lieu d'origine des Préalpes, me plaît mieux que les Austrides. Tout d'abord les analogies stratigraphiques sont extrêment nombreuses. Tectoniquement aucun raccord préliminaire n'est nécessaire. L'amplitude du déplacement est beaucoup plus modeste, ce qui paraît plus vraisemblable que le recouvrement nécessité par l'enracinement des Préalpes dans les Austrides.

Les phénomènes volcaniques dont nous avons parlé dans la seconde partie suggèrent que le berceau de la Nappe de la Brèche se trouvait dans une portion de l'ancienne mer alpine dont le sial sous-jacent était soumis soit à des étirements, soit à des compressions allant jusqu'à la production d'énormes cassures. Le sima profitant des discontinuités pouvait s'infiltrer dans les sédiments. C'est là en général une manière d'être du géosynclinal pennique et de ses annexes, mais c'est sans doute aussi le mode d'intrusion des ophiolites de l'Aroser Schuppenzone.

Les recherches de ces dernières années dans le Briançonnais ont amené les géologues français à créer une nouvelle subdivision importante, la « zone subbriançonnaise ». On subdivise cette zone, à partir du Galibier vers le Nord, en subbriançonnais externe et interne. Les résultats des recherches actuelles entre le Galibier et Bourg Saint-Maurice seront probablement d'une grande importance dans l'établissement des racines des nappes préalpines.

Nous préférons l'étude directe du Briançonnais où l'on n'est pas autant exposé à des lacunes stratigraphiques ou tectoniques comme dans les Grisons. En effet, R. Staub cherche d'abord des racines à l'Est dans les Grisons, celles-ci trouvées, les parallélise par-dessus le massif du Gotthard et la culmination simplon-tessinoise avec les éléments tectoniques valaisans. En ce faisant on admet que les nappes peuvent se suivre d'un bout à l'autre du géosynclinal alpin, dans le même ordre et avec les mêmes faciès, ce qui est loin d'être démontré.

Richter (116) a repris les hypothèses de Spitz et Dyrenfurth en leur donnant plus de plasticité. Suivant la « Deckenbogen-

theorie », la chaîne alpine est formée de festons, d'arcs se recouvrant et se reliant les uns les autres. Richter qui est partisan de cette théorie prétend en conséquence que l'arc austro-alpin ne s'est jamais étendu à l'Ouest de sa situation actuelle. Si l'on reprenait cette vieille idée comme argument, le problème de l'origine des Préalpes serait privé de la solution austro-alpine.

On a vu comment Gignoux et Moret, arrivés eux aussi, à la notion de feston l'ont appliquée aux Alpes françaises (43, 44).

§ 5. *Du berceau de la Nappe de la Brèche.* Nous avons tenté dans les lignes qui précédent, de montrer pourquoi nous préférons la solution briançonnaise à la solution austro-alpine.

*Tectoniquement, rien ne s'oppose à ce que des nappes soient sorties de dessous le chevauchement pennique frontal.* Les nappes de l'Embrunais en sont un exemple. En effet leurs zones de dépôts s'intercalent entre les aires sédimentaires de l'hémicycle hercynien et celle de la zone houillère axiale (nappe du Grand Saint-Bernard). Par là nous savons que des nappes peuvent naître de dessous les Penniques et déferler sur l'Avant Pays. L'arc préalpin résulte sans doute d'un phénomène analogue.

Si l'on jette un coup d'œil sur la carte géologique des Alpes françaises, on verra qu'au Sud et au Nord de Bourg Saint-Maurice beaucoup de synclinaux sont réduits à l'état de cicatrices. C'est un *habitus de zone radicale.* Or cette région conviendrait particulièrement pour une origine des Préalpes de Savoie: analogies stratigraphiques, proximité des Préalpes, possibilité tectonique, habitus radical.

## OUVRAGES CONSULTÉS


1. ARBENZ, P., Probleme der Sedimentation und ihre Beziehungen zur Gebirgsbildung in den Alpen. *Vierteljahrschrift d. Natforsch. Gesellsch. Zürich, Heimfestschrift*, LXIV, 1919.
2. —— Zur Frage der Abgrenzung der pennischen und ostalpinen Decken in Mittelbünden. *Eclogae geol. Helv.*, vol. XVII, nº 3, 1922.
3. ARGAND, E., Sur la Racine de la Nappe rhétique. *Mitt. schweiz. geol. Kommission*, I. Jahrgang, 1909.
4. —— L'exploration géologique des Alpes Pennines centrales. *Bull. Geol. Geogr. Phys., etc. de l'Univ. de Lausanne*, nº 14, 1909.
5. —— Sur l'Arc des Alpes occidentales. *Eclogae geol. Helv.*, vol. XIV, p. 145, 1916.
6. —— La Tectonique de l'Asie. *C. R. XIII Cong. géol. int.*, 1922.
7. —— La zone pennique. *Guide géol. de la Suisse*, Wepf, Bâle, 1934.
8. BARBIER, R., Sur la zone du Pas du Roc dans le massif du Perron des Encombres. *C. R. S.G.F.*, nº 14, p. 279, 1938.
9. BAILEY, E. B., COLLET, L.-W., FIELD, R. M., Paleozoic Submarine Landslips near Quebec City. *Journ. Geol.*, vol. XXXVI, p. 577, 1928.
10. BAILEY, E. B., New Light on Sedimentation and Tectonics. *Geol. Mag.*, nº 788, p. 77, 1930.
11. BAILEY, E. B., WEIR, J., Submarine Faulting in Kimmeridgian Times: East Sutherland. *Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, vol. LVII, p. 429, 1932.
12. BAILEY, E. B., Tectonic Essays Mainly Alpine. Oxford, Clarendon Press, 1935.
13. —— Sedimentation in Relation to Tectonics. *Bull. Geol. Soc. America*, vol. 47, 1936.
14. BERTRAND, M., Le Môle et les collines du Faucigny. *Bull. Carte Géol. France*, nº 32, 1893.
15. BERTRAND, P., Les gisements à « Mixoneura ovata » de la région de Saint-Gervais-Chamonix. *B. S .G. F.*, 26, 1927.
16. BLANCHET, F., Etude géologique des Montagnes d'Escreins. *Trav. Lab. Géol. Univ. Grenoble*, 19, 1935.
17. BOUSSAC, J., Etudes stratigraphiques sur le Nummulitique alpin. *Mém. Carte Géol. France*, 1912.
18. CADISCH, J., LEUPOLD, W., EUGSTER, H., BRAUCHLI, R., Geologische Untersuchungen in Mittelbünden. *Heimfestschrift d. Naturf. Ges. Zürich*, LXIV, 1919.
19. CADISCH, J., Tektonik und Stratigraphie im penninisch-ostalpinen Grenzgebiet. *Verhdlgn. d. Naturf. Ges. Basel*, Bd. XL, 1929.
20. —— Zur Geologie von Davos. *Festschrift f. 110. Jahresversammlung der Schweiz. Naturf. Ges.*, Davos, 1929.
21. —— Geologie der Schweizeralpen. Beer, Zürich, 1934.

22. Chaix, A., Géologie des Brasses (Haute-Savoie). *Eclogae Geol. Helv.*, t. XII, 1913.

23. Chaput, E., Hovasse, R., Notice préliminaire sur le Crétacé supérieur de Zekerie Köy, au nord de Constantinople. *Bull. Fac. Sc.*, Stamboul, nº 4, 1930.

24. Chaput, E., Esquisse de l'évolution tectonique de la Turquie. *Public. Inst. Géol. Univ. de Stamboul*, nº 6, 1931.

25. Cole, G. A. J., Gregory, J. W., On the variolotic rocks of Mont Genèvre. *Quart. J. G. Soc.*, XLVI, 1890.

26. Collet, L.-W., Les Hautes Alpes calcaires entre Arve et Rhône. *Mém. Soc. Phys. et Hist. nat.*, vol. 36, fasc. 4, 1910.

27. —— The Structure of the Alps. Arnold, London, 1927, 1935.

28. Demay, A., Contribution à la synthèse de la chaîne hercynienne d'Europe. *Rev. Géogr. Phys. et de Géol. Dyn.*, vol. VII, 3, 1934.

29. Douville, H., Sur les calcaires à Radiolaires du Chablais. *B. S. G. F.* (4), I, p. 469, 1901.

30. Duparc, L., Ritter, E., Le grès de Taveyannaz et ses rapports avec le Flysch. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 8 avril 1895.

31. Favre, A., Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse voisines du Mont-Blanc. 3 vol. et atlas, Paris, Victor Masson, 1867.

32. Favre, E., Schardt, H. Description géologique des Préalpes du canton de Vaud et du Chablais jusqu'à la Dranse, etc. *Mat. pour la carte géol. suisse*, 22me liv., 1re série, 1887.

33. Fischer-Ooster, Die fossilen Fucoïden der Schweizer-Alpen, etc. Bern, Huber, 1858.

34. Fuchs, Th., Studien über Fucoïden und Hieroglyphen. *Denkschrift d. Math. Wiss. Classe d. Kaiserl. Akad. Wissenschaften*, Bd. LXII, Wien, 1895.

35. Gagnebin, E., Peterhans, E., Les analogies des Préalpes romandes avec les nappes de l'Ubaye. *B. Soc. vaud. Sc. nat.*, 56, nº 219, 1927.

36. Gagnebin, E., Les Préalpes internes dans la région de Champéry (Valais). *Eclogae Geol. Helv.*, vol. 21, nº 2, 1928.

37. —— Sur la présence du Gault dans la nappe de la Brèche du Chablais (Haute-Savoie). *C. R. S. Acad. Sc.*, t. 194, 30 mai 1932.

38. —— Les Préalpes et les « Klippes ». *Guide géol. de la Suisse*, fasc. II, Wepf, Bâle, 1934.

39. —— Notice explicative de la feuille Saint-Maurice de l'Atlas géologique de la Suisse au 1/25.000. Comm. géologique, Francke, Berne, 1934.

40. —— Les relations des nappes préalpines au nord du Val de Morgins (Valais). *Eclogae Géol. Helv.*, vol. 30, nº 2, 1937.

41. Gignoux, M., Moret, L., Observations à propos de deux notes de Géologie alpine: Grès singuliers du Col du Bonhomme (Savoie) et Trias à *Equisetites* du Briançonnais. *C. R. S.G.F.*, fasc. 1-2, p. 17, 1929.

42. GIGNOUX, M., Sur la présence du Néocomien dans le Briançonnais à l'Argentière (S. de Briançon). *C. R. S.G.F.*, 20 nov. 1933.

43. GIGNOUX, M., MORET, L., La zone du Briançonnais et les racines des nappes préalpines savoisiennes. *C. R. Acad. Sc.*, 24 avril 1933.

44. GIGNOUX, M., MORET, L., Sur le prolongement en Haute-Savoie et en Suisse des unités structurales des Alpes dauphinoises. *C. R. Acad. Sc.*, 18 avril 1933.

45. GIGNOUX, M., MORET, L., Les grandes subdivisions géologiques des Alpes françaises. *Ann. de Géogr.*, nº 234, 1934.

46. GIGNOUX, M., Géologie stratigraphique. Masson, Paris, IIme éd., 1936.

47. —— Stratigraphie de la bordure Ouest du Briançonnais entre Briançon et le Galibier. *B.S.G.F.*, (5), VI, 1936.

47 *bis*. —— Sidérolithiques et formations rouges dans les Nappes des Alpes françaises au Sud et à l'Est du Pelvoux. *C. R. S. G. F.*, nº 7, p. 114, 1936.

48. —— Tectonique et stratigraphe du Nummulitique à l'Est du Pelvoux. *B.S.G.F.* (5), t. VI, 1936.

49. GIGNOUX, M., MORET, L., Sur la stratigraphie de la zone du Pas du Roc, près Saint-Michel de Maurienne, et l'âge de la Brèche du Télégraphe. *C. R. S.G.F.*, nº 17, p. 278, 1936.

50. GIGNOUX, M., MORET, L., Géologie et morphologie de la vallée de la Valloirette (Savoie), du col du Galibier à Saint-Michel de Maurienne. *Rev. Géogr. alpine*, vol. XXV, 1937.

51. GIGNOUX, M., MORET, L., Description géologique du bassin supérieur de la Durance. Grenoble, Allier, 1938.

52. GOGUEL, L., Glissements sous-marins dans le Crétacé inférieur. *B.S.G.F.*, t. VIII, p. 251, 1938.

53. GÖTZINGER, G., BECKER, H., Neue Fährtenstudien im ostalpinen Flysch. *Senckenbergiana*, 16, 1934.

54. GUBLER-WAHL, Y., La Nappe de l'Ubaye au sud de la vallée de Barcelonnette. Essai géologique, Paris, Jouve, 1928.

55. HAUG, E., L'origine des Préalpes romandes et les zones de sédimentation des Alpes de la Suisse et de la Savoie. *Arch. d. Sc. Phys. et Nat.*, t. XXXII, 1894.

56. —— Sur l'origine exotique des Préalpes. *B.S.G. France* (4), I, 1901.

57. —— Contribution à une synthèse stratigraphique des Alpes occidentales. *B.S.G.F.* (4), XXV, 1925.

58. HEER, O., Le monde primitif de la Suisse. Genève, Demole, 1872.

59. —— Flora fossilis Helvetiae. Zürich, 1877.

60. HENDERSON, S. M. K., Ordovician submarine disturbances in the Girvan district. *R. Soc. Edinburgh*, vol. 58, p. 487, 1935.

61. JACCARD, A., Etude sur les massifs du Chablais compris entre l'Arve et la Drance (Feuille de Thonon et Annecy). *Bull. Carte géol. France, etc.*, nº 26, 1892.

62. JACCARD, Fr., La région de la Brèche de la Hornfluh (Préalpes bernoises). *Bull. Lab. Géol., etc. Univ. Lausanne*, nº 5, 1904.
63. —— La région Rubli-Gummfluh (Préalpes médianes (Suisse). *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. XLIII.
64. —— La Théorie de Marcel Bertrand (ou quelques réflexions sur la note de M. Steinmann intitulée: Die Schardtsche..., etc.). *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. XLII, nº 155, 1906.
65. JEANNET, A., Monographie géologique des Tours d'Aï et des régions avoisinantes (Préalpes vaudoises). *Mat. p. Carte Géol. Suisse*, Berne, Ire part. (1013), IIme part. (1918).
66. —— Das romanische Deckengebirge, Préalpes und Klippen. In *Geologie der Schweiz*, Bd. II, 2, Tauchnitz, Leipzig, 1920.
67. JOUKOWSKY, E., Sur quelques postulats de la glaciologie quaternaire. *Arch. Sc. phys. et nat. Genève*, 5me pér., vol. 13, 1931.
68. KILIAN, W., TERMIER, P., Contribution à l'étude des microdiorites du Briançonnais. *B.S.G.F.*, p. 349, 1898.
69. KILIAN, W., TERMIER, P., Note sur divers types pétrographiques et sur le gisement de quelques roches éruptives des Alpes françaises. *B.S.G.F.* (3), XXVI, 1898.
70. KILIAN, W., Sur les brèches éogènes du Briançonnais. *C. R. Acad, Sc.*, 24 juillet 1899.
71. —— Sur la tectonique des Préalpes. *B.S.G.F.* (4), I, 1901.
72. KILIAN, W., REVIL, J., Etudes géologiques dans les Alpes occidentales. II, fasc. 1 et 2, *Mém. Carte Géol. France*, 1908-1912.
73. KILIAN, W., PUSSENOT, C., La série sédimentaire du Briançonnais oriental. *B.S.G.F.* (4), 13, 1913.
74. KILIAN, W., Présence de galets de variolite dans les conglomérats burdigaliens des environs de Grenoble et le Miocène des Basses-Alpes. *C. R. S.G.F.*, nos 10, 11, 12, p. 77, 1915.
75. —— Sur la date de formation des nappes franco-italiennes. *C. R. S.G.F.*, nº 6, p. 65, 1921.
76. KRAUS, E., Über den Schweizer Flysch. *Eclogae geol. Helv.*, 25, 1932.
77. LEUPOLD, W., Neue mikropaläontologische Daten zur Altersfrage der alpinen Flyschbildungen. *Eclogae geol. Helv.*, vol. 26, p. 296, 1933.
78. LILLIE, A., Les Nappes de la Tour d'Anzeinde et du Laubhorn dans les Préalpes internes entre Arve et Giffre. *C. R. s. Soc. Phys. et Hist. nat. Genève*, vol. 52, nº 3, 1935.
79. —— Lames de cristallin dans les Préalpes internes entre Arve et Giffre. *Idem.*
80. —— Les Préalpes internes entre Arve et Giffre. *Rev. Géogr. Phys. et Géol. Dyn.*, vol. IX, fasc. 3, 1937.
81. —— La Nappe du Laubhorn entre le col de Coux et Morgins. *Eclogae geol. Helv.*, vol. 30, nº 2, 1937.
82. LOMBARD, Aug., Géologie de la région du Fer à Cheval (Sixt, Haute-Savoie). *Eclogae geol. Helv.*, vol. 25, nº 2, 1932.

83. LOMBARD, Aug., Conglomérats polygéniques du soubassement des Préalpes externes (Voirons, Pléiades, collines du Faucigny). Répartition et lithologie. *C. R. s. Soc. Phys. et Hist. nat.*, vol. 54, nº 3, 1937.

84. —— Conglomérats polygéniques du soubassement des Préalpes externes (Voirons, Pléiades, collines du Faucigny). Problème de leur origine. *Idem.*

85. DE LOYS, F., Monographie géologique de la Dent du Midi. *Mat. p. Carte Géol. Suisse*, Berne, 1928.

86. LUGEON, M., La région de la Brèche du Chablais. *Bull. carte géol. France*, nº 49, t. VII, 1895-1896.

87. —— Compte rendu de l'excursion de la Société géologique de France dans le Chablais. *B.S.G.F.* (4), 1901.

88. —— Sur la fréquence dans les Alpes de gorges épigénétiques et sur l'existence de barres calcaires de quelques vallées suisses. *Bull. Lab. Géol. Géogr., etc. Univ. Lausanne*, nº 2, 1901.

89. —— Recherches sur l'origine des vallées des Alpes occidentales. *Ann. de Géogr.*, t. X, 1901.

90. —— Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse. *B.S.G.F.* (4), col. I, p. 723, 1901.

90 *bis*. —— Bélemnites et Radiolaires de la Brèche du Chablais. *Eclog. geol. Helv.*, p. 419, 1903.

91. —— Sur l'origine des blocs exotiques du Flysch préalpin. *Eclogae geol. Helv.*, XIV, 1916.

92. —— Quelques faits nouveaux dans les Préalpes internes vaudoises (Pillon, Aigremont, Chamossaire). *Eclogae geol. Helv.*, vol. 31, nº 1, 1938.

93. MAILLARD. Considérations sur les fossiles décrits comme algues. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, ovl. XIV, 1887.

94. DE MARTONNE, Emm., L'érosion glaciaire et la formation des vallées alpines. *Ann. de Géogr.*, t. XIX, 1910 et XX, 1911.

95. MERLA, G., I graniti della formazione ofiolitica apenninica. *Boll. R. Uff. geol. d'Italia*, vol. 58, 1933.

96. MICHEL-LÉVY, A., Etude sur les pointements de roches cristallines qui apparaissent au milieu du Flysch du Chablais, des Gets, aux Fenils. *Bull. Carte géol. France*, nº 27, 1892.

97. MORET, L., BLANCHET, F., Contribution à l'étude du Crétacé intra-alpin (Alpes occidentales): Le problème des marbres en plaquettes. *B.S.G.F.* (4), 24, 1924.

98. MORET, L., Sur la découverte d'Orthophragmines dans les « grès de Taveyannaz » du massif de Platé (Haute-Savoie) et sur ses conséquences. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 21 janvier 1924.

99. —— Géologie du Massif des Bornes. *Mém. Soc. Géol. France*, nº 22, 1934.

100. —— Présentation d'un film cinématographique en couleurs sur la formation géologique des Alpes françaises. *Bull. Soc. Sc. Dauphiné*, t. 58, 1938.

101. NENTIEN, Constitution géologique de la Corse. *Mém. Serv. Carte géol. de France*, 1897.
102. NIGGLI, P., Der Taveyannazsandstein und die Eruptivgesteine der Jungmediterranen Kettenbirge. *Schweiz. Min. Petr. Mitt.*, 1923.
103. PARÉJAS, Ed., La Tectonique du Mont-Joly (Haute-Savoie). *Eclogae geol. Helv.*, vol. XIX, nº 2, p. 420, 1925.
104. —— Essai sur la Géographie ancienne de la région de Genève. *Public. Inst. Géol. de l'Univ. d'Istanbul, N. S.*, nº 2, 1938.
105. PILLOUD, J., Contribution à l'étude stratigraphique des Voirons. *Arch. Sc. phys. et nat.*, 5me pér., vol. 18, 1936.
106. PERRET, R., L'évolution morphologique du Faucigny (vallées du Giffre et de l'Arve). Paris, Barrère, 1931.
107. PETERHANS, E., Etude du Lias et des géanticlinaux de la Nappe des Préalpes médianes entre la vallée du Rhône et le lac d'Annecy. *Mém. Soc. helv. Sc. nat.*, vol. LXIII, 2, 1916.
108. PREISWERK, H., Note sur le Rhétien et le Lias du col de Coux (Val d'Illiez). *B.S.G.F.* (4), p. 721, 1901.
109. PUSSENOT, Ch., La Nappe du Briançonnais et le bord de la zone des Schistes lustrés entre l'Arc et le Guil. Allier, Grenoble, 1930.
110. —— Sur quelques points de l'itinéraire que doivent suivre les participants à la Réunion extraordinaire de la Société géologique dans les Hautes-Alpes en 1938. Distribué aux participants par l'auteur.
111. QUEREAU, C.-E., Die Klippenregion von Iberg (Sihltal). *Beitr. z. Geol. K. d. Schweiz*, 33, 1893.
112. DE QUERVAIN, F. Petrographie und Geologie der Taveyannazgesteine. *Schweiz. Min. Petr. Mittlg.*, 1928.
113. RABOWSKY, F., Sur l'extension de la Nappe rhétique dans les Préalpes bernoises et fribourgeoises. *C. R. Acad. Sc.*, 25 janvier 1909.
114. —— Les Préalpes entre le Simmental et le Diemtigtal. *Mat. Carte géol. Suisse*, 35me livr., 1920.
115. RENZ, H. H., Pflanzenführender Keuper in der Breccien-Decke des Simmentals. *Eclogae geol. Helv.*, vol. 29, nº 1, 1936.
116. RICHTER, M., Der ostalpine Deckenbogen. Eine neue Synthese zum alpinen Deckenbau. *Jhb. d. Geol. Bundesanstalt*, 80, 1930.
117. RITTENER, Th., Notice sur le pointement (cristallin) des Fenils. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, XVIII, 108.
117 *bis*. ROESSINGER, G., Bélemnites de la Brèche du Chablais (Brèche de la Hornfluh). *Eclog. geol. Helv.*, vol. VIII, p. 211, 1904.
118. SACCO, F., Les formations ophitifères du Crétacé. *Bull. Soc. belge de Géologie*, t. XIX, 1905.
119. SARASIN, De l'origine des roches exotiques du Flysch. *Arch. Sc. phys. et nat.*, t. XXXI et XXXII, 1894.
120. SCHARDT, H., Les blocs exotiques du Massif de la Hornfluh. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, XXXVIII, 143, 1901.

121. SCHARDT, H., Origine des Préalpes romandes. *Eclogae geol. Helv.*, vol. IV, p. 129, 1893.
122. SCHMIDT, C., Diabasporphyrite und Melaphyre vom N. Abhang der Schweizer Alpen. *N. J. f. Min., etc.*, I, p. 58, 1887.
123. SCHNEEGANS, D., Sur la découverte de nouveaux gisements de Diplopores dans le Trias de la zone du Briançonnais. *Trav. Lab. Géol. Univ. Grenoble*, vol. 17, fasc. I, p. 59, 1933.
124. —— La Géologie de Nappes de l'Ubaye-Embrunais entre la Durance et l'Ubaye. Thèse, Paris, Imprimerie Nationale, 1938.
125. SCHOELLER, H., La Nappe de l'Embrunais au Nord de l'Isère (avec quelques observations sur les régions voisines, etc.). *Bull. carte géol. France*, t. XXXIII, nº 173, 1929.
126. SCHROEDER, W. J., LILLIE, A., Le Nummulitique de Chantemerle (Samoëns, Haute-Savoie). *C. R. s. Soc. Phys. et Hist. nat. Genève*, vol. 52, nº 3, p. 281, 1935.
127. SCHROEDER, W. J., Découverte de coulées de lave sous-marines dans le Flysch de la Nappe de la Brèche. *Idem*, vol. 55, nº 1, p. 36, 1938.
128. —— Remarques à propos de coulées de lave sous-marines dans le Flysch de la Nappe de la Brèche. *Idem*, vol. 55, nº 1, p. 39, 1938.
129. STAUB, R., Über die Verteilung der Serpentine in den alpinen Ophiolithen. *Schweiz. Min. Petr. Mitt.*, Bd. II, p. 78.
130. —— Der Bau der Alpen. *Mat. Carte Géol. Suisse, N. S.*, 52me livr., 1924.
131. —— Der Bewegungsmechanismus der Erde. Berlin, Borntraeger, 1928.
132. —— Übersicht über die Geologie Graubündens. *Guide géologique de la Suisse*, Wepf, Bâle, 1934.
133. —— Gedanken zum Bau der Westalpen zwischen Bernina und Mittelmeer. *Vierteljahrschrift d. Naturf. Gesell. Zürich*, LXXXII, 1937.
134. —— Einige Ergebnisse vergleichender Studien zwischen Wallis und Bünden. *Eclogae geol. Helv.*, vol. 31, nº 2, p. 345, 1938.
135. STEINMANN, G., Die Schardtsche Überfaltungstheorie und die geologische Bedeutung der Tiefseeabsätze und der ophiolithischen Massengesteine. *Bericht. Naturf. Gesell. Freiburg i. B.*, Bd. XVI, 1905.
136. —— Die ophiolithischen Zonen in den mediterranen Kettengebirgen. *C. R. XIVe Cong. Géol. int.*, 1926.
137. TAVERNIER, Roches cristallines dans le canton de Taninges. *Revue savoisienne*, 1888.
138. TERMIER, P., KILIAN, W., Sur la composition des conglomérats miocènes des chaînes subalpines françaises. *C. R. Acad. Sc.*, t. CLXVII, p. 584, 1918.
139. TERMIER, P., Que l'ensemble tectonique Vanoise-Mont-Pourri dans les Alpes de Savoie n'est pas séparable de la Nappe du Briançonnais. *C. R. Acad. Sc.*, 27 décembre 1927.

140. TERMIER, P., MAURY, E., Nouvelles observations géologiques dans la Corse orientale: Les Radiolarites. *C. R. Acad. Sc.*, 23 avril 1928.

141. TRÜMPY, D., Geologische Untersuchungen im westlichen Rhätikon. *Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz*, 46, 1916.

142. VERNIORY, R., La Géologie des collines du Faucigny, Préalpes externes (Haute-Savoie). *Bull. Inst. nat. genevois*, t. LI, A, fasc. III, 1937.

143. VOLNEY-LEWIS, J., Origin of Pillow Lavas. *Bull. Geol. Soc. of America*, vol. 25, nº 4, p. 591, 1914.

144. WINTERHALTER, R. U., Petrographische Untersuchung eines augitführenden Tuffes aus der Gegend von Leuk. *Schweiz. Min. Petr. Mitt.*, Bd. XIII, p. 318, 1933.

145. YAMASAKI, N., Physiological studies of the great earthquake of the Kwanto district. *Journ. Fac. Sc. Imp. Univ.*, Tokyo, 2, 1926.

## CARTES

I. FRANCE. Carte topographique du Service géographique de l'Armée. Annecy, 160 *bis*, N.E., 1931.

II. FRANCE. Carte géologique de la France au 1/80.000. Thonon, 150, Ire éd., 1894.

III. FRANCE. Carte géologique de la France au 1/80.000. Annecy, 160 *bis*, IIe éd., 1930.

IV. SUISSE. Atlas géologique de la Suisse au 1/25.000. Feuille 483, Saint-Maurice (avec annexes, etc.), 1934.

V. LUGEON, Maurice. Carte géologique du Val d'Illiez. *Bull. Serv. Carte géol. France*, nº 49, 1895-1896, pl. VIII.

VI. LILLIE, Arnold. Carte géologique des Préalpes internes entre Arve et Giffre. *Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn.*, t. IX, pl. D, 1937.

VII. MORET, Léon. Carte géologique de la Savoie et des régions limitrophes au 1/200.000. Chambéry, 1929.

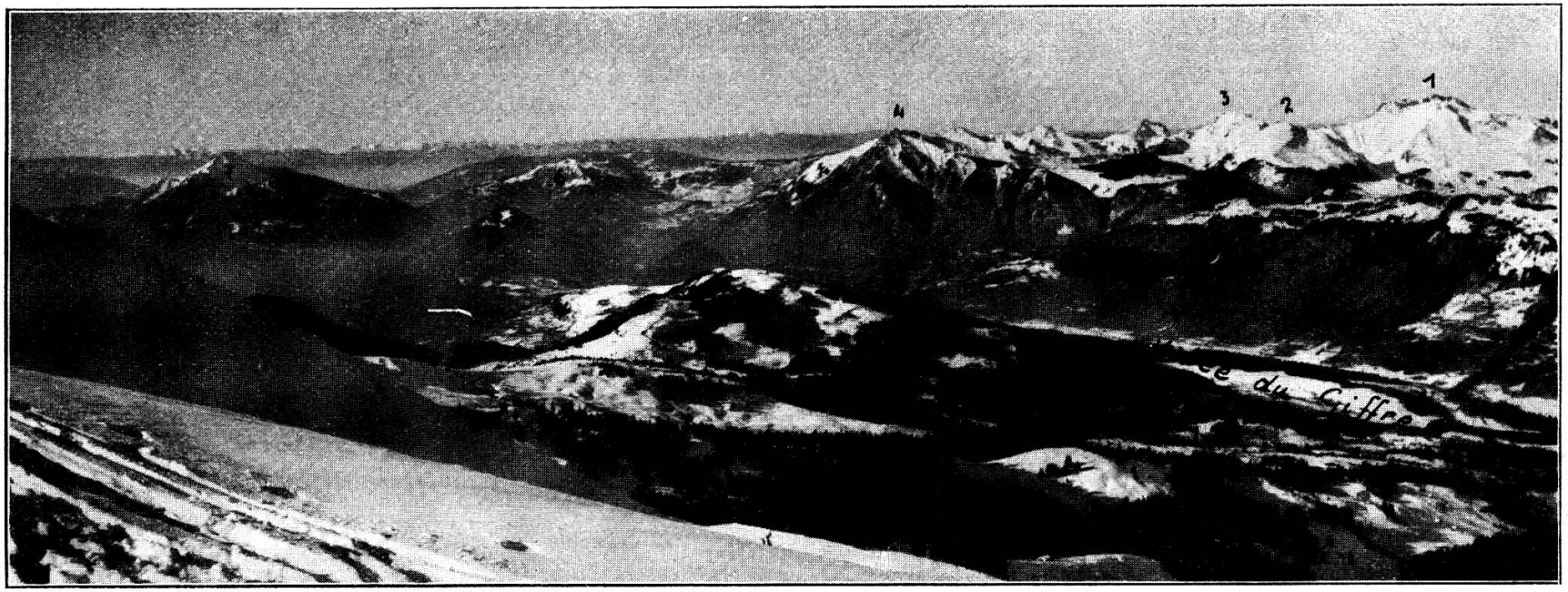



Fig. 25. Photo André Lombard

*Les Préalpes du Chablais vues des Prés de Scaix.*

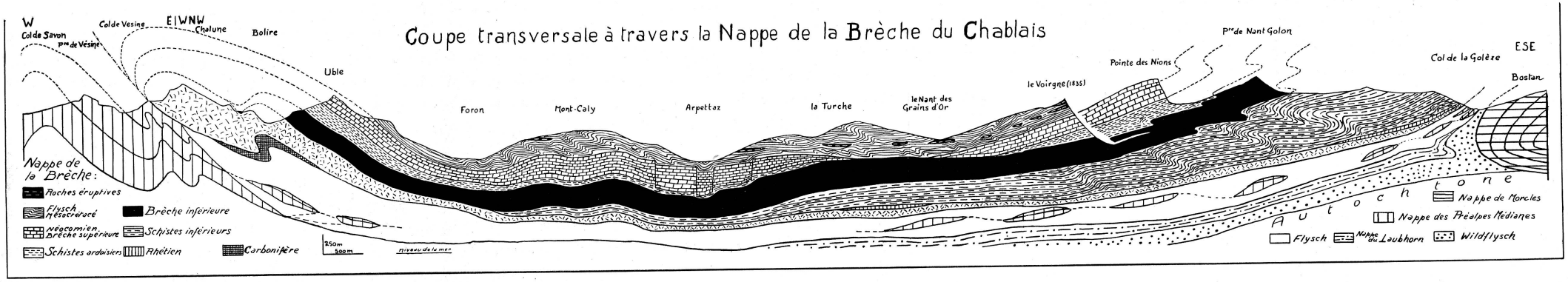
Au premier plan les *Préalpes internes.*

*Nappe de la Brèche:* 1. Roc d'Enfer. 2. Uble. 3. Chalune. 4. Pic-de-Marcelly.

*Nappe des Préalpes Médianes:* 5. Pointe d'Orchez. 6. Les Brasses. 7. Le Môle.

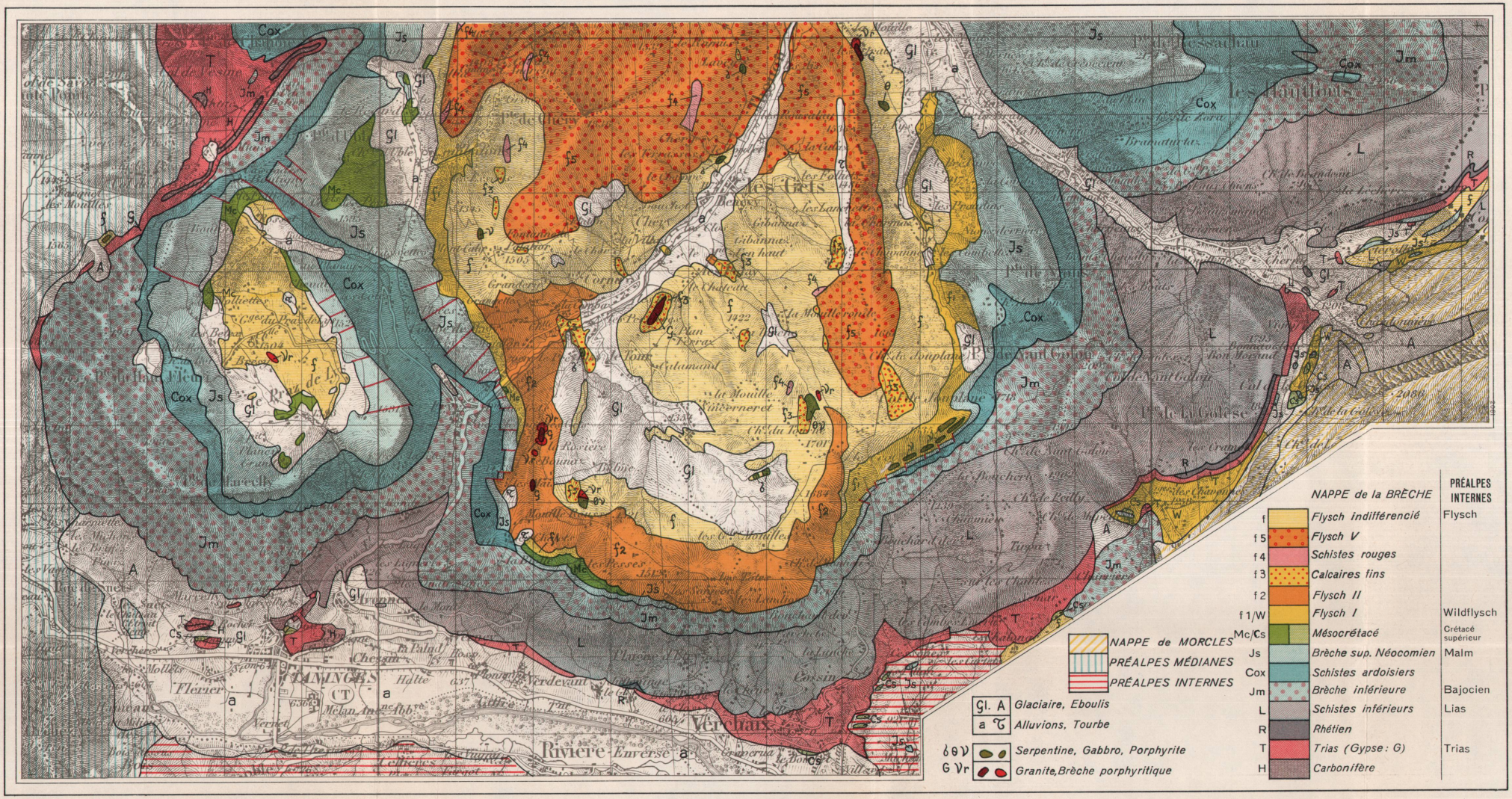
Au dernier plan: le *Jura.* La crête boisée derrière les Brasses (6) marque les Voirons *(Préalpes externes).* Entre le Môle (7) et le Jura, à gauche: le *Salève.*

*Erratum:* Dans la planche I, la légende du Trias a été involontairement omise (petits traits).


Coupe transversale à travers la Nappe de la Brèche du Chablais
W
Col de Savon
Pte de Vésine
Col de Vesine
E|WNW
Chalune
Bolire
Uble
Foron
Mont-Caly
Arpettaz
la Turche
le Nant des Grains d'Or
le Voirgne (1835)
Pointe des Nions
Pte de Nant Golon
Col de la Golèze
ESE
Bostan
Nappe de la Brèche:
Roches éruptives
Flysch Mésocrétacé
Néocomien Brèche supérieure
Schistes ardoisiers
Brèche inférieure
Schistes inférieurs
Rhétien
Carbonifère
250m
500m
niveau de la mer
Autochtone
Nappe de Morcles
Nappe des Préalpes Médianes
Flysch
Nappe du Laubhorn
Wildflysch

# CARTE GÉOLOGIQUE DE LA NAPPE DE LA BRÈCHE ENTRE GIFFRE ET DRANCE

par W.-J. SCHROEDER


NAPPE de la BRÈCHE
PRÉALPES INTERNES
f Flysch indifférencié Flysch
f 5 Flysch V
f 4 Schistes rouges
f 3 Calcaires fins
f 2 Flysch II
f 1/W Flysch I Wildflysch
Mc/Cs Mésocrétacé Crétacé supérieur
Js Brèche sup. Néocomien Malm
Cox Schistes ardoisiers
Jm Brèche inférieure Bajocien
L Schistes inférieurs Lias
R Rhétien
T Trias (Gypse: G) Trias
H Carbonifère
NAPPE de MORCLES
PRÉALPES MÉDIANES
PRÉALPES INTERNES
Gl. A Glaciaire, Eboulis
a Alluvions, Tourbe
θ ν Serpentine, Gabbro, Porphyrite
G νr Granite, Brèche porphyritique
Les Gets
Les Lindarets
Les Hauts Forts
Le Grand Colon
Le Col de la Golèse
Le Pic de la Golèse
Le Pic de Chésalaz
Le Pic de Chiens
Le Pic de Vernaz
Le Pic de Vallon
Le Pic de Fleuri
Le Pic de Flaine
Le Pic de Flaine
Le Pic de Flaine