

**Zeitschrift:** Mémoires de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Herausgeber:** Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Band:** 7 (1941-1943)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Observations et vues nouvelles sur la géologie des Préalpes romandes  
**Autor:** Lugeon, Maurice / Gagnebin, Elie  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-287464>

### **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:** 11.01.2026

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

## Observations et vues nouvelles sur la géologie des Préalpes romandes

PAR

Maurice LUGEON et Elie GAGNEBIN

*(Présenté à la séance du 23 octobre 1940.)*

---

Nous nous sommes livrés, en 1939, à des recherches dans les environs du col des Mosses dans le but de préciser les relations de la nappe du Niesen avec celle des Préalpes médianes et avec la zone interne. Plusieurs faits nous étaient connus, mais nous n'en avons pas tiré certaines conséquences qui intéressent l'ensemble des Préalpes.

### I. — Relation du Flysch maestrichtien de la nappe du Niesen avec sa couverture.

Où s'arrête, vers le haut, le Flysch maestrichtien du Niesen? Dans une note commune publiée par l'un d'entre nous (M. L.) avec E. W. K. Andrau (44), nous avons établi, dans le Flysch du Niesen, des subdivisions lithologiques, dont les niveaux furent décrits un peu plus tard avec un grand soin par Andrau (49). De ce Flysch, l'un de nous (76) a montré que la base comprend des couches de Dogger sur lesquelles repose, en transgression, le vrai Flysch crétacé. Dans le haut, cette série du Niesen se terminait par le Flysch dit « supérieur », superposé au Flysch dit « à nodosaires ».

Dans son mémoire, Andrau émet des doutes sur la vraie position de ce « Flysch supérieur » (49, p. 30). Il se demande s'il ne constitue pas une unité tectonique indépendante; mais faute de documents précis, il laisse la question en suspens. Un autre de nos élèves, R. B. MacConnell, semblait montrer



par ses recherches, malheureusement inédites, que ce soi-disant Flysch supérieur forme le niveau basal d'une série différente.

Il y avait donc une grosse question à élucider.

Andrau restait dans l'incertitude, parce qu'il n'avait pu observer aucune bonne coupe naturelle. Il avait découvert, non loin du col des Mosses, au Sud, entre le Flysch supérieur et les couches à nodosaires, une trainée de corneule et de calcaire dolomitique triasiques, mais l'on pouvait supposer que c'était une fenêtre dans le pays du Flysch.

De notre côté, nous avons deux observations importantes.

Dans la vallée de la Grande Eau, le long de la voie du chemin de fer, au SE du Sépey, dans la colline du Plan du Langy, le Flysch supérieur, facile à distinguer du Flysch à nodosaires, est nettement en discordance avec ce dernier. La discordance est tectonique, car le reste du Flysch du Niesen forme au-dessous une série aux couches parfaitement concordantes.

Une autre observation, celle-ci péremptoire, avait été faite, il y a quelques années, par l'un de nous (E. G.) en compagnie de MacConnell. Il s'agissait de la confirmer.

Aux environs du col des Mosses, le Flysch dit supérieur occupe une très grande étendue. Environ 2 km au NE du col, près de Praz Cornet, existent deux petites montagnes aiguës, éloignées l'une de l'autre de 1 km et dominant la région à topographie très douce du Flysch supérieur. L'une s'élève à 1793 m d'altitude et l'autre, au nom significatif de « Corne des Brenleires », à 1882 m.

Ces deux collines sont formées par du Flysch maestrichtien du Niesen, la première par du Flysch à nodosaires et la seconde par le même terrain surmonté du conglomérat moyen qui normalement se trouve immédiatement au-dessous. C'est donc du Flysch du Niesen renversé, en repos manifeste sur le Flysch supérieur.

Andrau parle de ces collines en hésitant sur leur position tectonique. Il remarque que dans la première les couches à nodosaires sont particulièrement riches en foraminifères, ce que nous avons pu vérifier.

Mais l'intérêt n'est pas là.

Au col entre les deux protubérances, à 150 m environ du chalet de Sire (1696 m), se voit une petite doline et près d'elle affleure, dans l'herbe, sur quelques mètres carrés, le calcaire dolomitique du Trias.

*Cela suffit pour démontrer que le Flysch supérieur doit être détaché de la série de la nappe du Niesen (fig. 1).*

Restait à déterminer l'âge de ce Flysch. Or, environ 400 m à l'W du sommet 1793, au chalet des Siernes de Praz Cornet (1663 m.), s'allonge une petite croupe formée de grès alternant avec des schistes. L'un de nos élèves, M. Tilev, a eu la chance d'y trouver, en notre présence, une nummulite montrant une excellente coupe équatoriale. Malgré nos recherches, nous n'avons pu découvrir d'autres exemplaires, mais cet unique suffit.

*Le Flysch maestrichtien de la nappe du Niesen repose donc ici, en petits lambeaux de recouvrement, sur du Flysch éocène d'une autre unité tectonique.*

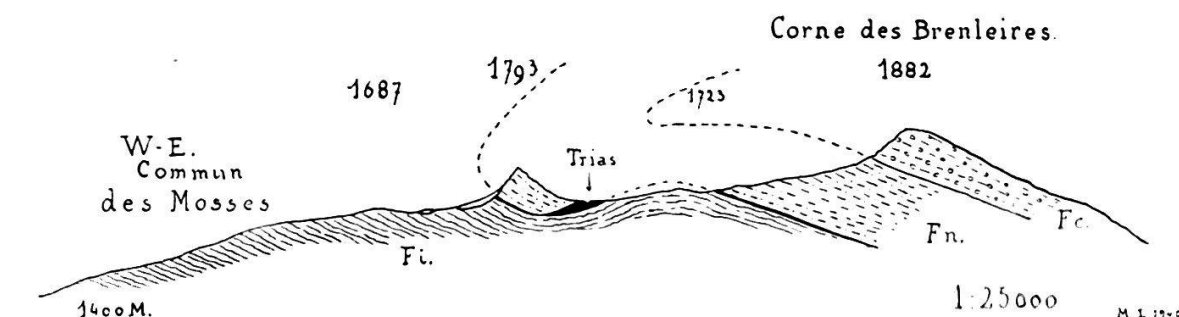


FIG. 1. — Coupe à l'E des Mosses, près de Praz Cornet.

Fi = Flysch éocène ultrahelvétique (Préalpes internes). — Fn = Flysch à nodosaires; Fc = Flysch, conglomérat moyen; tous deux maestrichtiens et appartenant à la nappe du Niesen. Cette coupe naturelle est très oblique à la direction des plis, ce qui exagère la valeur du recouvrement.

## II. — Extension et position tectonique du Flysch éocène vers le Sud-Ouest et conséquences.

Ce Flysch éocène occupe une très vaste surface, couverte en grande partie de terrain glaciaire, dans la région du col des Mosses. Il forme tout ce pays à douce topographie qui s'étend entre le haut chaînon de la nappe du Niesen avec le sommet du Pic Chaussy, au SE, et le chaînon du Mont d'Or formé par du Trias des Préalpes médianes.

Suivons ce Flysch vers le SW. On en voit un certain nombre d'affleurements sur les pentes dominées par l'arête du Mont d'Or et nous le retrouvons, typique, dans la gorge de la Grande Eau au SE du Sépey.

Là ce Flysch éocène, réduit en épaisseur, est séparé de la masse triasique des Préalpes médianes par une mince bande, en contact avec ce Trias, et bien visible dans le torrent du Troublon où elle fut découverte par F. Jaccard (22); elle est

constituée par des calcschistes jurassiques à radiolaires et calpionelles.

A. Jeannet a poursuivi vers l'aval, le long de la vallée de la Grande Eau, sur sa rive gauche (29), ces roches à radiolaires jusqu'aux environs d'Exergillod et l'un de nous (M. L.) en a retrouvé un ultime affleurement près du chalet d'Espigny, non loin de Salins, environ 1 km au NE de Panex; cette bande est donc repérée entre le Troublon et Espigny sur une distance de près de 5 km<sup>1</sup>.

Or ce Malm à radiolaires est souvent accompagné de Trias gypseux ou de cornieule. Et c'est dans cette même bande que se trouvent les singulières masses de Lias à gryphées des environs d'Exergillod. Le gypse se montre toujours dans le voisinage d'un Flysch qui n'est que la continuation du Flysch éocène des Mosses.

Le tout appartient aux Préalpes internes.

On sait que ces Préalpes internes (zone des cols) sont constituées par trois nappes superposées, à savoir, de haut en bas :

3. — *Nappe de Bex-Laubhorn*, caractérisée par son gypse et sa cornieule triasiques, par du Lias et de l'Aalénien accompagné de Bajocien.

2. — *Nappe de la Tour d'Anzeinde ou du Mont Bonvin*, avec son Jurassique supérieur et son Néocomien bathyal (Néocomien à céphalopodes).

1. — *Nappe de la Plaine morte*, reconnaissable à ses lames de Turonien, de Maestrichtien, parfois de Barrémien à faciès organogène, le tout lardant des schistes sombres, des grès souvent micacés. L'ensemble constitue parfois du Wildflysch.

Le Flysch des Mosses appartient à la nappe de Bex-Laubhorn. Les lames de Malm à radiolaires, celles de Lias à gryphées sont, avec le Trias, des paquets anticlinaux de cette nappe.

En s'approchant de la vallée du Rhône, le Trias de la nappe prend, sous la forme de gypse, d'énormes épaisseurs et rejoint sans discontinuité celui de Bex.

Le prolongement vers la vallée du Rhône de cette zone de Flysch éocène des Mosses avec ses trains de Trias, ses lentilles de Malm et de Lias, nous montre bien son indépendance à l'égard de la nappe du Niesen qui reste dans les

<sup>1</sup> Voir feuille des Diablerets de l'Atlas géologique de la Suisse au 1:25.000 (94).

hauteurs du Chamossaire. Mais il en découle une autre conséquence importante. Ce gypse est souvent en contact direct avec de la cornieule ou des calcaires triasiques des Préalpes médianes. Rien ne sépare, le plus souvent, ces deux Trias tectoniquement étrangers l'un à l'autre. Ce n'est que tout près de la plaine du Rhône, entre Aigle et Ollon, dans la dépression de Noches au S de Plantour, que Jeannet a signalé, entre le gypse et les calcaires à diplopores des Médianes, un petit affleurement de Flysch schisteux (fig. 2). Sa présence est ici capitale. La conséquence est que partout où nous trouverons du gypse dans la zone interne des Préalpes, il appartiendra à la nappe de Bex-Laubhorn, si étrange que soit la position de ce gypse.

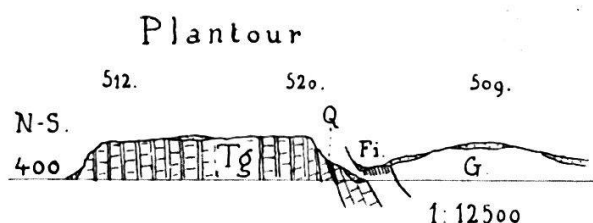


FIG. 2. — *La colline de Plantour entre Aigle et Ollon.*

Fi = Flysch éocène ultrahelvétique. — Tg = Calcaire triasique à gyroporelles; Q = Quartzite du Trias inférieur. Ces deux termes appartiennent aux Préalpes médianes. — G = Gypse de la nappe de Bex-Laubhorn. Coupe d'après A. Jeannet.

### III. — Extension du Flysch éocène et de ses accompagnants vers le Nord-Est; la Grande fenêtre mitoyenne.

Dans le Flysch éocène du col des Mosses, le Flysch créacé de la nappe du Niesen s'enfonce en anticlinaux couchés ou légèrement plongeants, définis et dessinés par Andrau dans la région du Pic Chaussy (49).

Ce Flysch éocène et ses accompagnants, que nous venons de montrer appartenant aux Préalpes internes, doivent se poursuivre vers le NE entre le front de la nappe du Niesen et le bord radical des Préalpes médianes. Nous ne les y avons pas suivis. Il pourra suffire, pour l'instant, d'examiner ce qu'en ont dit les géologues qui ont étudié ces régions.

Nous pouvons cependant affirmer que le Flysch éocène, au NE de la région des Mosses, reste très puissant sur une grande distance.

Des hauteurs de Praz Cornet, en examinant l'admirable panorama qui se déroule vers le NE, on voit, au col de Jable

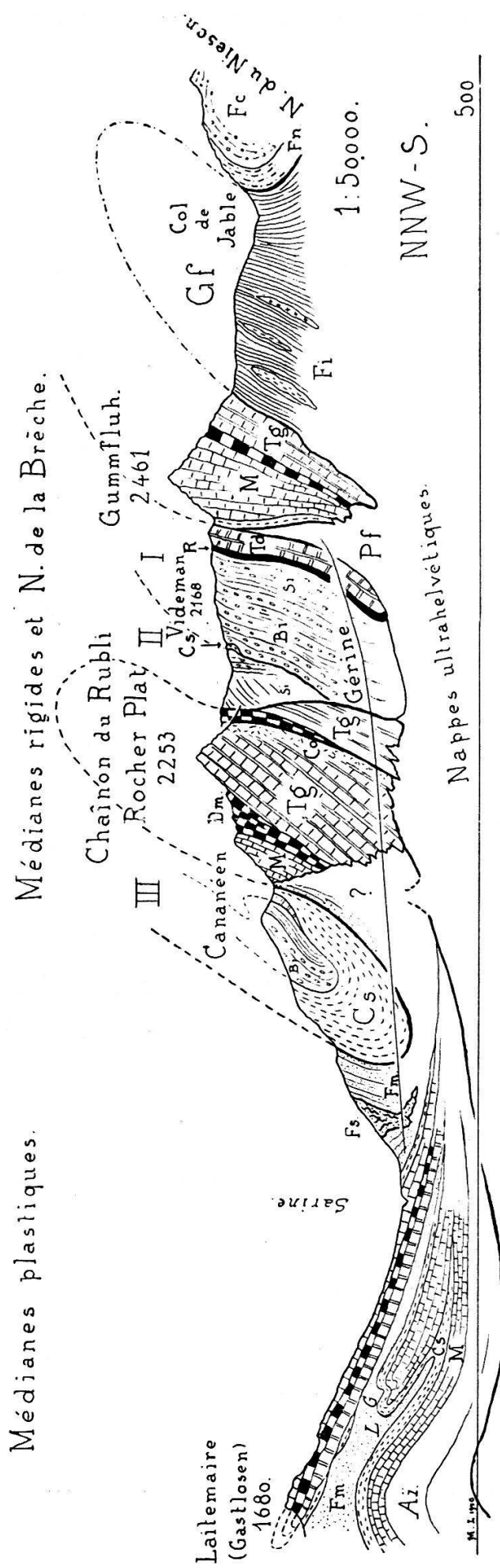


Fig. 3. — Coupe à travers les Préalpes du Pays d'Enhaut (Canton de Vaud). Videman-Gummfluh.

Aï = Anticlinal des Tours d'Aï; L = Synclinal de Leysin; G = Anticlinal de Sur le Grin. — Fm = Flysch des Préalpes médianes; Fs = Flysch céno-manien de la nappe de la Simme; Fi = Flysch éocène avec lentilles diverses de l'Ultrahelvétique; Fn et Fc = Flysch maestrichtien de la nappe du Niesen (Flysch à nodosaires et conglomérat moyen). — Cs = Crétacé supérieur (Couches rouges); M = Malm; Dm = Dogger à Mytilus; Tg = Trias à gyropores avec Co = Cornicule, le tout appartenant à la nappe des Préalpes médianes. — Nappe de la Brèche: Cs = Crétacé sup. (Couches rouges); Bi = Brèche inférieure (Dogger?); Si = Schistes inférieurs (Lias); R = Rhétien; Td = Calcaire dolomitique du Trias, parfois avec cornicule. — I = Pli interne; II = Pli moyen; III = Pli frontal. — Pf = Petite fenêtre mitoyenne; Gf = Grande fenêtre mitoyenne.



(1888 m) (situé entre la chaîne du Niesen et les escarpements de la Gummfluh, bord radical des Préalpes médianes) un pli frontal de la nappe du Niesen épaulé par une épaisseur d'environ 800 m de couches redressées du Flysch tendre éocène (fig. 3).

Il n'est pas certain que cette grande épaisseur se maintienne plus loin vers le NE, mais c'est l'indication que le Flysch éocène doit y jouer un rôle important et jusqu'ici insoupçonné.

C'est de ce col de Jable que naît la vallée du Meyelsbach, tributaire de la Sarine supérieure. Jaccard (18) y signale dans le Flysch des lentilles de Crétacé supérieur (Couches rouges) ainsi que du Trias gypseux. Puis MacConnell y a trouvé des brèches singulières que de Raaf (50) avait découvertes à Trom, près de Gstaad.

La présence de ces éléments dans un Flysch, — et il ne peut s'agir que de Flysch éocène — que ces chercheurs assimilaient à celui du Niesen, les a conduits à définir, longeant au N la nappe du Niesen, une zone qu'ils ont appelée la *zone submédiane*. Ils estiment que par les faciès de ses terrains, cette zone est intermédiaire entre la nappe du Niesen et celle des Préalpes médianes. Ils en font donc un complexe indépendant, rattaché au front du Niesen (cf. 56, fig. p. 80).

La liaison de cette zone submédiane avec les Préalpes internes ne pouvant plus faire aucun doute, elle doit donc dès maintenant être considérée comme une sorte de fenêtre aux masses écrasées, pincées entre les nappes du Niesen et des Préalpes médianes.

De Raaf, se basant en particulier sur les recherches et descriptions de Rabowski, a montré que cette zone s'étendait jusqu'aux environs de la fameuse Burgfluh, dans le bas Simmental. Rabowski (33) faisait, de cette trainée de lames, le flanc renversé des Préalpes médianes ; de Raaf et MacConnell, une digitation supérieure de la nappe du Niesen. Nous voyons qu'il s'agit d'une longue fenêtre d'un genre assez nouveau.

Examinons les terrains constitutifs des lames de cette zone dite submédiane.

Nous y trouvons du gypse, parfois en gros amas, du Crétacé supérieur, semblable aux Couches rouges des Préalpes médianes. Toutefois, à lire Rabowski (33, p. 20), ce Crétacé supérieur est plutôt formé par des « calcaires marneux gris foncé, souvent schisteux et verdâtres » qui rappellent beaucoup les *couches de Leimern* près de Habkern.

Dans la « klippe » de Zünegg près de Diemtigen, dont l'étude a été faite par E. Genge (46), il y a de l'Argovien noduleux à ammonites. Or ce faciès est bien connu dans les Préalpes bordières et il existe par exemple à la Lenk dans le haut Simmental, faisant partie de la nappe du Mont Bonvin (Tour d'Anzeinde).

Bref, les terrains de la zone dite submédiane sont ceux des Préalpes internes. Ils se rattachent à l'une ou à l'autre des nappes constituant cet ensemble complexe, qui réapparaît ici dans une position extraordinaire.

Le terme de zone submédiane doit donc tomber.

Nous désignerons désormais cette longue bande dont on connaît maintenant les attaches, sous le nom de *Grande fenêtre mitoyenne*.

#### IV. — La Petite fenêtre mitoyenne.

Nous supposons que le lecteur a sous les yeux la carte géologique du Simmental et du Diemtigtal de F. Rabowski (30).

On voit que les Préalpes médianes, par leur regard radical, dominant la région du Flysch crétacé du Niesen et sa couverture de Flysch éocène (*Grande fenêtre mitoyenne*) avec des lames mésozoïques.

Or, à ce bord radical des Préalpes médianes existe une écaille indépendante de calcaire triasique à diplopores, qui s'enfonce sous la masse principale de la nappe. Cette écaille, formant les sommets du Schwarzenberg, du Twirienhorn, du Rothorn et de la Mieschfluh, est séparée de la masse qui la domine par une mince bande de Flysch contenant des lames de Trias et de Crétacé supérieur, déterminant, chaque fois, une zone déprimée, un col (fig. 4).

L'examen des contours de la carte de Rabowski, et c'est également l'opinion formulée par ses coupes géologiques, montre que l'écaille se coince vers l'avant, mais nous ne pensons pas qu'elle s'enfonce longuement sous le corps principal des Préalpes médianes. La Mieschfluh prouve que l'écaille doit s'arrêter brusquement. Du reste, quelle que soit l'importance de la pénétration de l'écaille triasique, le fait capital est que la couverture de l'écaille est constituée par des éléments des Préalpes internes.

De Raaf assimilait ces terrains à la « zone submédiane » qu'il avait définie (50). Et en effet, ce sont les mêmes terrains que ceux de la *Grande fenêtre mitoyenne*. Mais leur

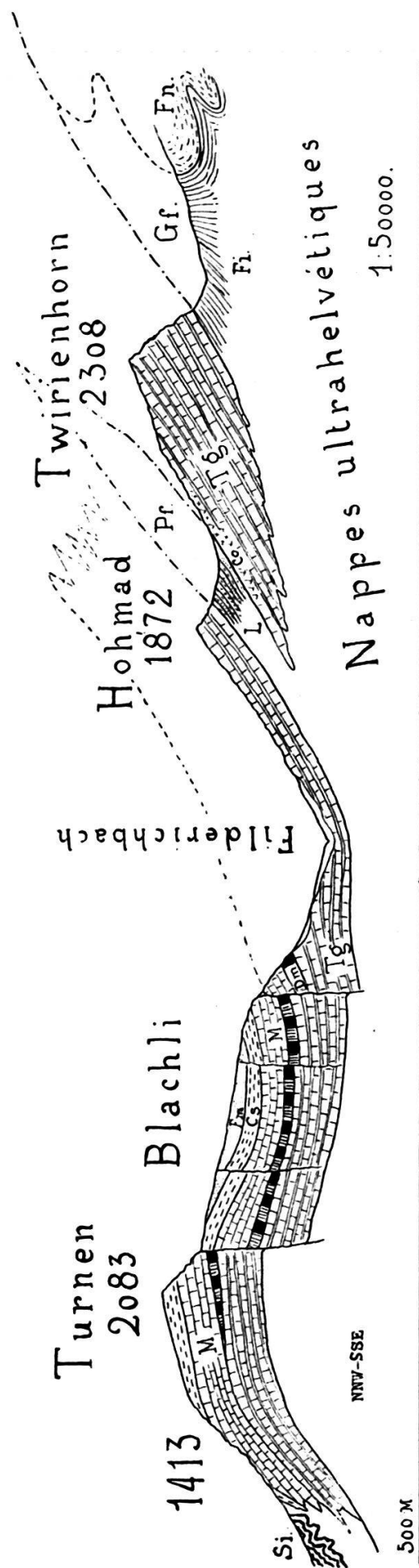


FIG. 4. — Coupe à travers les Préalpes du Diemtigtal (Canton de Berne), d'après F. Rabowski.

Fi = Flysch des Médianes; Fi = Flysch éocène ultrahelvétique. — Fn = Flysch maestrichtien de la nappe du Niesen. — Cs = Crétacé supérieur (Couches rouges); M = Malm; Dm = Dogger à Mytilus; Tg = Trias à gyropores. — Pf, Gn = Petite et grande fenêtres moyennes. — L = Lames diverses de cornieule (Trias), de Crétacé supérieur, etc., dans le Flysch de la Petite fenêtre. — Si = Nappe de la Simme.



position tectonique est différente ; ils ne sont plus ici coïncés entre la nappe du Niesen et la base des Médianes.

Cette nouvelle apparition des Préalpes inférieures au-dessus et en avant d'un élément des Préalpes médianes, nous la désignerons par l'expression de *Petite fenêtre mitoyenne*.

## V. — Le cas du Mont d'Or.

Entre le haut Simmental et la région du col des Mosses, d'où nous sommes partis, s'étendent des territoires dont la tectonique se complique par l'apparition des nappes supérieures du bâti préalpin, celles de la Brèche et celle de la Simme. Aussi, ce n'est qu'après avoir compris la structure des segments où l'érosion permet de pénétrer dans le substratum, que l'on peut, en appliquant les règles de la continuité, essayer de dessiner ce qui se passe réellement en profondeur sous ces territoires si complexes en surface.

Vers le SE s'élève le Mont d'Or qui a fait l'objet d'une étude de la part d'un de nos élèves, E. W. K. Andrau (49). Nous en avons examiné à nouveau la structure.

Dominant de grands espaces de Flysch à topographie adoucie, s'élève une haute arête calcaire de direction SW-NE, avec deux sommets, le Mont d'Or (2178 m) et le Dorchaux (2044 m). Cette longue faîtière cesse brusquement à ses deux extrémités et nul ne peut douter que le calcaire qui la constitue ne surnage le pays de Flysch. H. Schardt (20) en 1907 usait déjà de la même image.

Le Mont d'Or est formé par du Trias à diplopores des Préalpes médianes. Andrau y voit un synclinal déjeté ouvert au NW et compare cet ensemble à un grand bateau couché sur l'un de ses flancs.

En réalité, la disposition synclinale n'est pas prouvée. La charnière que l'on croit voir dans la région de Dorchaux n'est qu'une incurvation locale des couches, de sorte que nous ne savons aujourd'hui si ce Trias est en série normale ou renversée. Nous pensons plutôt à une série normale (fig. 5).

Dans les pentes descendant au NW de la haute muraille calcaire existe du gypse. Au col de la Pierre du Moëllé, ce gypse n'est séparé que par quelques mètres d'éboulis d'affleurements de cornieule qui eux-mêmes sont très près du calcaire à diplopores dominant. Tous les auteurs qui se sont occupés du Mont d'Or avaient considéré que ce gypse était stratigraphiquement lié au calcaire triasique par la cornieule intermédiaire.

L'idée de séparer tectoniquement ce gypse triasique de la cornieule et du calcaire à diplopores revient à l'un d'entre nous (E. G.) <sup>1</sup>.

Le gypse de la Pierre du Moëllé s'étend vers le NE en s'éloignant peu à peu des calcaires triasiques pour en être distant, au chalet de Charbonnière, de près de 1 km. Or, dans cet espace s'étend, au pied de la paroi calcaire, un bel affleurement de Flysch.

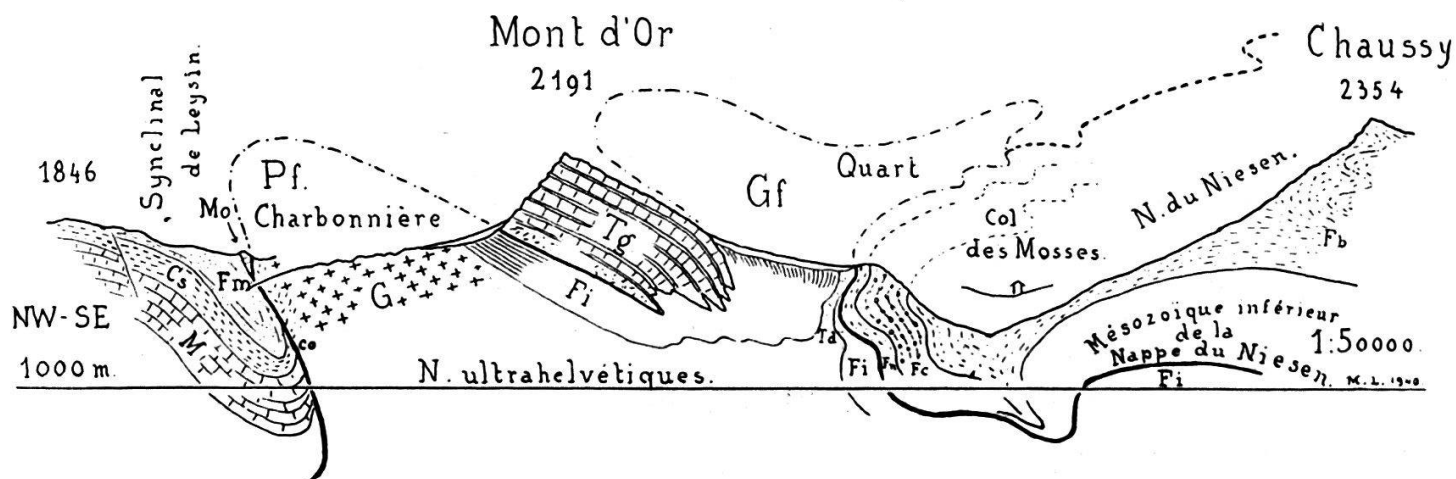


FIG. 5. — Coupe entre le synclinal de Leysin et le Pic Chaussy.

Fm = Flysch des Médianes; Fi = Flysch éocène ultrahelvétique; Fn, Fc, Fb = Flysch maestrichtien de la nappe du Niesen: Flysch à nodosaires, conglomérat moyen et conglomérats de base. — Cs = Crétacé supérieur (Couches rouges); M = Malm; Tg = Trias à gyro-porelles avec cornieule. — G = Gypse; Td = Calcaire dolomitique et Co = Cornieule, le tout du Trias. — Mo = Pierre du Moëllé. — Pf, Gf = Petite et grande fenêtres mitoyennes.

Le gypse de Charbonnière appartient donc aux Préalpes internes, à la nappe de Bex-Laubhorn. Avec le Flysch qui le sépare de la cornieule du Mont d'Or, c'est la *Petite fenêtre mitoyenne que nous retrouvons*, passablement élargie. Le Mont d'Or flotte sur le Flysch éocène; il est un lambeau de recouvrement de la nappe des Médianes.

Ce Flysch éocène est donc le même qui recouvre tectoniquement le Flysch crétacé de la nappe du Niesen dans les environs du col des Mosses (Grande fenêtre mitoyenne). Or,

<sup>1</sup> Andrau (49, p. 37-38 et 93-95) discute cette idée et s'y rallie, sans dire à qui il la doit. Dans la préface du volume qu'il a présenté comme thèse, il déclare franchement qu'elle lui fut proposée par E. Gagnebin; mais dans l'édition du *Bulletin du Laboratoire de Géologie de Lausanne*, l'auteur a subrepticement supprimé cette préface.

au SE de ce col existe, découvert par Andrau et décrit par lui (49, p. 55), un petit affleurement de cornieule et de calcaire dolomitique situé entre le Flysch éocène et le niveau supérieur du Flysch du Niesen (couches à nodosaires). Il est même probable que ce Trias est accompagné par du Lias ou du Dogger, ce qui sera à vérifier.

Ainsi, malgré la vaste couverture de glaciaire et d'éboulis, il est possible de dessiner la trace du plan de charriage séparant le Flysch de la Grande fenêtre mitoyenne de celui du Niesen, dans le versant sud-oriental du Mont-d'Or (cf. Pl. I).

C'est donc à partir du Mont d'Or, vers le NE, que commencent à se séparer en deux zones les Préalpes internes de la profondeur, en deux fenêtres mitoyennes, l'une qui suit la nappe du Niesen en s'appuyant sur elle, l'autre, tout comme celle qui sépare les masses triasiques du Diemtigtal, en longeant au NW la masse recouvrante du Mont d'Or. Celui-ci est donc l'équivalent de l'écaille du Twirienhorn-Mieschfluh démontrée par Rabowski.

Mais que devient, au NE du Mont d'Or, la Petite fenêtre mitoyenne ?

Aux environs de Charbonnière, le gypse de la nappe de Bex-Laubhorn, y compris la cornieule qui, sous lui, l'accompagne, a près d'un kilomètre de largeur. Brusquement, au N du chalet, ce gypse s'effile en surface et disparaît dans une vaste région boisée uniquement formée par du Flysch.

Ce Flysch appartient à deux nappes, à celle de Bex-Laubhorn et à celle des Préalpes médianes. Le deuxième se distingue du premier par l'intercalation de bancs de calcaires blonds compacts.

Pourquoi ce contact des deux Flysch ?

Ici, faisons appel aux recherches d'Alphonse Jeannet (29, 31). On sait qu'au S du grand anticlinal des Tours d'Aï s'ouvre le synclinal de Leysin, avec un noyau de Flysch. Il appartient aux Préalpes médianes. Le flanc renversé de ce synclinal, grandiose dans la basse vallée longitudinale de la Grande Eau, subit un amincissement graduel dès les environs du Sépey, en même temps que sa direction change ; de SW-NE, elle se coude vers le N. Au col de la Pierre du Moëllé, le flanc renversé du synclinal est réduit à un bloc de Malm (fig. 5). Plus loin, vers le NE, c'est le Trias de la Petite fenêtre mitoyenne qui est en contact avec le Flysch de ce synclinal de Leysin.

Or, comme le Trias de cette Petite fenêtre mitoyenne vient

lui aussi à manquer, le Flysch de la nappe de Bex-Laubhorn s'applique contre celui des Préalpes médianes.

Nous avons poursuivi notre rapide enquête un peu plus loin vers le NE, sur les flancs de la vallée de l'Hongrin : partout d'immenses étendues formées par les deux Flysch, recouverts par des dépôts glaciaires ou des éboulis.

Toutefois, aux environs d'Antheines, dans le versant gauche de la vallée de l'Hongrin, au N du lambeau de recouvrement du Mont d'Or, nous avons trouvé de petits entonnaires significatifs, qui valent des fossiles, démontrant toujours l'existence du gypse ou de la cornieule en profondeur sous le manteau de terrain superficiel.

## VI. — La suite de la Petite fenêtre mitoyenne dans les Alpes de Château d'Œx.

Ici, nous avons recours aux travaux de Frédéric Jaccard (18). Toutefois, nous avons rapidement revu la région dans le courant de l'année 1940.

L'un de nous (M. L.) avait, il y a bien longtemps, suggéré l'idée que les grands chaînons calcaires couronnés l'un par la Gummfluh (2461 m), l'autre par le Rubli (2288 m) ne pouvaient que reposer sur du Flysch, ou plutôt être plantés dans ce Flysch. Il avait engagé F. Jaccard à élucider le problème posé par cette simple suggestion.

Jaccard a répondu. Parlant des deux chaînons (Gummfluh et Rubli) il écrit : « Si je ne craignais de me voir accusé de vouloir faire de la littérature au lieu de science, je n'hésiterais pas à comparer ces écaillés à des épaves flottant sur une mer dont les vagues seraient composées des terrains du Flysch » (18, p. 126).

La carte géologique de Jaccard est très démonstrative. De fait, cette région de hautes montagnes, bordée au S comme au N par du Flysch, flotte réellement sur le Flysch et l'image de F. Jaccard est parlante. En effet, quand cette région montagneuse s'approche de la profonde vallée de la Torneresse, toutes les masses calcaires restent dans les hauteurs, alors que dans le fond de la vallée ne règne que le Flysch.

C'est en décembre 1907 que F. Jaccard a publié sa démonstration. Dans l'été de la même année, H. Schardt dirigeait, dans la région, une excursion de la Société géologique suisse dont le compte rendu a paru en mars 1908. Schardt

arrive aux mêmes résultats que Jaccard. « Tant que l'on considèrerait ces montagnes enracinées, une explication était difficile. Mais aujourd'hui cette disparition peut être citée comme une *preuve de recouvrement*. L'érosion ayant enlevé ces masses calcaires jusqu'au soubassement de Flysch, leur absence sur le Flysch de la région comprise entre Praz Cornet et les Tésailles s'explique naturellement » (20, p. 192).

Aujourd'hui que nous savons que le gypse triasique de la région est indépendant, sans liaison stratigraphique avec les calcaires triasiques à diplopores des Préalpes médianes, il est possible de préciser.

Le gypse de Charbonnière, dont il a été fait mention plus haut, s'effile donc jusqu'à disparaître totalement. Il réapparaît au N de la Lécherette, sur la rive droite de l'Hongrin, entre ce torrent et la Torneresse, formant une grande lentille allongée d'environ 1 km et large de 200 à 300 m. Puis plus loin vers le NE, Jaccard en signale près de Dayller, au pied du Rocher du Midi, et enfin le même auteur et H. Schardt indiquent la présence de cette roche au col de Base, col séparant à l'altitude de 1857 m le chaînon du Rubli (Rocher du Midi) de celui de la Gummfluh.

Nous voici donc en présence de la Petite fenêtre mitoyenne qui se montre sous la forme d'un étroit anticlinal presque vertical (fig. 6).

On arrive à démontrer ainsi que le chaînon de la Gummfluh est l'exacte continuation de celui du Mont d'Or et qu'il repose, comme ce dernier, sur le Flysch des Préalpes internes. Au S de ce chaînon la Grande fenêtre mitoyenne, au N la Petite.

Quant au chaînon du Rubli, c'est un autre élément tectonique (nous verrons plus loin qu'il est accompagné par une écaille, celle de la Dorfluh). Sous cet élément existe, dans le Flysch, du gypse de la nappe de Bex-Laubhorn, celui de Dayller dont nous venons de parler. C'est à ce chaînon flottant que l'on peut rapporter un calcaire triasique formant comme un gâteau posé sur le Flysch, à la Souplaz, entre l'Hongrin et la Torneresse.

De même, peut-être existait-il, jadis, en avant du Mont d'Or, un chaînon semblable, sans racine, entièrement détruit actuellement.

Nous ne pouvons pour l'instant dire si le Flysch qui se trouve au N du chaînon du Rubli appartient, en partie du moins, aux Préalpes internes, ou si en entier il est du do-





maine des Médiannes. De nouvelles recherches sont nécessaires. Elles seront du reste bien facilitées parce qu'aujourd'hui, nous semble-t-il, après quelques études que nous avons effectuées sur le terrain en 1940, et grâce à la publication de notes récentes, on est à même de distinguer les uns des autres ces Flysch préalpins que nous avons l'habitude de considérer tous comme éocènes et que nous représentions sur nos cartes par une teinte uniforme.

## VII. — Les Flysch préalpins.

En parlant de la Petite fenêtre mitoyenne qui sépare le chaînon de la Gummfluh d'avec celui du Rubli, au col de Base, nous nous sommes fondés sur la présence du gypse pour déclarer que les terrains des Préalpes internes montaient jusqu'à ce col. La preuve peut également en être faite par le Flysch, et c'est la raison qui nous amène à parler ici des Flysch préalpins.

Maintenant qu'est prouvé l'âge tertiaire du « Flysch supérieur », rattaché jusqu'ici à celui du Niesen, il est très probable que l'immense masse du Flysch du Niesen est tout entière d'âge maestrichtien. Abstraction faite, bien entendu, des couches jurassiques dont nous avons démontré l'existence à sa base (76) et dont le faciès est analogue. Le « Flysch supérieur », nous avons établi dès le début de cette étude qu'il appartient aux Préalpes internes, à la nappe de Bex-Laubhorn.

Or, au col de Base, accompagnant le gypse, existe une petite bande de Flysch. Nous ne doutions pas de son appartenance aux Préalpes internes, et par conséquent de son âge éocène, mais il fallait s'en assurer. C'est aujourd'hui chose faite. Une excursion d'élèves dirigée par l'un de nous (E. G.), en juillet 1940, avec précisément pour but l'étude du Flysch du col de Base, mit durant plus d'une heure 8 participants à la recherche de fossiles sur ce petit affleurement. On allait abandonner la place sans rien avoir trouvé lorsque M. Bruno Campana, assistant à l'Université de Fribourg, mit la main sur deux petites nummulites, parfaitement distinctes.

Une telle trouvaille, en cet endroit, eut fait affirmer naguère la présence de nummulites dans le Flysch des Médiannes ! Nous y voyons, au contraire, la preuve qu'il s'agit bien du Flysch des Internes. Car, dans cette région, les plus patientes recherches n'ont jamais décelé de nummulites dans le Flysch des Médiannes, tandis que celui des Internes en con-

tient, bien qu'elles y soient très rares sur de grandes étendues <sup>1</sup>.

Il convient de rappeler ici que W. Leupold, dans le « Wildflysch » des Préalpes internes de la région d'Adelboden, a trouvé des *Siderolites* maestrichtiens et des rosalines (53, p. 297). A moins qu'il ne s'agisse d'un repli de la nappe du Niesen, ce qui est bien peu probable, il faut en conclure avec lui que le Flysch ultrahelvétique débute dans le Crétacé supérieur <sup>2</sup>.

Quant aux Préalpes externes ou bordières, leur Flysch semble entièrement d'âge nummulitique. Les beaux travaux de J. Tercier sur la Berra (48), d'Augustin Lombard sur les Voirons (90), parmi les plus récents, confirment à cet égard les déterminations anciennes. On ne saurait donc chercher aucune liaison entre ce Flysch des Bordières et celui, maestrichtien, du Niesen.

\* \* \*

Le Flysch des *Préalpes médianes* présente des caractères qui lui sont propres. En particulier, à côté des grès micacés et des schistes qui sont communs à tous les Flysch, la présence de calcaires clairs, souvent jaunâtres ou blonds, compacts, à pâte très fine, est des plus typiques. La pâte de ces calcaires est presque toujours stérile ; mais à la surface de leurs couches, les helminthoïdes et les chondrites sont particulièrement fréquents. Ces calcaires sont différents de ceux que l'on trouve dans le Flysch ultrahelvétique et dans celui de la nappe de la Brèche ; ils semblent l'apanage exclusif et distinctif des Préalpes médianes.

Jusque tout récemment, on n'avait que des opinions très incertaines sur l'âge du Flysch des Médianes ; on savait seulement qu'il passe, vers le bas, aux Couches rouges du Sénonien, riches en rosalines. Dans le Flysch lui-même, aucun fossile caractéristique n'avait été trouvé. Deux travaux récents sont venus éclairer la question.

Bernard S. Tschachtli (85), de Berne, a étudié en détail une belle coupe, aux environs du col de Jaun (Fribourg-

<sup>1</sup> Dans l'étude toute récente que nous mentionnons plus loin (89), André Lombard annonce la découverte de petites nummulites, en Haute-Savoie, dans du Flysch qui semble bien appartenir aux Préalpes médianes. Par contre, nous avons de bonnes raisons pour supposer que certains des affleurements qu'il indique se rapportent, malgré les apparences, aux Préalpes internes.

<sup>2</sup> M. de Raaf rapporte également au Crétacé supérieur la brèche de Trom qu'il a découverte près de Gstaad dans sa « zone submédiane » (notre Grande fenêtre mitoyenne) (50, p. 108). De nouvelles recherches sont nécessaires pour attribuer cette brèche aux Préalpes internes ou à la nappe du Niesen.



Berne). Il montre la présence de rosalines dans les parties inférieures et moyennes des Couches rouges et leur absence dans la partie tout à fait supérieure. D'où il conclut que le haut des Couches rouges est probablement déjà paléocène. Et comme le Flysch qui les surmonte ne contient pas de nummulites, il le considère comme paléocène également. Cette détermination, on le voit, ne repose que sur des caractères négatifs, ce qui est toujours sujet à caution.

Dans une monographie très consciencieuse, André Lombard (89) de Genève, signale pour la première fois de petites nummulites dans le Flysch des Médiannes, en Haute-Savoie. En outre, il montre que le faciès détritique du Flysch peut s'établir dès le Sénonien supérieur.

Nous voici donc assurés que le Flysch des Médiannes, pour sa plus grande part, est d'âge nummulitique et passe au Sénonien. L'argument de Tschachtli sur l'absence — ou la grande rareté — des nummulites, qui le porte à limiter ce Flysch au Paléocène, garde une certaine valeur, jusqu'à plus ample informé; nous nous en tiendrons donc, sur ce point, au résultat de ses recherches.

L'essentiel est que le Flysch des Médiannes se distingue pétrographiquement de celui des autres nappes, surtout par l'intercalation de ces couches de calcaire blond compact à helminthoïdes. Nous pourrions ainsi, sur les cartes géologiques, tracer les limites qui le séparent d'autres Flysch avec lesquels il entre en contact, et que l'on confondait jusqu'ici. Les géologues qui lèveront la carte détaillée devront évidemment, désormais, distinguer ces Flysch les uns des autres.

\* \* \*

Et d'abord celui de la *nappe de la Simme*.

Dans le territoire des Préalpes médianes se développe une longue bande de Flysch, qui peut atteindre une largeur de 5 à 6 km. En Chablais, Renevier l'avait appelée la « zone du Flysch » (6, 9). En Suisse, elle a souvent été nommée « zone du Flysch du Hundsrück-Simmental ». Cette zone est complexe, en ce sens qu'elle peut être subdivisée transversalement par des anticlinaux surgis de sa profondeur, tel l'anticlinal des Tours d'Aï ou celui des Gastlosen.

C'est dans cette « zone du Flysch » que sont disséminées des masses mésozoïques, plus ou moins étendues, dont Gillieron avait déjà observé quelques-unes sans en comprendre la haute signification. Il était réservé à Jeannet et à Rabowski (24, 25) de montrer que ces lambeaux sont les restes d'une nappe spéciale, d'abord appelée « nappe rhétique », puis plus

tard « nappe de la Simme » (33, p. 64). C'est aussi dans la zone du Hundsrück-Simmental que se trouve en abondance un conglomérat très particulier, associé au Flysch ; B. Studer, qui l'avait découvert (1, p. 304), l'avait appelé « Poudingue de la Mocausa » (Mocausagestein), du nom disparu d'un chalet situé dans la haute vallée de Vert Champ<sup>1</sup>.

Dans les lambeaux de la nappe de la Simme qu'il décrit avec une si admirable exactitude, au NW de l'anticlinal des Tours d'Aï, A. Jeannet constatait des bancs de poudingue tout semblables et, dans le ciment de l'un d'eux, découvrit un unique exemplaire d'orbitoline cénomanienne (31, p. 94). Jeannet considéra donc son conglomérat comme cénomanien et suggéra l'idée que tout le poudingue de la Mocausa pourrait bien être du Cénomanien appartenant à la nappe de la Simme (31, p. 136). Jeannet fait remarquer aussi que, dans les lambeaux vaudois dont il s'occupe, le poudingue est accompagné de grès à lits charbonneux et débris de plantes.

Rabowski, s'attachant à l'étude de la région du Simmental, n'a pas suivi les suggestions de son camarade de laboratoire. Dans son ouvrage paru en 1920 (33), sept ans après celui de Jeannet, il analyse avec une précision remarquable les éléments qu'il rapporte au Mésozoïque de la nappe de la Simme, et qui présentent des complications tectoniques presque inextricables, mais il ne s'attarde guère au Flysch qui les englobe. Quant au poudingue de la Mocausa, il l'attribue comme tous ses prédécesseurs au Flysch des Préalpes médianes, estimé d'âge éocène. Il s'avise bien, pourtant, que ce conglomérat contient comme éléments des roches caractéristiques de la nappe de la Simme, mais il explique le fait par un phénomène de sédimentation très spécial. En effet, parlant de la succession des mouvements dans les nappes préalpines — sujet que nous reprendrons dans un chapitre ultérieur — il écrit (33, p. 125) :

« Les premiers mouvements importants datent du commencement de l'Eocène, ainsi que le prouve l'absence de sédiments de cet âge dans la nappe de la Simme. C'est en s'avancant alors vers la zone de sédimentation du Flysch des Préalpes médianes et en émergeant qu'elle a pu fournir à ce dernier les débris roulés de [ses] terrains constitutifs. C'est ainsi que se sont formés les poudingues de la Mocausa et les grès à éléments de la nappe de la Simme ».

<sup>1</sup> Ce nom charmant a disparu, lui aussi, de nos cartes récentes, remplacé par celui de « vallée des Siernes Picats ».

L'hypothèse de Rabowski est séduisante (et nous y reviendrons plus loin). On voit cette nappe de la Simme se déclencher, s'avancer vers la fosse de sédimentation du Flysch des Médiannes et la nourrir de ses débris. Les immenses épaisseurs de Flysch du Hundsrück et du Rodomont, avec leurs bancs de poudingue de la Mocausa, auraient ainsi constitué la partie la plus jeune du Flysch des Médiannes.

Il faut reconnaître que la présence d'une seule orbitoline, découverte par Jeannet après quelles minutieuses recherches, ne suffisait pas à garantir l'âge cénomanien de son conglomérat, car on sait avec quelle facilité des foraminifères de cette taille peuvent être remaniés dans des sédiments plus jeunes. Jeannet n'affirmait pas non plus catégoriquement l'identité de ses bancs isolés de poudingue de la nappe de la Simme avec les grandes masses du poudingue de la Mocausa du Pays d'Enhaut (31, p. 136).

Depuis quelques années, lors d'excursions d'étudiants, la similitude de ces roches nous avait cependant frappés. Un de nos élèves, Pierre Freymond, revoyant la vallée de l'Hongrin (86), établissait la liaison entre les poudingues décrits par Jeannet dans le torrent du Leyzay (région des Tours d'Aï, lambeau de la nappe de la Simme) et ceux que Schardt avait depuis longtemps signalés dans le Mont Chevreuil (entre l'Hongrin et la Sarine) comme étant du poudingue de la Mocausa (4). C'est ainsi que l'un de nous, découvrant dans le Chablais, en 1938, au NE du village de Vacheresse, un affleurement de conglomérats pareils (80) n'hésita pas à le considérer comme un lambeau de la nappe de la Simme. Mais l'âge de ces poudingues restait mal établi.

Les choses en étaient là quand parut la note de B. S. Tschachtli dont nous avons parlé plus haut (85) et qui est d'une grande importance. Dans la région du col de Jaun, il distingue nettement, du Flysch paléocène des Médiannes, un ensemble de Flysch qui le surmonte, mais dont l'âge est mésocrétacé et qui appartient à la nappe de la Simme.

Rabowski considérait comme terme final de la série mésozoïque de cette nappe, des schistes à foraminifères (globigérines) à la base desquels s'intercalent par places des calcaires échinodermiques à *Orbitolina conica* (33, p. 64, 113, 120). Dans ces schistes à foraminifères, Tschachtli trouve des rosalines également cénomaniennes ou turoniennes (*Globotruncana appenninica* RENZ) et montre que ces couches marneuses, souvent rougeâtres ou verdâtres à leur partie inférieure, ne sont que la base d'une puissante série, comprenant le poudingue

de la Mocausa et représentant le Flysch de la nappe de la Simme. Ce Flysch, qui serait tout entier d'âge cénomanien-turonien, constitue les collines du Hundsrück, à l'W de Zweisimmen, des Rodomonts au NE de Rougemont et de grandes étendues dans la vallée de Vert Champ (vallée des Siernes Picats)<sup>1</sup>. Toutefois, Tschachtli n'avait encore trouvé aucun fossile caractéristique dans le poudingue de la Mocausa lui-même.

Ainsi, le Flysch mésocrétacé de la nappe de la Simme occupe la plus grande partie de la « zone du Hundsrück-Simmental », que l'on rattachait jusqu'ici aux Préalpes médianes.

Nous avons, durant l'été 1940, étudié ces étendues de Flysch dans le Pays d'Enhaut vaudois, dans la région du col de Jaun et dans le Simmental, pour tenter de distinguer ceux de chacune des nappes et d'en tracer les limites. On y arrive fort bien, lorsque les affleurements sont suffisants. Ces recherches ont été faites en majeure partie avec la collaboration de M. Bruno Campana, assistant à l'Université de Fribourg, qui poursuit une étude très détaillée de la région des Siernes Picats et dont le mémoire, attendu avec impatience, apportera de nombreuses données nouvelles et des précisions du plus haut intérêt.

Le Flysch de la nappe de la Simme se distingue de celui des Médiannes par l'absence totale de ces bancs de calcaire blond compact à helminthoïdes. A ce caractère négatif s'ajoute une série de caractères positifs. Ainsi la présence fréquente, à la base, de schistes marneux rougeâtres (Flysch rouge), souvent accompagnés ou surmontés de couches schisteuses contenant des lits de quartzite à glauconie, de radiolarites, de calcaires compacts clairs, des bancs de calcaires à entroques. Au-dessus s'élève une puissante série schisto-gréseuse où dominant de plus en plus des bancs de grès micacés à débris charbonneux, qui sont inconnus dans le Flysch des Médiannes. C'est dans le haut de ce complexe qu'apparaissent les fortes assises du poudingue de la Mocausa.

<sup>1</sup> Tschachtli tient à donner un nom nouveau au complexe du poudingue de la Mocausa et des grès qui l'accompagnent. Il l'appelle le *Flysch des ruines* (Ruinen-Flysch), parce qu'il l'a observé sur le mamelon de la ruine de Weissenburg, dans le Simmental. Nous avons revu ce Flysch de Weissenburg : il s'agit d'un affleurement de faible étendue, sous les fondations de l'ancien château. C'est le complexe de la Mocausa, des plus typiques, mais où le poudingue est fort mal représenté. Alors à quoi sert un autre nom, qui contribue à rendre de plus en plus inabordable notre géologie régionale, pour désigner un ensemble bien défini depuis longtemps, et classique ? Ce « Ruinen-Flysch » doit promptement et définitivement disparaître de la littérature.

Telle est, par exemple, la succession qu'on observe dans la vallée des Fenils, au N de Saanen, ou bien sur les pentes du versant nord-ouest du Hundsrück, ou encore aux environs de Weissenburg dans le Simmental.

Dans le chaînon du Hundsrück, Tschachtli mentionne des conglomérats d'un niveau supérieur au poudingue de la Mocausa et qui s'en distinguent par la présence d'éléments cristallins. Ce conglomérat polygénique du Hundsrück nous a paru ne former qu'ici et là quelques bancs lenticulaires, en général peu développés. On ne le trouve qu'au voisinage de l'arête, par exemple à son extrémité nord-est, près de Hürli (2 km. au SSW du col de Jaun).

Nous estimons qu'une étude très poussée et très critique de la stratigraphie du Flysch du Hundsrück, du Flysch de la nappe de la Simme en général, est nécessaire pour qu'on puisse se prononcer sur la position précise des deux sortes de conglomérats et sur leurs relations. Mais nous pouvons apporter un fait nouveau, d'une certaine conséquence.

Nous avons parcouru rapidement le chaînon du Hundsrück, en septembre 1940, en compagnie de P. Fallot, du Collège de France, et de B. Campana; celui-ci venait de nous quitter pour prendre un autre chemin lorsqu'il nous appela: il avait découvert parmi les éboulis de poudingue de la Mocausa un gros bloc de grès portant à sa surface de petites orbitolines. Le point exact de cette trouvaille est sur le sentier conduisant de Birren à Hintere Schneit, au N du point 1933, 9 (feuille de Zweisimmen au 1 : 50.000, N° 462 de l'atlas Siegfried, éd. de 1935, km 587,3/154,7) au haut du versant droit du fond de la vallée du Jäunlibach.

Cette découverte confirme l'opinion de Jeannet et de Tschachtli, en apportant la preuve paléontologique que le poudingue de la Mocausa est d'âge cénomanien, et par conséquent la plus grande partie, en tout cas, du Flysch de la nappe de la Simme.

Dans le chaînon du Hundsrück, on aurait de haut en bas la superposition suivante :

4. Schistes et grès micacés avec traces charbonneuses, contenant de faibles intercalations lenticulaires de conglomérat polygénique (à éléments cristallins). Epaisseur d'environ 1000 m.

3. Poudingue de la Mocausa, en gros bancs, avec intercalations et passages latéraux à des grès charbonneux à orbitolines cénomaniennes. Environ 100 m.



2. Schistes et grès micacés, avec marnes rouges dans la partie inférieure. Environ 600 m.

1. Flysch des Médiannes.

Si le Flysch de la Simme occupe, dans nos Préalpes, de plus vastes territoires qu'on ne l'imaginait jusqu'ici, il est certain qu'autrefois son extension était encore beaucoup plus grande. Il y a plusieurs années l'un de nous (M. L.), en compagnie d'un de nos élèves, J.-P. Schumacher, a trouvé du poudingue de la Mocausa dans le synclinal de la Dent de Corjon (43, p. 66) qui se prolonge au SW par celui des Rochers de Naye. On sait d'autre part (56, p. 89, 94; 66, p. 61) que le poudingue oligocène du Pélerin, sur Vevey, constitué d'éléments préalpins, contient en abondance des cailloux de radiolarites provenant de cette nappe et manifestant quelle devait être son importance. Il est possible qu'elle ait couvert primitivement tout le front des Préalpes médianes, en Suisse tout au moins.

En Chablais, la nappe de la Simme n'est connue, aujourd'hui, que par le petit lambeau de poudingue de la Mocausa découvert par l'un de nous entre Bernex et Vacheresse (80). Mais maintenant que l'on sait distinguer son Flysch de celui des Médiannes, il est possible qu'on en trouve de plus grandes quantités. Tous les synclinaux du Chablais sont à revoir de ce point de vue nouveau<sup>1</sup>.

Le poudingue de la Mocausa n'est donc qu'un des niveaux du Flysch de la nappe de la Simme, lequel est très important, très épais, très complexe, peut-être tout entier cénomani, en tout cas dans sa plus grande partie.

\* \* \*

Reste le Flysch de la *nappe de la Brèche*.

Avant d'en parler, il est utile de confirmer le fait qu'en Suisse, les « Couches rouges » du Crétacé supérieur reposant sur la Brèche inférieure jurassique, appartiennent bien à cette nappe. C'était l'opinion de Rabowski, mais il s'opposait en cela à tous les auteurs qui l'avaient précédé.

L'un de nous (M. L.), étudiant jadis la Brèche du Chablais, avait cru constater, entre la Brèche supérieure de la Pointe de Grange et les Couches rouges qui la recouvrent, une bande de Flysch (12, p. 149, 249, 304). Cela l'obligeait à

<sup>1</sup> Par exemple, il se pourrait que les grès charbonneux signalés récemment par André Lombard (89, p. 120) dans le Flysch du synclinal de Mieussy, en Haute-Savoie, fassent partie d'un lambeau de la nappe de la Simme.

imaginer une singulière hypothèse pour expliquer la situation de ce Crétacé supérieur : il en faisait un copeau indépendant de la nappe de la Brèche, arraché peut-être à celle des Médianes. Ce n'est qu'en 1930 que le second signataire du présent article (52) reconnut du Gault dans ce soi-disant Flysch intercalaire, et montra la liaison stratigraphique de la Brèche supérieure avec les Couches rouges.

En Suisse, H. Schardt et F. Jaccard ont toujours soutenu que les Couches rouges associées à la Brèche en étaient originellement indépendantes et provenaient de lames arrachées aux Médianes. Rabowski au contraire (33, p. 124-125) démontrait que ce Crétacé supérieur repose stratigraphiquement sur la Brèche, aussi bien sur la Brèche inférieure que sur la supérieure, et transgresse par un conglomérat de base.

Dans les Préalpes du Pays d'Enhaut, entre le Rubli et la Gummfluh, à l'E de l'arête de Videman, se trouvent deux petits affleurements de Couches rouges, reposant sur la Brèche inférieure (fig. 3). Leur étrange position a bien embarrassé Schardt et Jaccard et leur a fait commettre, à tous deux, une grosse erreur tectonique. Etudiant à nouveau ces affleurements, en juillet 1940, avec l'aide de nos élèves, nous y avons trouvé la brèche de base la plus typique et la surface de transgression la plus nette, où l'argile rouge du Crétacé s'infiltrait dans la Brèche inférieure.

Le fait que la nappe de la Brèche possède ses propres Couches rouges crétacées a son importance, car avec elles se lie le Flysch qui donc appartient bien à cette nappe. La liaison, nous avons pu la constater nettement sur la grande route entre Rougemont et Saanen, près de Vanel ; un élargissement récent, en juillet 1940, permettait de voir le passage insensible, sur 2 ou 3 m, des Couches rouges marneuses au Flysch gréseux et micacé, par l'intermédiaire de schistes rouges et verdâtres.

Ce Flysch de la nappe de la Brèche, en Suisse, se distingue assez facilement de celui des Médianes. Il ne contient pas ces bancs de calcaires blonds à helminthoïdes, caractéristiques des Médianes. Les calcaires qu'on y rencontre sont différents, schistoïdes, irrégulièrement plaquetés, à pâte très compacte, d'un gris assez foncé à la cassure, d'un gris bleu clair à la surface. A côté des grès micacés communs à tous les Flysch, les schistes sont généralement plus onctueux, plus lustrés et satinés, plus fins que ceux des Médianes.

Dans le Flysch de la nappe de la Brèche, ou disons par prudence dans le Flysch du voisinage de cette nappe, on trouve

aussi, mais très rarement, des brèches polygéniques, à éléments cristallins et calcaires (surtout dolomitiques), qui ressemblent fort au « conglomérat moyen » de la nappe du Niesen. F. Jaccard (17, p. 78) avait découvert cette brèche polygénique à Fang, au S de Zweisimmen. Nous l'avons retrouvée à Theilegg, non loin de Saanen, sur la route qui conduit dans le vallon des Fenils.

Il faut remarquer aussi que, dans le Flysch de la nappe de la Brèche, les helminthoïdes paraissent d'une grande rareté. Nous ne nous rappelons pas en avoir jamais trouvé, ni en Chablais ni en Suisse. W.-J. Schroeder, qui a très soigneusement étudié ce Flysch en Chablais, n'en cite qu'une seule plaquette, découverte à la fin de ses longues recherches (84, p. 51, note infrapag.).

C'est à W.-J. Schroeder que l'on doit la meilleure description du Flysch de la Brèche. Il le subdivise en cinq niveaux, qui s'étageraient du Sénonien au Priabonien, mais il a soin de prévenir que ces déterminations d'âge sont « une entreprise hasardeuse, étant donné le manque de fossiles » (84, p. 57). Ainsi, dans la partie inférieure, il a trouvé un seul exemplaire de rosaline, dans le ciment calcaire d'un grès grossier (84, p. 54) : on peut se demander si elle n'est pas remaniée. Les schistes rouges, connus depuis longtemps dans ce Flysch, constituent son niveau IV. Jaccard les a signalés aussi en Suisse. Au-dessus vient une épaisse série (niveau V) de grès fins et de schistes, d'un brun jaunâtre.

Nous ne pouvons adopter toutes les hypothèses de W.-J. Schroeder sur l'âge de ce Flysch (il spécifie bien qu'il les présente à l'état d'hypothèses). D'abord il ne nous paraît nullement « certain », comme il l'affirme (84, p. 58) qu'aucune émergence n'ait eu lieu dans l'aire sédimentaire de la nappe avant son dépôt ; au contraire, l'absence de Couches rouges et de Gault entre la Brèche supérieure et le Flysch, en Chablais comme en Suisse, semble souvent le fait d'une ablation antérieure à la transgression du Flysch. En outre, l'absence totale, jusqu'ici, de nummulites dans ce Flysch nous porte à douter fort que le Lutétien et le Priabonien y soient représentés. Par analogie avec les Préalpes médianes, et nous rangeant à l'opinion de Tschachtli (bien qu'elle se base sur un argument négatif), il nous paraît plus probable que le Flysch de la Brèche s'arrête, lui aussi, avant le Lutétien, au cours du Paléocène. C'est la solution que, présentement, nous croyons devoir admettre.

La grande découverte de Schroeder, et qui est d'une im-



portance considérable, est d'avoir reconnu que les roches éruptives des Gets sont, pour la plupart, des coulées de laves sous-marines intercalées dans la partie inférieure du Flysch de la Brèche.

En Suisse, un grand nombre de ces « pointements » de roche éruptive sont connus, dont le plus ancien est le célèbre « bloc des Fenils » (8), découvert par Studer au NW de Saanen (1, p. 310). Ils sont tous dans le Flysch, mais leur attribution à la nappe de la Brèche n'est pas évidente; car cette nappe ne forme pas une grande vasque tranquille, comme en Chablais; elle est constituée par des têtes de plis plongeants. Et les lentilles de roche éruptive se trouvent toujours en avant du noyau mésozoïque de ces plis. A cet égard, tout le territoire de la nappe de la Brèche, en Suisse, est à reprendre.

Nous avons rapidement étudié, en 1940, les alentours du « bloc des Fenils ». Il nous a paru que le Flysch qui le supporte, au S, a tous les caractères de celui de la Brèche, tandis que le Flysch qui le surmonte, au N, serait celui de la nappe de la Simme.

Dans cette région, entre Rougemont et Saanen, on aurait la superposition suivante, du haut en bas :

4. Flysch mésocrétacé de la nappe de la Simme, dans lequel est taillé tout le haut du vallon des Fenils, s'appuyant sur :

3. Flysch de la Brèche avec, près de sa limite supérieure, le bloc de roche éruptive des Fenils et, plus au S, la brèche polygénique de Theilegg. Passage rapide mais graduel à :

2. Crétacé supérieur (Couches rouges) de la nappe de la Brèche, ici très développé et s'enfonçant sous le Flysch.

1. Brèche inférieure, formant le noyau du pli plongeant du Vanel.

Il nous semble donc qu'ici la nappe de la Brèche s'enfonce dans celle de la Simme. Son Flysch frontal, avec le bloc des Fenils, serait recouvert par le Flysch de base (avec Flysch rouge) de la nappe de la Simme.

Cette contrée de Rougemont est un vrai rendez-vous de Flysch préalpins divers. A l'W de Rougemont, le Flysch des Médiannes s'enfonce sous celui de la Simme, tandis qu'à l'E de ce village c'est le Flysch de la Brèche. Ce dernier semble disparaître dans le bas du ravin des Fenils, où le Flysch Simme reposerait directement sur le Crétacé (Couches rouges) de la Brèche. Il faut attendre la belle carte détaillée que lève Bruno Campana, et sa monographie, pour être vraiment au

clair sur ces relations. C'est en compagnie de ce géologue que nous avons fait presque toutes les observations rapportées ci-dessus.

\* \* \*

Il est un affleurement de roche éruptive qui se trouve tout à fait en dehors du cadre de la nappe de la Brèche, c'est celui du *col de Jaun*. Rabowski, à qui l'on doit sa découverte aux environs de 1908, n'hésite pas à le rattacher à la nappe de la Simme (33, p. 120).

En réalité, il ne s'agit pas ici d'une roche éruptive, bien que certaines parties variolitiques semblent former des bancs assez homogènes. Mais ces bancs, lenticulaires, sont intercalés dans une brèche polygénique, à gros éléments de granites, de gneiss, de micaschistes, de diorites, de roches vertes et aussi de calcaires. Pourtant, l'aspect de l'affleurement l'apparente bien à la famille des « pointements éruptifs » de la Brèche, où du reste des conglomérats analogues sont connus.

En septembre 1940, nous avons revu cette masse étrange, en compagnie de P. Fallot, de J. Tercier et de B. Campana.

Nous arrivions avec l'idée qu'elle devait appartenir à la nappe de la Brèche. Malheureusement, aucun contact n'est visible, dans la forêt où elle est située, entre cette masse et le Flysch environnant. Malgré cet isolement, aucune raison valable ne permet de rattacher à la nappe de la Brèche cet affleurement. Il faudrait imaginer un pli couché, très allongé, de la Brèche, dont seule subsisterait cette masse énigmatique. Or un tel pli se singulariserait à tel point parmi les plis connus de cette nappe, son style tectonique en serait si différent que cela suffit à condamner l'hypothèse.

Nous nous rangeons donc à l'opinion de Rabowski, rattachant à la nappe de la Simme cet affleurement du col de Jaun. W.-J. Schroeder, qui a aussi étudié cette affaire (84, p. 84), et qui a passé en revue presque tous les affleurements analogues des Préalpes, arrive à la même conclusion.

Ainsi le Flysch de la nappe de la Simme contiendrait des roches éruptives de la même famille que celui de la nappe de la Brèche <sup>1</sup>.

\* \* \*

En quelques années, la connaissance du Flysch préalpin a fait des progrès d'une rapidité étonnante. Mais il reste beau-

<sup>1</sup> En Chablais, on peut se demander si les lentilles de diabase et de gabbros trouvées sur le plan de chevauchement de la nappe de la Brèche — « Kersantite » du Farquet et autres, décrites à nouveau par André Lombard (89) — ne représentent pas des restes de la nappe de la Simme.

coup à chercher encore, et de nouveaux problèmes se posent à chaque instant. Au point où nous en sommes, voici quel serait l'âge de ces différents Flysch :

*Nappes ultrahelvétiques* : Flysch débutant par places au Maestrichtien pour s'élever jusqu'au Priabonien, probablement.

*Nappe du Niesen* : Flysch entièrement maestrichtien.

*Nappe des Préalpes médianes* : Flysch pouvant débuter au Sémonien supérieur et ne semblant pas dépasser le Paléocène.

*Nappe de la Simme* : Flysch mésocrétacé, avec réserve pour sa partie tout à fait supérieure.

*Nappe de la Brèche* : Flysch paraissant débuter au Sémonien et ne pas dépasser le Paléocène.

\* \* \*

Qu'en est-il aujourd'hui de ce Flysch préalpin, considéré comme entièrement éocène, avec sa teinte jaune uniforme sur nos cartes géologiques ! Pendant une époque, on voulait tout y caser : gypse et cornieule triasiques, Brèche du Chablais et de la Hornfluh, masse du Niesen. Maintenant il subit ce dernier coup : la désertion du Flysch de la Simme !

### VIII. — Le cas des collines de St-Triphon.

Près d'Ollon existent trois collines, soudées entre elles et isolées dans leur ensemble par l'alluvion de la plaine du Rhône : au N celles de St-Triphon (476 m) et de Larines (463 m), au S celle de Charpigny (511 m), plus importante, séparée des autres par la dépression où se tapit le village de St-Triphon.

Elles sont entièrement constituées par du calcaire à diplo-pores du Trias moyen et appartiennent à la nappe des Préalpes médianes. Les couches sont à peu près horizontales au bord ouest des collines ; à leur bord est, qui se présente comme une falaise rectiligne et semble déterminé par une grande faille, on voit par places les couches se relever, plongeant à l'W et au SW de 30° à 45°.

Comme ces buttes triasiques sont situées au S du flanc renversé du synclinal de Leysin, on a voulu voir en elles la queue de ce pli (cf 56, fig. p. 80), et même le flanc renversé de ce synclinal. Cette opinion fut corroborée par une étude stratigraphique minutieuse due à Jeannet et Rabowski (27 ; 31, p. 183 et 212).

Sans contester le détail des résultats stratigraphiques de ces deux auteurs, nous doutons des conclusions tectoniques qu'ils en infèrent. Ces couches d'allure si calme et si régulière, à peine disloquées par de petites failles, nous font plutôt l'im-

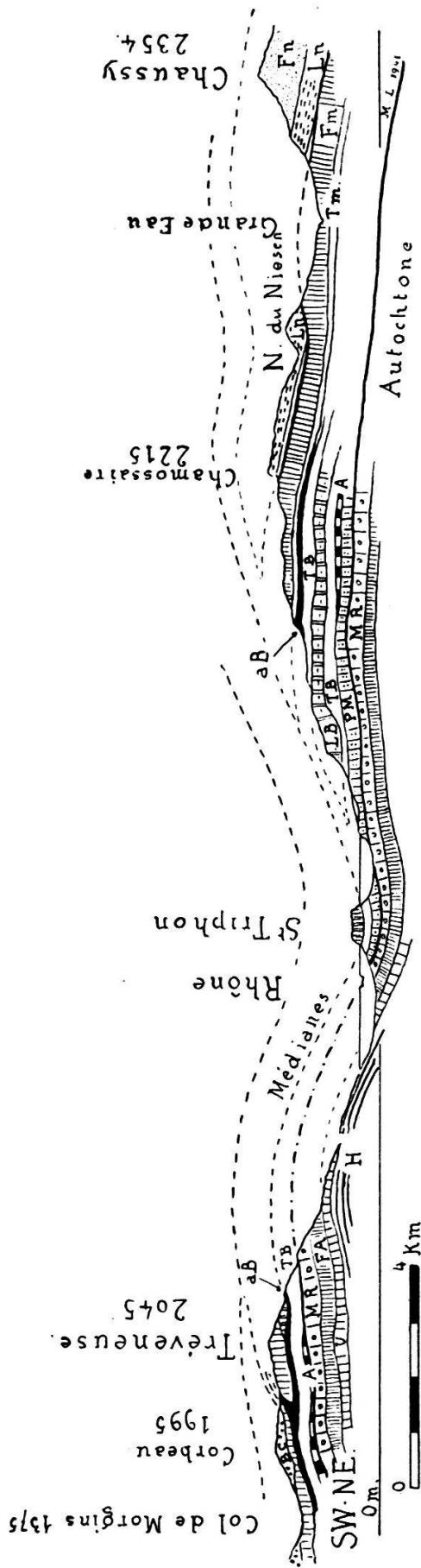


Fig. 7. — Coupe transversale de la vallée du Rhône (en direction des solides).

Bc = Nappe de la Brèche; Fn, Ln = Flysch, Lias et Trias de la nappe du Niesen; Fm, Tm = Flysch éocène et Trias de la lame du Meilleret (Préalpes internes); aB, LB, TB = Aalénien, Lias moyen et inférieur, Trias de la nappe de Bex-Laubhorn; A = Nappe de la Tour d'Anzeinde; PM = Nappe de la Plaine morte; MR = Molasse rouge et Stampien inférieur; FA = Flysch autochtone; U = Urgonien; H = Barrémien et Hauterivien (Autochtone).

pression d'une série normale. Nous y voyons l'homologue et la continuation, sur la rive droite du Rhône, de la dalle normale de Tréveneuse dont il sera question plus loin.

Du reste, de notre point de vue actuel, que ce Trias de St-Triphon soit normal ou renversé, cela n'importe guère. L'essentiel est de montrer qu'il n'est pas lié avec le synclinal de Leysin, mais constitue une masse isolée tout comme le Mont d'Or.

Le Mont d'Or est donc situé au S du synclinal de Leysin avec lequel il est sans relation directe, de par la position du gypse et du Flysch de Charbonnière. Nous savons qu'il flotte sur les Préalpes internes (fig. 5).

La situation tectonique des collines de St-Triphon répète celle du Mont d'Or. Une coupe transversale de la vallée du Rhône (fig. 7), donc longitudinale pour les plis, montre que le gypse du pied du versant droit de la vallée, avec le Flysch de la nappe de la Plaine morte qui le soutient<sup>1</sup>, descend axialement vers la vallée et cet ensemble ne peut que passer sous la masse de St-Triphon.

Le Trias de St-Triphon est donc une masse flottante, appartenant aux Préalpes médianes, mais isolée et reposant sur les Préalpes internes, exactement comme le Mont d'Or. Comme celui-ci, St-Triphon est séparé du reste des Médiannes par le grand coussin gypseux du Bois de la Glaivaz. St-Triphon est un paquet, une dalle des Médiannes restée en arrière et abaissée par une forte descente axiale, qui dessine un transsynclinal bien marqué sur la vallée du Rhône.

## IX. — Le cas de Tréveneuse.

Sur le versant gauche de la vallée du Rhône (cf. 12, Pl. VII), la partie radicale des Préalpes médianes est représentée par le massif de Tréveneuse, couronné par la Pointe de Bellevue (2045 m). C'est une épaisse dalle calcaire, de 6 km de longueur, inclinée vers le N (voir fig. 8)<sup>2</sup>. Elle est faite de puissants calcaires triasiques à diplopores, surmontés par les calcaires du Malm sur lesquels transgressent les Couches rouges du Crétacé supérieur, qui font de petits lambeaux isolés sur l'arête. Entre Trias et Malm s'intercalent, dans la partie aval, les couches à *Mytilus*. L'ensemble s'enfonce, au

<sup>1</sup> Ce Flysch est bien visible dans le ravin d'Arnon, 1 km au S du village d'Ollon. Cf. *Atlas géol. de la Suisse* au 1:25.000, f. des Diablerets (94).

<sup>2</sup> *Atlas topogr. Siegfried* au 1:25.000, feuilles de Vouvry N° 474, du Pas de Morgins N° 474 bis, de Bex N° 476.



N, sous le Flysch du synclinal de Vionnaz et s'abaisse également, à l'W, vers la nappe de la Brèche qui forme la chaîne frontière franco-suisse.

Cette dalle de Tréveneuse est bien remarquable, à plus d'un titre.

D'abord, c'est un paquet entièrement isolé, sans liaison actuelle avec la masse principale des Médiannes qui, plus au N, aligne ses grands plis réglés.

Nous avons dit qu'au N la dalle de Tréveneuse s'enfonce sous le Flysch du synclinal de Vionnaz; mais entre deux, plaqué contre le front presque vertical des calcaires triasiques, s'intercale du gypse. Il est connu depuis longtemps: Favre et Schardt, en 1887 (5, p. 499) le décrivent, et il fut exploité jusque vers 1905. Mais, comme ailleurs, on a cru qu'il formait la base du Trias radical des Médiannes, alors qu'il en est indépendant, qu'il représente les Préalpes internes, la nappe de Bex-Laubhorn. Ici, l'indépendance du gypse est bien manifeste, car il se prolonge, en grandes lentilles, sur les pentes qui s'élèvent à l'W, et ces lentilles sont tout entourées de Flysch, éloignées de 300 m des calcaires triasiques des Médiannes. Il est probable que le Flysch qui les englobe appartient, du moins partiellement, aux Internes. Quoi qu'il en soit, *c'est la Petite fenêtre mitoyenne* que nous voyons reparaitre, sous forme de gypse, au devant de la dalle de Tréveneuse, tout comme elle apparaît au devant du Mont d'Or. L'identité du gypse de Vionnaz et de celui de Charbonnière avait du reste frappé Favre et Schardt (5, p. 500), sans qu'ils en devinent, bien entendu, les conséquences.

L'effilement vers le S de la dalle de Tréveneuse est plus frappant encore, et mieux visible, que vers le N. Autour de la pointe de Bellevue, en effet, ses calcaires reposent sur l'Aalénien de la nappe de Bex-Laubhorn, soutenu à son tour par un épais coussin de cornieule triasique. A l'E du sommet de Bellevue, c'est le calcaire à diplopores de la dalle des Médiannes qui s'appuie sur cet Aalénien (lequel englobe une grande lentille de gypse). Mais au S du même sommet, c'est le Malm. Et au SW, le Malm lui-même s'écrase et le Crétacé supérieur, fortement incliné, vient buter par sa tranche sur l'Aalénien du substratum (cf. 67, p. 227). Le contact est à 1800 m d'altitude, alors que 600 m au NE, de part et d'autre du sommet de Bellevue, ce même Crétacé est à l'altitude de 2040 m, recouvrant une masse de Malm de plus de 150 m d'épaisseur.

Ainsi la dalle de Tréveneuse, tout comme le Mont d'Or,

FIG. 8 à 15. — Coupes à travers les *Préalpes chablaisiennes*, de la vallée du Rhône au Roc d'Enfer, se succédant de l'Est à l'Ouest.

Légende commune :

*Nappe de la Brèche :*

Fb	Flysch.
Cs	Crétacé supérieur.
Gt	Gault.
Bs	Brèche supérieure.
Bm	Schistes ardoisiers.
Bi	Brèche inférieure.
Si	Schistes inférieurs.
Td	Calc. dolom. et cornieule.
Tq	Quartzites.
P	Permien.
H	Houiller.

*Préalpes internes :*

Fi	Flysch.
M	Malm et Argovien.
Aa	Aalénien.
L	Sinemurien.
Td	Calc. dolom. et cornieule.
G	Gypse. _____
F	Flysch indéterminé.

*Préalpes médianes :*

Fm	Flysch.
Cs	Crétacé supérieur.
M	Malm.
D	Couches à Mytilus.
R	Rhétien.
Td	Dolomie et cornieule.
Tg	Trias à gyroporelles.

*Autochtone :*

Mr	Molasse rouge.
St	Stampien inférieur.
Fa	Flysch.
N	Calc. nummulitique.
U	Urgonien.
Ci	Crétacé inférieur.

Fig. 8.

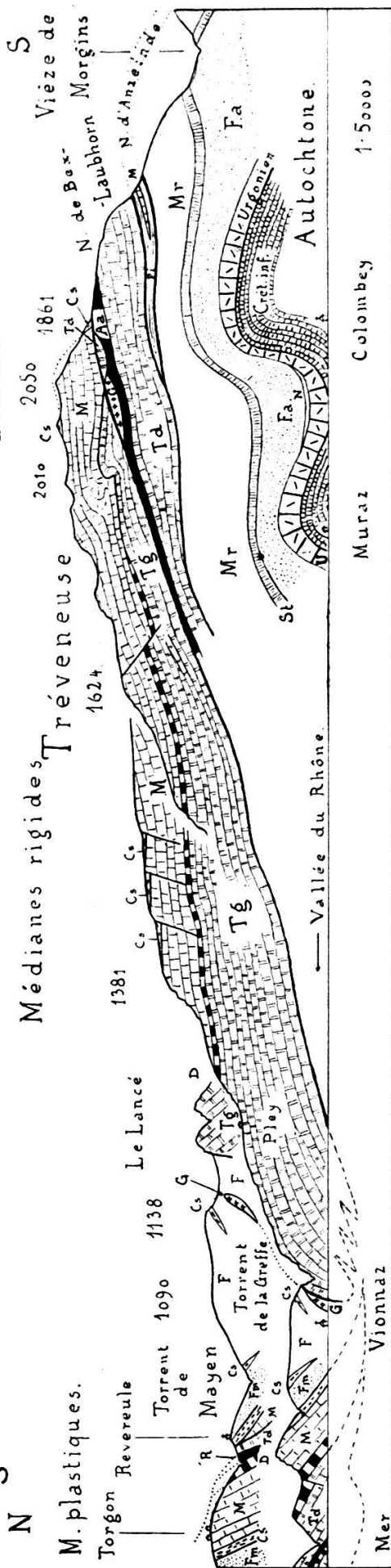


Fig. 9.

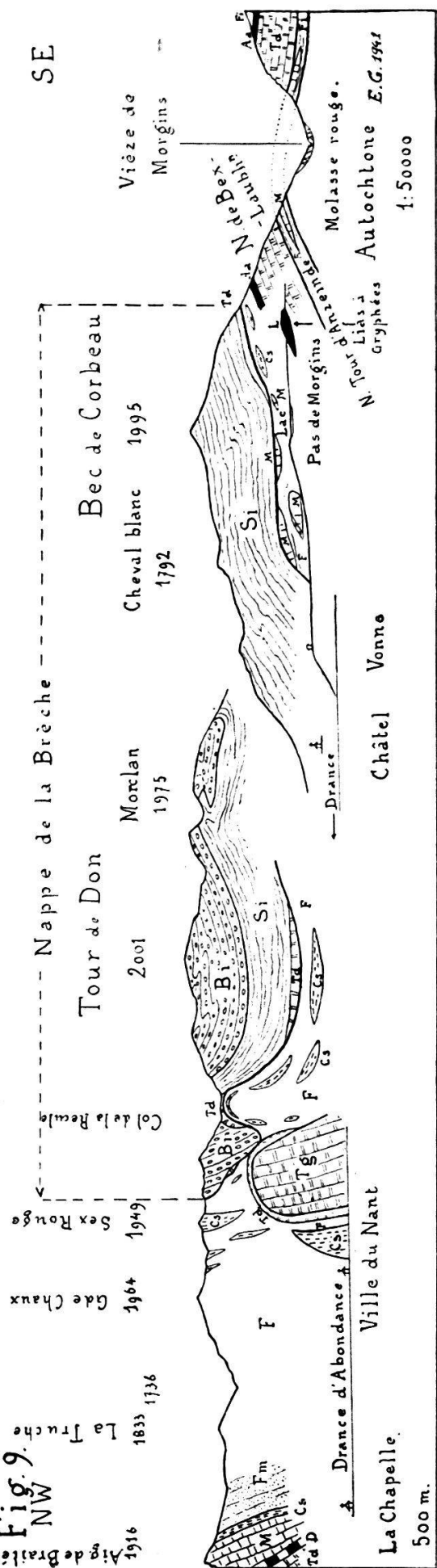




Fig. 10

NNW

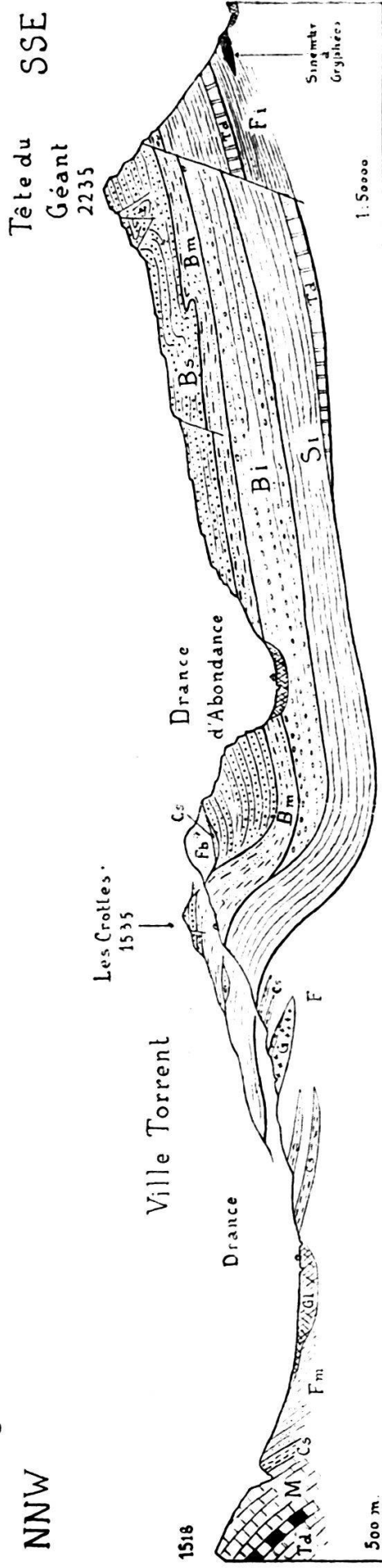


Fig. 11

NW

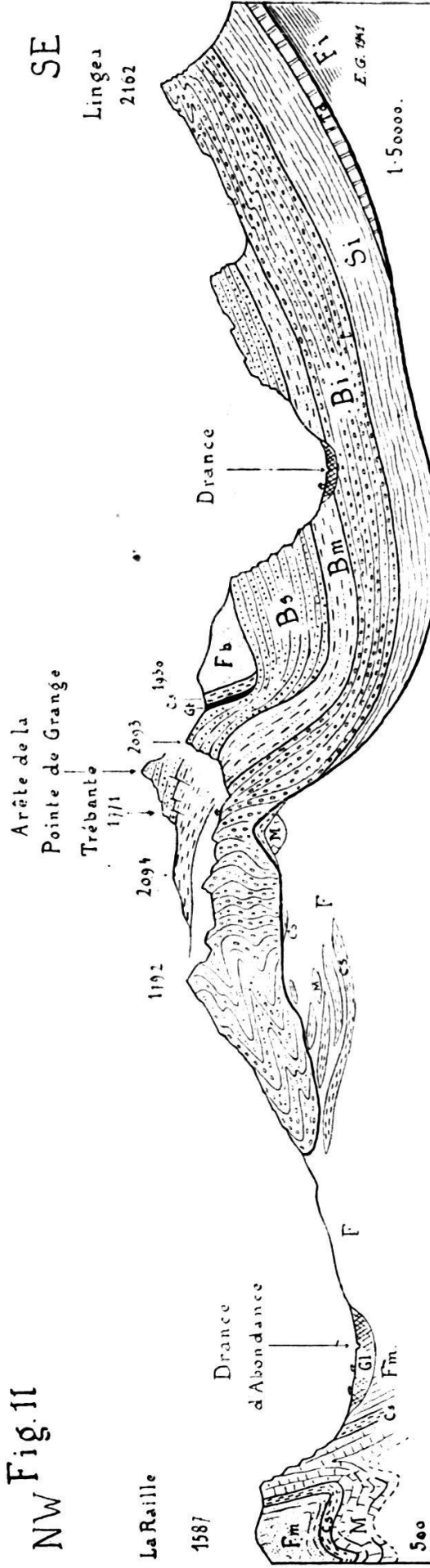


Fig. 12

NW

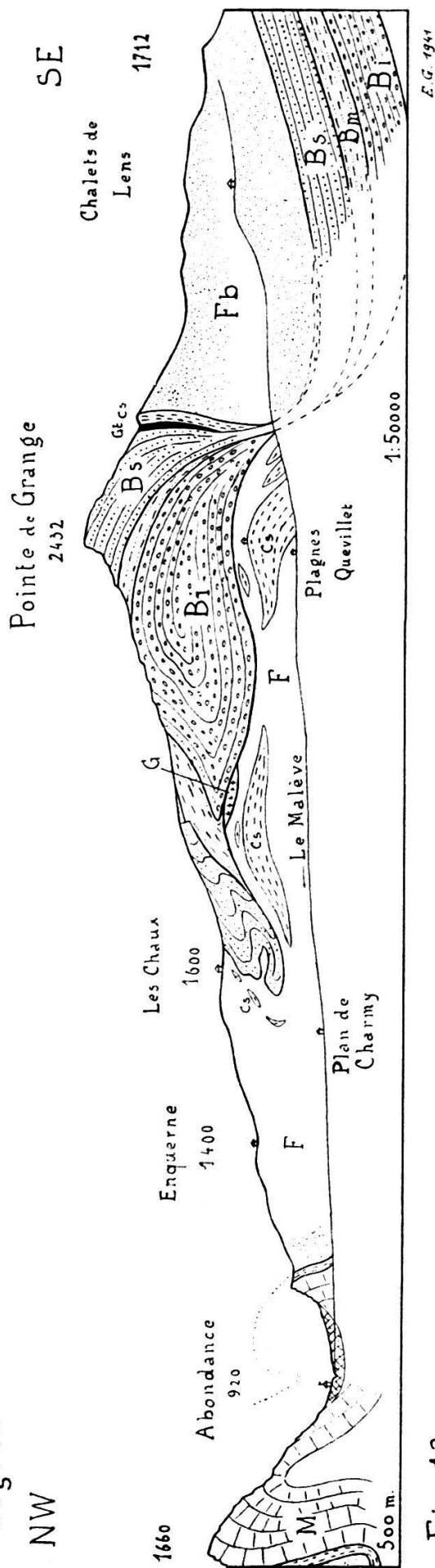


Fig. 13

NW

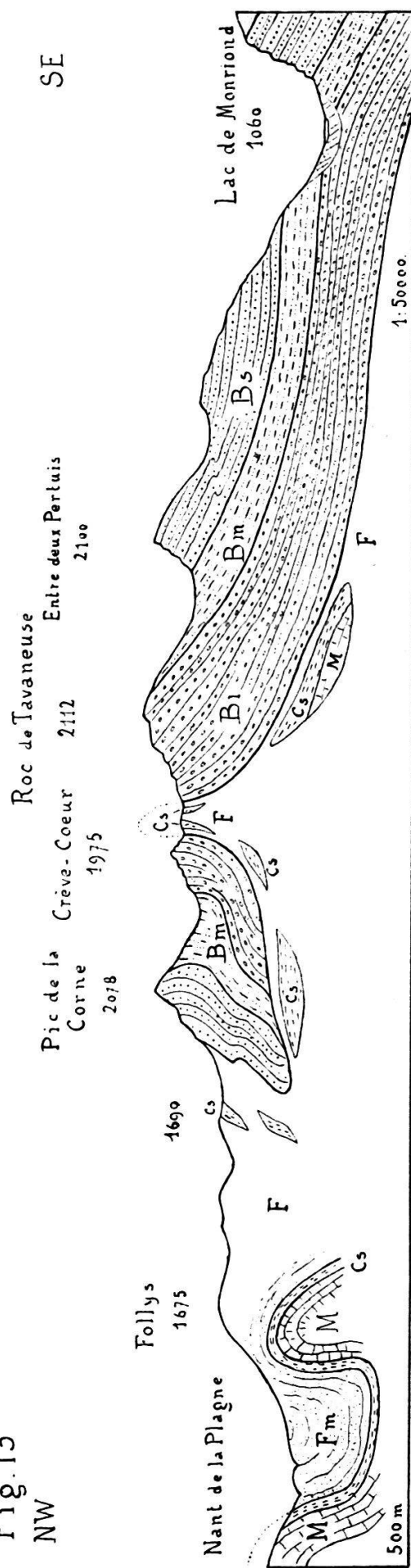
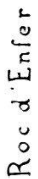


Fig. 14



E. G. 1341



NW

est un paquet isolé des Médiannes étendu sur un lit de terrains des Internes.

Mais cette dalle présente une particularité qui semblait jusqu'ici un cas unique dans l'ensemble des Préalpes. A sa partie amont, que domine la Pointe de Bellevue, elle occupe une culmination axiale; les couches, qui s'inclinent vers le N, s'abaissent aussi vers l'E, vers la vallée du Rhône, et vers l'W, du côté de la Brèche. Et c'est là que l'un de nous a décrit récemment (67) un des phénomènes les plus curieux de la tectonique préalpine. L'Aalénien de la nappe de Bex-Laubhorn qui, à l'E et au S de Bellevue, est nettement sous la dalle de Tréveneuse, se trouve, à l'W, sur elle, enveloppant l'extrémité méridionale effilée de cet élément des Médiannes. Cet Aalénien est entraîné vers le N, avec des paquets de gypse, entre les Médiannes et la Brèche, sur une distance méridienne de 2500 m environ.

La nappe du Niesen manque totalement au S de Tréveneuse, comme du reste dans tout le Chablais (87, 93); mais à part cette différence, la situation de la nappe de Bex-Laubhorn dans le Val de Morgins, sous des lambeaux de recouvrement d'unités supérieures, est assez analogue à la Grande fenêtre mitoyenne des Préalpes vaudoises et bernoises. La partie de cette nappe intercalée, à l'W de Bellevue, entre les Médiannes et la Brèche, représente donc en quelque sorte le sommet de cette fenêtre, mais rabattu par-dessus le bord radical des Médiannes, entraîné comme une épave sous le flot puissant de la nappe de la Brèche.

Nous allons voir que cette particularité de Bellevue n'est pas unique, et nous en citerons d'autres exemples, aussi bien en Suisse qu'en Chablais. Nous désignerons ces cas, désormais, par l'expression d'*épaves entraînées des Internes*, pour bien marquer l'origine de ces lambeaux de poussée et leur entraînement par-dessus les Médiannes, sous la nappe de la Brèche.

Avant de quitter Tréveneuse, rappelons un fait de grande importance, bien souvent signalé (12, 14, 61) mais dont nous présenterons une interprétation nouvelle: c'est la réduction subite, vers l'W, de la masse des Médiannes sous la Brèche. Les Médiannes atteignaient, dans la dalle de Tréveneuse, de 400 à 600 m d'épaisseur. Au col du Pas de Morgins, 3 km à l'W de Bellevue, cette puissante unité est réduite à quelques lentilles isolées de Malm et de Crétacé supérieur.

A la lumière des constatations établies à Tréveneuse, d'autres faits analogues, décrits depuis longtemps par l'un de nous (M. L., 12) et revus ces dernières années (par E. G.) prennent une haute signification.

Dans la vallée de la Drance d'Abondance, au NW du Pas de Morgins, se dresse l'éperon de Ville du Nant, fait de calcaires triasiques tout pareils à ceux de Tréveneuse (cf. 12, p. 192). C'est une masse entièrement isolée, comme la dalle de Tréveneuse, mais en beaucoup plus petit, et redressée presque à la verticale (voir fig. 9). Elle est confinée sur le versant droit de la vallée de la Drance; au versant gauche, elle n'existe plus. A l'aval et à l'amont, ce calcaire triasique est flanqué de lames crétacées perdues dans le Flysch, tandis que sur son sommet vient s'appuyer le pli frontal de la nappe de la Brèche. Ce bloc est là, tout seul, évidemment sans aucune liaison actuelle avec les écailles du Pas de Morgins, qui représentent pourtant les restes du Malm et du Crétacé de Tréveneuse.

Nous verrons, dans un chapitre prochain, l'importance que nous attachons à l'isolement de ces fragments des Médiannes, sous la Brèche.

Signalons que des blocs semblables de calcaires triasiques, homologues de celui de Ville du Nant, se trouvent dans la vallée de la Drance du Biot, en amont de Saint-Jean d'Aulph, en arrière du pli frontal de la nappe de la Brèche, de part et d'autre de la rivière (voir fig. 14 et 15).

\* \* \*

Deux faits encore méritent d'être rappelés, à propos de Tréveneuse. C'est d'abord l'existence du gypse, autrefois exploité, à Ville Torrent, au versant gauche de la vallée de la Drance d'Abondance, 1 km au SW du bloc calcaire de Ville du Nant (12, p. 197). Le gypse est ici (voir fig. 10) sous la nappe de la Brèche, dont il est séparé par du Flysch contenant deux minces lames de Crétacé supérieur. Au-dessous de lui, d'autres lames crétacées nagent dans le Flysch. Elles sont évidemment arrachées aux Préalpes médianes, mais le gypse appartient aux Préalpes internes. La nappe de la Brèche l'a charrié sous elle, l'a intercalé dans le Flysch des Médiannes: c'est un second exemple de ces épaves entraînées des Internes !

Un autre affleurement de gypse, par analogie, prend la même signification: c'est celui du vallon de Charmy, au NW de la Pointe de Grange (voir 12, p. 195 et notre coupe fig. 12). Il est aussi sous la nappe de la Brèche, et soutenu par le Flysch des Médiannes où s'étirent de grosses lames de Crétacé



supérieur. En 1937, décrivant la position de l'Aalénien et du gypse à l'W de Tréveneuse (67, p. 224), l'un de nous hésitait encore à rattacher le gypse de Charmy aux Préalpes internes. L'étude de la coupe de Ville Torrent a levé nos hésitations: ce noyau de gypse est également une épave des Internes entraînée par la Brèche<sup>1</sup>.

Nous allons trouver un exemple tout pareil dans les Préalpes du Simmental.

\* \* \*

Ainsi, les dispositions réciproques des nappes préalpines se compliquent.

Nous avons constaté l'isolement de la dalle de Tréveneuse, qui s'effile de tous les côtés, séparée de la masse des Préalpes médianes. Nous avons vu surgir, devant elle, la Petite fenêtre mitoyenne, tandis que sur elle les Préalpes internes sont rabattues et entraînées, comme des épaves, par la nappe de la Brèche. Ce dernier fait nous conduit à interpréter de même le gypse de Ville Torrent et celui de Charmy. Sous la nappe de la Brèche, entre Morgins et la Chapelle d'Abondance, nous avons vu les Préalpes médianes réduites à des lentilles, avec ce bloc si curieux de Ville du Nant, comme un paquet du Trias de Tréveneuse dressé là, séparé de la grande dalle. Un bloc tout pareil nous est apparu dans la vallée de la Drance du Biot.

Ces observations et les interprétations qu'elles entraînent nous permettront de comprendre mieux certaines singularités des Préalpes suisses, et vont nous amener à des conceptions inattendues.

## X. — Le front de la nappe de la Brèche en Chablais.

L'un d'entre nous a fait voir jadis qu'en Chablais, derrière le front de la nappe de la Brèche, et sous elle, surgissait

<sup>1</sup> La zone du col de la Ramaz, telle que la décrit André Lombard dans la vallée du Giffre (89), sous la nappe de la Brèche, nous paraît contenir à coup sûr des éléments des Préalpes internes apparaissant en «épaves entraînées». Ses lentilles de «Crétacé spécial» sont identiques à celles de la «zone de Rard» de la région du Pillon, dans les Alpes vaudoises (50, 76). Ces lambeaux de Crétacé se poursuivent du reste vers le S par la bande de Lachat, les lentilles de Prèle à l'E de la Pointe d'Orchez (68), puis vers l'E, dans la vallée du Giffre par les affleurements de Taninges, de Verchaix, puis au NE vers le col de la Golèze. La plupart de ces lames de Crétacé supérieur semblent d'origine ultrahelvétique (nappe de la Plaine Morte).

Mais au col de la Ramaz, l'affaire se complique par la présence de roches basiques, appartenant peut-être à la nappe de la Simme. Quant à l'«écaille de Vésine», noyée dans ces terrains des Internes, sa situation n'est pas sans analogies avec celle de la Gummfluh.

un élément des Préalpes médianes qui fut appelé le « pli de Trébante » (12, p. 197 et 222). Une étude nouvelle a montré que ces roches des Médiannes présentent de singulières complications dont nos coupes (fig. 11, 14, 15) donnent une idée. Mais l'expression peut être gardée pour désigner l'inflexion anticlinale affectant la nappe de la Brèche en arrière de son front et la résurgence, dans cette inflexion, d'éléments des Médiannes. Le pli de Trébante se poursuit, plus ou moins accusé, de la frontière suisse où il apparaît au col de la Reculaz (fig. 9), jusqu'au Roc d'Enfer.

Ce pli divise donc, en Chablais, la nappe de la Brèche en deux parties fort inégales: une grande vasque, synclinal énorme, d'allure tranquille, qui va s'élargissant de la Drance d'Abondance à la vallée du Giffre, et d'autre part un pli frontal, presque partout plongeant, arrivant par places à la verticale et même la dépassant.

Les inflexions axiales du pli frontal sont, en gros, les mêmes que celles de la vasque. De la frontière franco-suisse, forte descente axiale vers le SW, vers la vallée d'Abondance où le pli frontal ne plonge qu'à peine au-dessus de Ville Torrent. Puis le niveau du front reste à peu près horizontal de Trébante jusqu'au Pic de la Corne (fig. 13), où il se relève légèrement, tandis que le plongement frontal s'accuse de plus en plus. La vallée de la Drance du Biot correspond à un transsynclinal très marqué du pli frontal, dont l'axe se relève vers le SW, au Roc d'Enfer, en même temps que son plongement diminue. Au col de Vésine, enfin, à l'W de la Pointe de Chalune, la nappe de la Brèche n'a plus de pli frontal.

C'est au transsynclinal de la Drance du Biot que les éléments des Préalpes médianes, dans le pli de Trébante, atteignent leur maximum de complication visible. Ailleurs, à Trébante même (fig. 11), on ne voit que des lentilles de Malm et de Crétacé supérieur. Mais le relèvement si brusque du front de la Brèche par rapport à la vasque, dans les coupes de Ville Torrent et de Trébante (fig. 10 et 11) fait supposer qu'en profondeur des masses plus importantes de terrains des Médiannes sont cachées sous ces copeaux isolés. Il doit en être de même dans le vallon de Charmy (fig. 12).

Sur le versant droit de la Drance du Biot (fig. 14), au-dessus d'Essert-la-Pierre, un véritable anticlinal de Malm des Médiannes coiffé de Crétacé s'élève jusqu'à 1400 m d'altitude, alors que devant lui le pli frontal de la Brèche descend au-dessous de 800 m. Et ce pli frontal vient s'appliquer, de la façon la plus bizarre, contre un bloc rigide de calcaire triasi-

que, celui que nous avons signalé au chapitre précédent. Ce bloc triasique, appartenant aux Préalpes médianes, se retrouve sur le versant gauche de la vallée (fig. 15), où déjà l'anticlinal de Malm n'existe plus. Enfin, c'est dans ce transsynclinal que le plongement du pli frontal de la Brèche dépasse la verticale.

Pour l'instant, nous ne relèverons qu'une des conséquences que l'on peut tirer de ces faits. Ces coupes des deux versants de la Drance du Biot montrent à l'évidence que les éléments des Médiannes et le front de la Brèche ont été plissés en même temps, et postérieurement au charriage de l'un sur les autres. Lors de leur dernière mise en place, ils ont été comprimés et tordus comme une masse complexe, mais unique, où les différences de plasticité des terrains divers ont donné lieu aux singularités que nous observons aujourd'hui. Selon le mot de Marcel Bertrand que l'un de nous rappelait récemment (88, p. 105), ici « les plis sont postérieurs aux nappes ».

## XI. — La nappe de la Brèche en Suisse.

On peut donc, dans le Chablais, subdiviser transversalement la nappe de la Brèche en deux parties, au N le pli frontal, plus ou moins plongeant et plus ou moins détaché d'une large vasque synclinale. Ces deux objets sont séparés l'un de l'autre par une inflexion anticlinale où percent des éléments des Préalpes médianes: le pli de Trébante.

En Suisse, la disposition tectonique est différente. La nappe de la Brèche est représentée par trois masses distinctes, qui sont trois plis plongeants alignés (17, 18). Le pli frontal y est remarquablement individualisé, mais la vasque est remplacée par deux autres masses plongeantes. Ces masses internes sont séparées, au SE du Rubli, par une vaste étendue de Flysch, que nous appellerons Flysch du Kalberhöfni, de sorte que l'on croirait au premier abord retrouver la vasque chablaisienne.

Le pli frontal (appelé par F. Jaccard pli 3 ou III) est manifestement, de par ce qui l'encadre, l'homologue du pli plongeant chablaisien, car il est séparé du reste de la nappe par le chaînon du Rubli<sup>1</sup> appartenant aux Médiannes (cf. fig. 3),

<sup>1</sup> F. Jaccard a démontré (18) que le chaînon du Rubli cesse vers le NE, dans le vallon de Gauderlibach, relayé par l'écaille de la Dorfluh. Cette nouvelle unité peut du reste être suivie vers l'W, dans le versant méridional du chaînon du Rubli. Elle forme la petite zone indépendante de couches à *Mytilus* de la Videmanette et plus loin la bande de calcaire triasique de la Planaz qui arrive au col de Base. Tout cela a été très bien vu par F. Jaccard.

tout comme en Chablais le pli frontal est séparé de la vasque par le pli de Trébante.

Ce pli frontal, en Suisse, est discontinu. Au SW, il mord le terrain dans le versant gauche de la Gérine où il n'est représenté que par du Crétacé supérieur; puis le noyau de Brèche apparaît dans la Pointe de Cananéen, se prolonge par le Vanel à l'E de Rougemont et se termine au Burrisgraben près de Saanen (18, 17). Mais il reprend 6 km plus à l'E, dès le torrent de Schlündibach (affluent de la Petite Simme) pour aller jusqu'à la Simme. Fait remarquable: sur le segment de 6 km où le pli frontal cesse d'exister, disparaît également toute trace du Mésozoïque des Médianes.

Cette interruption est-elle due au fait que les deux masses deviennent aériennes ou bien s'est-il produit un tronçonnement quelque part dans le Sud et les deux masses sont-elles arrivées séparées l'une de l'autre là où nous les voyons aujourd'hui? C'est ce que des recherches futures essayeront d'éclaircir, mais nous verrons dans un chapitre ultérieur (XVII) pourquoi la seconde hypothèse nous paraît plus probable.

Il est intéressant de faire remarquer que les deux tronçons du pli frontal ont chacun leur direction propre. Le tronçon Cananéen-Vanel est orienté en moyenne N 60° E, alors que le tronçon de Zweisimmen se dirige N 25° E. Nous désignerons ce fait sous l'expression d'*angle rentrant des Saanenmöser*.

La seconde masse plongeante (pli moyen) de la nappe de la Brèche, entre les chaînons du Rubli et de la Gummfluh, naît à l'W à la Videmanette et s'arrête brusquement, à 3 km de là, dans le Dürrihubel, à la frontière berno-vaudoise. Pour retrouver cette seconde masse, il faut aller la chercher dans ce que Jaccard a nommé la région II (17, p. 162), soit dans le versant gauche de la Petite Simme, à l'W de Zweisimmen, d'où elle se développe dans les montagnes du versant droit de la Grande Simme.

Quant au pli le plus interne, naissant dans la Tête de Minaudaz (vallée de la Gérine), passant par le sommet de Videman (fig. 3), il cesse tout à fait dans la vallée du Meyelsgrund (Fallbach, affluent gauche de la Sarine), puis reprend à Ober Port, au-dessus de Gstaad, pour former le sommet de la Hornfluh et se terminer tout à coup à Bettelried, au bord de la Grande Simme, où il est brusquement relayé par la région II.

Les deux masses moyenne et interne arrivent en contact dans les Alpes du Pays d'Enhaut, à l'arête de Videman, avec

entre elles les restes de Crétacé supérieur dont nous avons parlé au chapitre VII. Mais vers l'E, ces deux plis s'écartent de plus en plus l'un de l'autre, séparés par la vaste étendue de Flysch du Kalberhöhni.

Il paraît presque certain que cette étendue de Flysch appartient à la nappe de la Brèche, mais il ne serait pas surprenant qu'il s'y trouve aussi des paquets de Flysch de la Simme ou des Médiannes; de futures recherches le montreront.

C'est le Flysch du Kalberhöhni qui se prolonge par les Saanenmöser jusqu'aux environs de Zweisimmen. Il est jalonné par de nombreux « pointements » de roches basiques qui semblent désigner la nappe de la Brèche. Aux Saanenmöser, de par la disparition des plis moyen et frontal, ce Flysch vient peut-être en contact avec celui de la nappe de la Simme formant le Hugeligrat-Hundsrück.

Ce Flysch Brèche n'a probablement pas une très grande épaisseur, car il repose, en tout cas à Altenried, au SW de Zweisimmen, sur du Flysch des Médiannes. En effet, Jaccard (17, p. 77) a signalé en ce point la présence d'un Flysch à helminthoïdes que nous avons revu. Il s'agit bien de Flysch des Médiannes et à peu de distance se voit celui de la nappe de la Brèche, aisément distinct de l'autre.

S'infilte-t-il entre les deux nappes des restes des Préalpes internes, tout comme dans le Chablais?

Jaccard (17, p. 134) et Rabowski (33, p. 53) signalent, sur le sentier de Pfaffenmatte, 500 m à l'W de Zweisimmen, du gypse. Appartient-il à la nappe de la Brèche, étant surmonté par de la cornieule et du calcaire dolomitique? D'après ce que nous connaissons en Chablais et au col de Base, il n'est pas impossible qu'il représente un lambeau des Préalpes internes; peut-être une émergence de la Petite fenêtre mitoyenne. Mais il est un autre affleurement de gypse, anciennement connu, découvert par Gilliéron, au pied du Spitzhorn (versant droit de la Simme, au NNW de Zweisimmen). Jaccard (17, p. 150) n'a pu le retrouver. Rabowski a été plus heureux (33, p. 52). Là aussi, le gypse est au pied d'un escarpement formé de calcaire bréchoïde du Trias et il semble ainsi lié à la nappe de la Brèche (voir 30, profil supérieur). Mais nous élevons des doutes, toujours d'après l'expérience acquise en Chablais: ce petit noyau de gypse du Spitzhorn ressemble étonnamment à celui du vallon de Charmy (fig. 12) et pourrait bien être une de ces épaves entraînées des Internes, de la Grande fenêtre mitoyenne. On imagine le cheminement



vraiment extraordinaire qu'il aurait dû accomplir, pour se faufiler jusque là entre les Médiannes et la Brèche. Mais rien ne peut nous étonner dans cette étrange tectonique.

Jaccard et Rabowski ne sont pas d'accord entre eux pour ce qui concerne les relations de la nappe de la Brèche de part et d'autre de la vallée de la Simme.

Nous ne sommes pas à même de nous prononcer sur ce désaccord. Ni Jaccard ni Rabowski n'ont insisté sur le relayement brusque, à Bettelried (2 km au SW de Zweisimmen), de la Brèche supérieure du pli de la Hornfluh par la Brèche inférieure de Bettelriedwald. Il y a là cependant une dislocation qui doit être très importante, car elle coïncide avec un changement subit dans l'allure des Médiannes qui sont au substratum. En effet, tandis que sur le versant gauche de la Grande Simme, à l'W de St-Stephan, ces Médiannes sont réduites à quelques mètres d'épaisseur et même disparaissent peut-être tout à fait (si l'on en juge d'après les levés de Jaccard), subitement, dans le versant droit, s'élève l'imposante masse du Ganthorn-Spielgarten.

Nous chercherons à savoir quel a pu être le rôle de l'obstacle représenté par cette brusque apparition d'un épais massif des Médiannes, dans la marche réciproque des nappes.

Une autre complication dont il est urgent de reprendre l'étude, c'est le bourrelet de Senkiwald, 5 km en aval de Zweisimmen, qui fait comme une hernie sur le front de la nappe de la Brèche. Car ici les descriptions de Jaccard et de Rabowski sont par trop discordantes, ainsi que leurs conclusions, pour qu'on en puisse tirer une connaissance claire.

## XII. — Médiannes plastiques et Médiannes rigides.

On savait depuis longtemps que les Préalpes internes s'enfoncent sous les nappes préalpines supérieures pour reparaitre en avant de leur front et former la zone des Externes ou Bordières. Mais on ne savait pas que ces Préalpes internes étaient visibles aussi loin vers le NW, par les « fenêtres mi-toyennes » et les « épaves entraînées » sous la Brèche, dans le domaine que l'on pensait être exclusivement celui des nappes supérieures <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Nous nous sommes souvent demandé si les gypses apparaissant à la base des régions plus externes des Préalpes médianes ne proviennent pas aussi de la nappe de Bex-Laubhorn. Par exemple, en Chablais, le gypse de Gebli sur Matringe et celui de la basse vallée de la Drance; en Suisse, le gypse d'Yvorne, celui de Chalavornayres (à l'E du Grammont) et celui de

Nous avons montré dans les pages précédentes que les masses constituant la partie radicale des Préalpes médianes possèdent un style tectonique spécial. Ce sont des sortes d'écaillés plantées généralement dans le Flysch.

Tous les auteurs ont distingué, dans l'ensemble des Préalpes médianes, ces deux régions si différentes, séparées par une zone de Flysch plus ou moins large. L'un de nous (12, p. 12) les avait jadis appelées *Zone extérieure du Dogger à Zoophycos* et *Zone axiale du Dogger à Mytilus*. On croyait alors que les Médiannes faisaient partie d'une sorte de système en éventail, d'où ce nom de « zone axiale ». Comme le faciès des couches à *Mytilus*, en Chablais, s'étend au N de la zone du Flysch, il vaut mieux caractériser ces régions d'après leur style tectonique.

Nous proposons de les désigner par les expressions de *Médiannes plastiques* pour la zone extérieure, de *Médiannes rigides* pour la zone intérieure.

Dans les Médiannes plastiques dominent les plis réglés. Dans la zone rigide règne une tectonique brisante. Des masses épaisses, telles de grandes dalles inclinées ou redressées, plongent dans le Flysch. Localement, lorsque la dalle se couche, comme dans le Simmental, elle peut être ondulée et hachée par des failles, ainsi que l'a montré Rabowski. Mais de toutes façons, ces dalles n'ont pas de plis frontaux, elles ne se terminent pas

Villeneuve, de même que les nombreuses masses de gypse émergeant au front des Médiannes. C'est possible. Mais comme le Trias est de faciès plus lagunaire dans la partie antérieure des Médiannes qu'à son bord radical, l'existence de gypse à sa base serait toute naturelle. Presque nulle part, dans les cas cités plus haut, on ne voit clairement le contact du gypse avec ce qui le recouvre immédiatement. Si jamais on trouvait la moindre trace de Flysch, même d'un autre terrain quelconque, entre le gypse et la cornieule ou le calcaire dolomitique qui le surmonte à quelque distance, alors on pourrait être à peu près certain que ce gypse est étranger aux Préalpes médianes. Pour le moment, cette démonstration n'est pas faite, et il faut attendre de nouvelles observations.

Cependant, pour le gypse de la zone de Geblu, dans la vallée du Giffre, il nous paraît extrêmement probable qu'il appartient à la nappe de Bex-Laubhorn. Il en résulterait que les argilites rouges du Trias de la même zone, et le Rhétien célèbre qui les surmonte, et le Lias qui lui fait suite avec un faciès si profondément différent de celui de Somman et de la Haute Pointe (cf. 41, 89), seraient à rattacher aussi à cette nappe ultrahelvétique. On voit où cette hypothèse nous entraîne : car le Lias de St-Innocent du massif de la Pointe d'Orchez subirait le même sort, ainsi que la « nappe supérieure » des klippen savoyardes des Annes et de Sulens, bien qu'ils soient au-dessus d'un Flysch conglomératique à nummulites très analogue à notre « Flysch du Meilleret » (76), lequel occupe en Suisse la partie supérieure de la nappe de Bex-Laubhorn. Ce n'est là, bien entendu, qu'hypothèse, mais qui présente beaucoup de vraisemblance.

par des charnières. Elles se présentent comme des planches grossières qui seraient, par leur tranche non équarrie, fichées dans un sol mou.

Cette différence de style tectonique doit avoir son explication.

Il paraît évident que les caractères physiques des terrains constitutifs en sont la première cause. Les Médiannes rigides sont faites de puissants calcaires, rigides par eux-mêmes: calcaires à diplopores du Trias, calcaires du Malm. Dans les Médiannes plastiques, le Trias est beaucoup moins compact, et de grandes séries schisteuses s'intercalent dans le Lias et le Dogger.

Mais il y a certainement autre chose.

L'un de nous avait noté, dès ses premiers travaux (12, p. 272-273), que dans la partie radicale des Médiannes l'énorme masse de la Brèche avait empêché les plis de s'effectuer. Ces considérations ont été reprises, 30 ans plus tard, par un de nos élèves, E. Peterhans (41, p. 203-204). La nappe de la Brèche, écrit-il, a dicté les conditions de plissement à la partie radicale des Médiannes. Celle-ci n'a pas pu se plisser librement à cause de la rigidité de la nappe de la Brèche qui la surmonte.

C'est juste, mais il faut examiner de plus près les relations de la nappe de la Brèche avec la partie rigide des Médiannes.

\* \* \*

Et d'abord en Chablais.

On remarque tout de suite, nous l'avons rappelé dans un chapitre précédent (IX), que là où se développe la nappe de la Brèche, les Médiannes rigides se réduisent à l'extrême. La chose est particulièrement frappante entre Tréveneuse et le Pas de Morgins. Tout le long du bord radical de la grande vasque de la Brèche, de Morgins à Taninges, les Médiannes n'apparaissent qu'en lentilles isolées. La feuille de St-Maurice de l'Atlas géologique suisse (60), la carte et la thèse récemment parues de W.-J. Schroeder (84), le montrent sans équivoque.

A la partie frontale de la nappe de la Brèche, les Médiannes rigides ne sont représentées que par des blocs et des lentilles séparés les uns des autres, comme les paquets isolés de calcaire triasique de Ville du Nant et de la Drance du Biot, ou les masses de Malm sans continuité qui surgissent dans le pli de Trébante. Et ce n'est que lorsque le front de la Brèche se relève considérablement, au SW du Roc d'Enfer, que les Médiannes reparaissent au-devant de lui, en masses à peu près continues, dans la région de la Haute Pointe (88, 89).

Ainsi, dans le Chablais, le développement de la nappe de la Brèche et celui des Médiannes rigides s'excluent réciproquement. Là où la Brèche s'étale librement, pas de Médiannes rigides, ou presque rien; là où les Rigides sont largement représentées, pas de Brèche.

En Suisse, les relations ne sont pas si évidentes, mais le phénomène est pareil. La nappe de la Brèche n'intervient, au SE de Château-d'Oex, que là où les Rigides commencent à diminuer d'importance, et ne prend de l'ampleur, dans la Hornfluh, que lorsque les Rigides se réduisent à l'écaille lenticulaire de l'Amselgrat. A l'E du Simmental, où les Rigides acquièrent une extension considérable, la Brèche bientôt disparaît.

Que conclure de ces coïncidences?

Ceci d'abord, que la nappe de la Brèche n'a jamais dû s'étendre sur des territoires où nous voyons les Rigides bien développées, avec toute leur épaisseur. Elle n'a jamais recouvert Tréveneuse, ni St-Triphon, ni le Mont d'Or. Comme l'a déjà déclaré W.-J. Schroeder (84, p. 120), les limites actuelles de son territoire doivent être sensiblement les mêmes que lors de sa mise en place.

La nappe de la Brèche forme donc, dans l'ensemble des Préalpes, deux grands lobes éloignés l'un de l'autre, localisés l'un en Chablais, l'autre en Suisse (Brèche de la Hornfluh), avec les mêmes terrains et les mêmes faciès, mais sans liaison directe entre eux. Ce n'est pas l'érosion qui a séparé ces deux ensembles en supprimant les masses intermédiaires, c'est le mouvement de mise en place de la nappe qui l'a divisée en deux lobes écartés.

Quelles furent donc les conditions de cette mise en place? C'est ce que nous tenterons d'établir dans un chapitre prochain (XVII).

### XIII. — Indépendance des Médiannes rigides.

Nous avons souligné la distinction entre Médiannes plastiques et Médiannes rigides, en montrant les relations actuelles des Rigides avec la nappe de la Brèche. C'est des relations entre Rigides et Plastiques que nous allons brièvement traiter.

On remarque qu'il n'existe aucune liaison directe entre les assises mésozoïques des Rigides et celles des Plastiques.

A Tréveneuse, nous avons pu constater cette séparation: la Petite fenêtre mitoyenne vient jaillir entre Rigides et Plastiques, qui sont ainsi nettement disjointes (fig. 8). Dans la Drance

d'Abondance, il est clair aussi que le bloc triasique de Ville du Nant ne se relie pas aux plis de La Chapelle (cf. fig. 9).

En Suisse, nous avons également insisté sur l'isolement des masses de St-Triphon et du Mont d'Or.

Dans le Pays d'Enhaut, Rabowski avait cru pouvoir affirmer (33, p. 123-124) la liaison des chaînons de la Gummfluh et du Rubli avec les Gastlosen. Et c'est d'après sa démonstration que Jeannet, dans la *Geologie der Schweiz* d'Albert Heim (34, Pl. XXI), avait dessiné la coupe dont l'un de nous (E. G.) s'est inspiré dans le *Guide géologique de la Suisse* (59, p. 395). Mais la nouvelle étude de ce massif que nous avons faite en 1940 nous a convaincus, bien au contraire, de la séparation totale de ces dalles et nous a ramenés aux conceptions de F. Jaccard (cf. fig. 3 et 6). Nous avons montré (au chap. VI) comment le chaînon du Rubli flottait sur le Flysch et se prolongeait vers l'W, entre la Torneresse et l'Hongrin, par le lambeau tout isolé de Souplaz.

L'étude de la direction des plis, dans cette région de la Sarine, de la Torneresse et de l'Hongrin, apporte une nouvelle preuve de l'indépendance réciproque des Rigides et des Plastiques. Car l'alignement du Rubli - Rocher du Midi - Souplaz, à peu près ENE-WSW, coupe sous un angle presque droit un anticlinal des Plastiques, celui de Sur le Grin, qui s'enfonce vers le S et disparaît à jamais dans le Flysch sous cet alignement (voir Pl. I).

Mais il y a plus: le grand anticlinal des Tours d'Aï, qui s'ennoie vers le NE, reparaît avec un beau noyau de Malm dans la gorge profonde de l'Hongrin, puis détermine une autre gorge dans la vallée de la Torneresse. Là, il n'est séparé de l'anticlinal de Sur le Grin que par un petit synclinal de Flysch très étroit. Mais ce synclinal est l'homologue de celui de Leysin, et c'est lui que surnage le lambeau de Souplaz. Autrement dit, les Rigides cherchent à monter sur les Plastiques.

Et l'on peut imaginer qu'il existait jadis, dans le synclinal de Leysin, là où il est largement ouvert, et même sur l'anticlinal d'Aï en avant du Mont d'Or, d'autres lambeaux analogues des Rigides.

Vers l'extrémité orientale des Préalpes, il est aisé de suivre les Médiannes rigides jusqu'au pied de la Burgfluh, mais ce petit massif ne leur appartient pas, il est du domaine des Médiannes plastiques. Dans son mémoire, Rabowski (33, p. 19) signale l'existence de Flysch que ne figure pas sa carte géologique et qui sépare le Malm de la Burgfluh d'avec le Trias



de Burgholz; ce Trias est la suite de celui qui s'étend par la forêt d'Oey et qui appartient incontestablement aux Rigides. Plus tard, la carte géologique de P. Beck et Ed. Gerber (40) a précisé ce massif de la Burgfluh; on y voit nettement le Trias de Burgholz séparé du Malm par le Flysch qu'avait découvert Rabowski.

Les Rigides sont, tectoniquement, comme une sorte de nappe indépendante des Plastiques; cependant la présence, dans chacune d'elles, des couches à *Mytilus*, montre qu'on ne saurait en faire deux nappes distinctes, ni leur chercher deux racines différentes<sup>1</sup>. Mais lors de la marche en avant des Médiannes, la masse des Plastiques s'est détachée du reste, laissant en arrière les Rigides. Plus tard celles-ci, partiellement recouvertes par la nappe de la Brèche et s'avancant à leur tour, ont débordé sur le territoire des Plastiques et l'ont quelque peu chevauché.

Ce n'est pas seulement à la différence de leurs terrains constitutifs que les Plastiques et les Rigides doivent leur différence de style tectonique, mais à toute l'histoire qui s'est déroulée entre le déclenchement de la nappe et sa mise en place.

Et nous verrons que c'est une histoire compliquée.

#### XIV. — Des nappes de la Simme et du Niesen.

Nous avons à peu près passé sous silence la nappe de la Simme, si ce n'est pour mentionner ce que l'on commence à savoir de l'extension de son Flysch. Et nous avons signalé le fait que, entre Rougemont et Saanen, le Flysch de la nappe de la Brèche s'enfonce sous celui de la Simme.

Dans le Simmental également, la nappe de la Simme est toujours en avant de celle de la Brèche, et les coupes de Rabowski (30, 33) montrent le front de la Brèche s'enfonçant dans la masse de la Simme. Il faudra maintenant distinguer le Flysch de ces deux nappes pour connaître plus exactement ces rapports.

Mais en deux points du territoire de la Brèche, dans les montagnes du versant droit de la Grande Simme, F. Jaccard signale de petits restes de la radiolarite si typique de la nappe de la Simme, sous la nappe de la Brèche. Il a découvert l'un d'eux au chalet de Kumi (17, p. 138) et un autre près de Hohmad (17, p. 145). Rabowski a également trouvé près de Kumi (33, p. 46) de la radiolarite verte broyée, qu'il n'hésite

<sup>1</sup> Le Trias à diplopores est en général l'apanage exclusif des Médiannes rigides, mais il se trouve au flanc renversé du synclinal de Leysin.

pas à rattacher à la nappe de la Simme et qui apparaît en fenêtre sous la Brèche.

A ce jour, ce sont les seuls restes de la Simme constatés sous la nappe de la Brèche.

Peut-on conclure que la nappe de la Simme doit se placer entre les Médiannes et la Brèche? C'était l'opinion de Rabowski (33, p. 125-126). Il serait alors singulier qu'aucune trace de radiolarite, si reconnaissable, n'ait jamais été signalée dans les masses importantes de Flysch qui s'étendent sous le bord radical de la nappe de la Brèche, dans la Hornfluh et le Simmental. Doit-on par contre admettre que la nappe de la Simme encapuchonne celle de la Brèche et lui est tectoniquement supérieure? Ce fut jusqu'à ces derniers temps l'opinion dominante, car on considérait les roches éruptives des Gets, qui sont nettement sur la nappe de la Brèche, en Chablais, comme des restes du noyau cristallin de la Simme (24, 35).

Mais W.-J. Schroeder a montré que ces roches éruptives s'intercalent stratigraphiquement dans le Flysch de la Brèche. Il fait remarquer en outre (84, p. 84) que jamais aucun débris de la Simme n'a été découvert surmontant le corps de la nappe de la Brèche.

Voilà donc deux hypothèses, ayant chacune pour elle un argument négatif. Et le seul argument positif est l'existence des petits lambeaux de radiolarite signalés sous la Brèche par Jaccard et par Rabowski.

Le fait que la nappe de la Simme s'étend sur de vastes territoires des Médiannes, dans plusieurs de ses synclinaux, comme nous l'avons indiqué au chapitre VII, nous paraît aussi un argument en faveur de l'idée que la Simme, originellement, est à situer entre les Médiannes et la Brèche. C'est donc à cette solution que, provisoirement du moins, nous nous rallierons, avec toutes les réserves que comporte une telle incertitude.

\* \* \*

Nous avons délaissé aussi, quelque peu, la nappe du Niesen, après avoir montré l'encapuchonnement de sa partie frontale dans le Flysch des Préalpes internes, par la Grande fenêtre mitoyenne.

La position actuelle de cette nappe, dans l'édifice préalpin, ne peut faire aucun doute. Mais c'est sa localisation qui est intéressante. Elle est strictement limitée à la région radicale des Préalpes, et dans sa partie comprise entre le Rhône et le lac de Thoune. On n'en retrouve aucune trace à l'E, ni dans la région du Flysch des Schlieren, ni dans les klipptes de la Suisse centrale. Elle n'est pas représentée dans l'arc cha-

blaisien (76, 87) pas plus dans les Préalpes valaisannes qu'en Haute-Savoie, ni dans les klippen des Annes et de Sulens.

Cette localisation si frappante doit être originelle, et nous conduit à penser, comme l'un de nous l'a exposé déjà (M. L., 93), que son extension actuelle correspond sensiblement à son territoire primitif, d'avant les érosions néogènes et quaternaires.

Un fait, nous semble-t-il, vient à l'appui de cette manière de voir. C'est la différence si remarquable entre les dispositions des Médiannes rigides et de la Brèche, d'une part en Suisse, d'autre part en France, ainsi que nous l'exposons plus haut. En Suisse, Rigides et Brèche ont été bousculées par derrière, et ce ne peut être que par l'épaisse masse du Niesen. En France au contraire, la grande vasque de la Brèche s'étend avec une régularité dont rien ne paraît avoir ultérieurement troublé le repos.

Ainsi le Flysch du Niesen se serait déposé dans une fosse sédimentaire étroitement localisée, comme se présentent, dans les mers actuelles, certaines fosses de la Méditerranée ou de l'Insulinde. Et, malgré ses grandes analogies stratigraphiques avec le Flysch du Praetigau, il n'y aurait aucun lien tectonique entre ces deux zones, leurs bassins de sédimentation seraient distincts, leurs racines dans l'ensemble alpin pourraient être différentes.

Au sujet de la nappe du Niesen, il est encore un fait sur lequel nous tenons à attirer l'attention, quitte à essayer de l'interpréter plus tard. C'est la disposition arquée qu'elle présente, en plan. Cet arc est ouvert au NW, vers l'extérieur alpin, exactement inverse du grand arc frontal des Préalpes.

## XV. — Quelques problèmes.

Nous n'avons guère, dans les pages précédentes, exposé que des faits. Nous voulons essayer de les coordonner, de résoudre un certain nombre de problèmes qui se sont présentés en chemin. Ces nappes préalpines qui se sont empilées n'ont certainement pas eu une marche synchrone puisque nous constatons des phénomènes d'encapuchonnement, dont plusieurs sont du reste bien connus. Mais nous pouvons nous demander, par exemple, quelle est la raison du fait que la nappe de la Brèche s'étale plus librement quand manquent sous elle les Médiannes ; nous pouvons nous demander aussi pourquoi la nappe de la Simme est localisée en avant de la nappe de la Brèche et à quelle époque elle s'est avancée

sur les Médiannes. Nous pouvons encore chercher l'origine de la disjonction entre les Médiannes rigides et les Médiannes plastiques. Autrement dit, c'est un essai de synthèse cinétique que nous voulons tenter de bâtir.

\* \* \*

Nous ne sommes pas les premiers à chercher les causes mécaniques de la position réciproque des nappes préalpines et nous ne serons certainement pas les derniers, car on a pu s'apercevoir, en nous lisant, combien de faits manquent encore à notre connaissance, si jamais on peut les connaître.

L'un de nous (M. L.) a par deux fois tenté une explication.

Dans son mémoire sur la Région de la Brèche du Chablais, en 1896 (12, p. 301), il pensait que les Médiannes avaient été déclenchées les premières, suivies par la nappe de la Brèche ; le tout avançait par glissement et déterminait un champ d'affaissement qui provoquait à son tour les plis couchés des Dents de Morcles - Dent du Midi.

Plus tard, toujours l'un de nous (1902, 14, p. 811) essayait à nouveau une synthèse en se demandant si c'était en surface ou en profondeur que ces mouvements de l'écorce terrestre s'étaient produits. Il admettait que les nappes helvétiques sont postérieures dans le temps aux nappes préalpines et qu'en conséquence elles s'étaient formées en profondeur, après et peut-être pendant le passage des Préalpes. Il concluait que deux grandes poussées s'étaient fait sentir successivement. Dans la première, deux zones avaient dû céder, l'une constituée par les nappes de la Brèche et des Médiannes (à cette époque on ne connaissait pas la nappe de la Simme), l'autre constituée par les Préalpes internes. Lors de la deuxième poussée, se seraient décollées les nappes des régions profondes des Helvétides et des Gneiss.

De cette tentative d'explication mécanique, une chose est bien demeurée, à savoir que les nappes ultrahelvétiques se sont étendues les premières puisque, passives, elles ont été entraînées par les nappes préalpines supérieures et qu'elles ont été bouleversées par les nappes helvétiques.

Enfin, l'idée était également émise qu'en un dernier effort, les nappes helvétiques se seraient bombées sur place par la montée des massifs cristallins de la première zone alpine.

Quelques années après, F. Jaccard, dans les pages finales de son mémoire sur la Région Rubli-Gummfluh (1907,

18, p. 131), développait la même hypothèse en faisant remarquer que les Médiannes étaient détachées de leur racine lorsque la nappe de la Brèche, comme pli de seconde poussée, s'était elle aussi détachée de sa racine. « Elle s'est précipitée sur le bord radical des Préalpes médianes, écrivait-il, bord déjà fragmenté et tronçonné à l'égal d'une énorme bélemnite tronçonnée, et a replié ces tronçons et porté en avant, en pli faille, la région Gastlosen-Laitemaire ».

On peut dire que presque aucun géologue qui s'est occupé d'une zone préalpine, durant ces dernières années, n'a pu échapper à ce besoin d'expliquer à sa façon le mécanisme qui a présidé à l'architecture d'un tel édifice.

Rabowski n'a pas résisté à cette sorte d'obsession. Pénétré par la belle synthèse de son ami de laboratoire et de terrain, Emile Argand, sur les phases du mécanisme alpin, il a cherché à reconnaître les mêmes mouvements pour comprendre ce qu'il avait sous les yeux (33, p. 125 sq.)

Emile Argand, dans sa synthèse (32), a précisé les « poussées » de Lugeon qui deviennent les phases Saint-Bernard, Dent Blanche et Mont-Rose et pour finir la phase insubrienne.

Mais Argand, reprenant les idées de Haug sur les géantoclinaux alpins, montre, et ce fut une idée toute nouvelle, que les plis embryonnaires, comme il nomme les bombements antiques, n'étaient que les amorces des nappes futures.

Rabowski distingue une série de phases qu'il appelle 1<sup>o</sup> les phases préalpines, 2<sup>o</sup> les phases Niesen, 3<sup>o</sup> la phase Mont-Rose et 4<sup>o</sup> la phase insubrienne, celle-ci étant donc la plus jeune. Il n'est fait nulle part appel à l'énergie de gravité. Tout l'édifice alpin est dû à des compressions, à la poussée tangentielle et chaque pulsation doit entrer en quelque sorte dans un schéma, ce qui l'amène à chercher des points d'appui dans des régions fort lointaines, ainsi dans les Grisons.

Dans ses phases préalpines, Rabowski comprend la mise en place des trois nappes de la Brèche, de la Simme et des Médiannes. Nous retrouvons la première poussée de Lugeon. C'est la nappe de la Simme qui se déclenche au préalable pour chevaucher le dos des Médiannes et cela dès l'Eocène, l'auteur admettant que le poudingue de la Mocausa est la partie la plus jeune du Flysch des Médiannes. C'est ce que nous avons rappelé en parlant des Flysch (chap. VII). La démonstration faite aujourd'hui que le conglomérat en question est d'âge cénomanien vient ruiner cette belle explication.

Ensuite, pour Rabowski, arrive la nappe de la Brèche



qui rabote les Médiannes ainsi que le pensait F. Jaccard, et comprime devant elle la nappe de la Simme.

Dans ses phases Niesen, Rabowski distingue deux stades qui auraient coïncidé avec quelques phases penniques antérieures à celle du Mont-Rose. Il pense que la nappe du Niesen s'avance et que sur elle les Médiannes sont passives, tandis que les nappes préalpines inférieures sont poussées, sous l'influence de l'avancée des nappes penniques, vers l'aire de sédimentation des nappes helvétiques. La découverte de la Grande fenêtre mitoyenne vient infirmer cette hypothèse. La deuxième phase Niesen comporte l'arrachement d'une partie des Internes portées en avant pour former la zone bordière (Préalpes externes).

Puis c'est la phase Mont-Rose, avec la formation des nappes helvétiques, en même temps que les Préalpes sont poussées encore vers l'avant. Cette phase se serait prolongée probablement jusqu'au Pontien. Enfin s'accomplit la phase insubrienne, antérieure à l'Astien, durant laquelle les Helvétides déferlent sur la région molassique au NE du lac de Thoun et s'opère l'avancée finale des Préalpes dans leur ensemble.

C'est une belle peinture que celle qui fut ainsi largement brossée par Rabowski, montrant un effort de coordination remarquable pour l'époque. Il y a en elle pas mal de vraisemblance, en ce qui concerne quelques successions, mais il nous paraît qu'aujourd'hui on peut aller un peu plus loin.

Les questions, entre autres, que nous posons au début de ce chapitre, nous conduisent à des vues assez différentes.

## XVI. — Traction et gravité.

Dans les tentatives d'explication de la mise en place des nappes qui s'inspiraient des synthèses d'Argand, de Termier et d'autres, il n'est fait nul appel à la pesanteur, ni aux forces dérivant de l'énergie gravifique. Ce n'est que ces dernières années que les observations ont conduit les géologues alpins à reprendre cette notion de gravité, entrevue autrefois par H. Schardt et par l'un de nous.

Les roches ne sont que très faiblement extensibles par traction : elles se brisent, se morcellent. Nous allons montrer que parmi les solides étudiés dans les pages qui précèdent, il y en a qui ne peuvent s'expliquer que par des phénomènes de traction.

Mais quelle énergie de traction invoquer en tectonique ?

Il faut supposer une force qui arrache, qui tire en avant une partie d'un solide relativement stable, ou d'avancée plus lente. Or, on ne peut concevoir, en tectonique, aucune force de traction qui agirait, que l'on nous permette cette image, comme la pince d'un dentiste arrachant une dent de son alvéole. La seule énergie de traction admissible est donc la pesanteur, agissant de façon différente suivant les parties d'une masse en lent écoulement sur un plan diversement incliné. En conséquence, il nous suffira d'établir que certaines dispositions tectoniques des Préalpes impliquent des phénomènes de traction pour avoir fourni la preuve que la pesanteur a joué un rôle dans leur mise en place et qu'elles ont subi un écoulement.

Un bel exemple de disjonction par traction nous est offert par les chaînons de la Gummfluh et du Rubli. Ce sont comme deux masses arrachées l'une à l'autre, comme deux fragments d'une planche disjointe, plantés l'un au-devant de l'autre dans les terrains mous du substratum (voir coupes fig. 3 et 6).

On sait que ces chaînons sont constitués par d'épais calcaires triasiques, séparés d'une puissante masse calcaire du Jurassique supérieur par les couches à *Mytilus*. Ces couches à *Mytilus* permettent d'affirmer que les deux chaînons ont conservé leur situation réciproque, c'est-à-dire que, originellement, celui du Rubli était déjà au N de celui de la Gummfluh. En effet, les recherches récentes de Hans H. Renz (64) ont montré que les couches à *Mytilus* du Rubli sont très semblables à celles qui affleurent plus au N, dans les Gastlosen (Médianes plastiques), alors que celles de la Gummfluh en sont différentes et doivent s'être sédimentées plus au S.

Un autre exemple de disjonction par traction, dans les Médianes rigides, est celui qui a déterminé le détachement de l'écaille tronçonnée comprise entre le Simmental et le Diemtigtal (Mieschfluh-Twirienhorn), dont nous avons parlé en établissant l'existence de la Petite fenêtre mitoyenne (chap. IV, fig. 4).

De même, l'isolement du Mont d'Or (fig. 5), de la masse de St-Triphon, de la dalle de Tréveneuse (fig. 8), est l'effet de semblables phénomènes de traction. Et c'est eux aussi qui ont provoqué la disjonction entre les Médianes plastiques et les rigides.

Ces exemples suffisent pour établir le rôle de la gravité dans la mise en place des nappes préalpines. Et c'est à la lumière de cette hypothèse que nous allons tenter un nouvel

essai d'explication de la position réciproque de ces diverses nappes.

Mais un autre phénomène encore va intervenir.

### XVII. — Le remplissage des creux.

Une coulée de lave, ou une masse de terrain plastique sur un versant incliné, ou encore un glacier, s'écoulent nécessairement, sous l'influence de la pesanteur, vers les points les plus bas du voisinage, vers les creux. Il doit en être ainsi des nappes s'écoulant par gravité.

La nappe de la Brèche, en Chablais et en Suisse, nous offre un admirable exemple d'un tel remplissage de dépressions préexistantes dans les Préalpes médianes. Le phénomène est particulièrement net en Chablais.

Nous avons rappelé (chap. XII) que les Médiannes rigides manquent tout le long du bord radical de la Brèche, en Chablais. D'où provient cette réduction subite des Médiannes ? On l'a considérée, jusqu'ici, comme le résultat d'un écrasement, d'un laminage sous l'épaisse masse de la Brèche. Mais si les Médiannes rigides avaient existé dans toute leur ampleur, comme à Tréveneuse, lorsque s'est avancée la nappe de la Brèche, et qu'elle les ait écrasées, ces énormes paquets calcaires auraient été refoulés, accumulés en avant du front de la Brèche. Or, que constatons-nous ? quelques blocs disjoints, isolés, de calcaires triasiques à Ville du Nant et en amont de St-Jean d'Aulph, quelques lambeaux de Malm au Pas de Morgins, à Trébante, dans le val de Charmy, dans la vallée de la Drance du Biot, avec des lentilles effilées de Crétacé supérieur (voir fig. 8 à 15), voilà tout ce qui paraît des Médiannes rigides sous la nappe de la Brèche et devant son pli frontal<sup>1</sup>.

C'est donc que les Médiannes rigides avaient en grande partie disparu sur de longs espaces, avant que la nappe de la Brèche ne vienne les recouvrir. Et c'est précisément là où manquait ce haut rempart des Rigides que la Brèche a pu s'écouler, s'accumuler.

La disparition des Rigides ne peut s'expliquer que par des phénomènes d'érosion, antérieurs au chevauchement de la Brèche. Et voilà qui ouvre des horizons assez nouveaux dans l'histoire des nappes préalpines. Une phase ou des phases d'érosion ont dû intervenir, pendant le long et lent écou-

<sup>1</sup> Nous avons vu, au chap. X, qu'on doit supposer l'existence d'autres paquets des Médiannes sous le front relevé de la Brèche, entre la Drance d'Abondance et la Drance du Biot. Mais ce ne peuvent être que des blocs isolés, analogues à ceux que les coupes des vallées nous présentent.

lement de ces masses, lequel a donc dû se produire, en partie du moins, à l'air libre.

La remarque suivante vient corroborer notre manière de voir. L'usure de la base de la nappe de la Brèche, à son bord radical, est en fonction de la présence, sous elle, des Médiannes rigides. Elles manquent presque totalement, ces Rigides, entre la vallée du Giffre et Morgins ; aussi voyons-nous, sur cet espace, le Trias de la base de la Brèche conserver son intégrité. Apparaît le massif de Tréveneuse, immédiatement ce Trias se réduit ou manque : il s'est usé.

En Suisse, nous constatons de pareilles coïncidences. Les Médiannes rigides y sont beaucoup mieux conservées qu'en Chablais, leur érosion antérieure a été beaucoup moins complète ; aussi la marche de la nappe de la Brèche a-t-elle été gênée. Mais, comme nous l'avons souligné au chap. XII, c'est juste en regard des segments où ces Rigides présentent un défaut de continuité, entre la Sarine et la Simme, que la Brèche se développe avec le plus d'aisance, dans le massif de la Hornfluh.

On remarquera, à ce propos, que la masse de l'Amselgrat est à peu près sur la bissectrice de l'angle rentrant des Saanenmöser (voir chap. XI). Il ne peut s'agir d'un caprice fortuit. L'angle rentrant indique un retard de marche, avec usure évidente de la base du pli frontal de la Brèche, car son Trias manque totalement de part et d'autre des Saanenmöser, à l'extrémité libre des deux segments de ce pli. On est ainsi porté à voir dans ces deux faits, usure et angle rentrant, une influence de cette sorte d'éperon que représentait l'Amselgrat lors de l'écoulement de la nappe de la Brèche. Les segments du pli frontal auraient été séparés dès l'origine, ce seraient deux lobes de la coulée entre lesquels la matière aurait été retenue en arrière, dans le massif de la Hornfluh, où elle a pu s'accumuler grâce à la suppression, par érosion, de l'élément avancé des Médiannes rigides (chaînon Rubli-Dorfluh). De même, cela nous incline à supposer que la disparition du pli moyen de la Brèche au Dürrihubel, à l'E du Rubli, est originelle. Ce tronçon du pli moyen aurait été comme un bloc errant, comme un tronc d'arbre entraîné dans la boue.

La disparition du pli le plus bas, son amincissement graduel de l'W à l'E vers le Meyelsgrund montre manifestement une cause d'usure, ainsi que son engraissement subit dans la Hornfluh.

Ces tronçonnements des plis de la Brèche sont en relation avec les accidents sous-jacents des Médiannes. Pas de tron-

connement là où les Médiannes sont absentes, et intégrité du Trias de la Brèche. Jaccard a très bien senti ces relations réciproques quand il écrit (17, p. 190) : « Nous remarquons en effet, lorsque le pli des Préalpes médianes sur lequel chevauche une des digitations de la nappe de la Brèche, se présente comme un pli fortement étiré, étirement pouvant aller jusqu'au laminage presque complet, la digitation de la nappe reste homogène et sans dislocation ; c'est le cas du pli I (pli basal) à l'égard du pli étiré de l'Amselgrat, ou encore du pli III (pli frontal) à l'égard des terrains des Préalpes médianes sur lesquels il repose dans la région Vorder-Richenstein - Hinter den Flühnen, rive gauche de la Petite Simme ». Mais ce n'est plus à « l'étirement » seul que nous attribuons la disparition locale des Médiannes rigides, c'est, pour la plus grande part, à d'anciennes érosions.

L'usure de la base de la nappe de la Brèche, lorsqu'elle se trouve sur une région particulièrement bien conservée des Médiannes, est irrégulière mais frappante. Ainsi le Trias est épais sous le pli interne, dans la région immédiatement au N du sommet de la Gummfluh, à la Pointe de Tzo-y-bots (Videman) mais diminue rapidement de l'W vers l'E.

Dans la région à l'E de la Grande Simme, le phénomène est aussi typique. Sur Bettelried, Trias épais qui s'amincit peu à peu vers le Kumigalm pour disparaître presque entièrement dans les lambeaux des environs de la Geissfluh, de l'Obergestelen, du Bunschlergrat. Ainsi la nappe de la Brèche s'amaigrit peu à peu du côté de son extrémité orientale, tout comme dans le Chablais le Trias de la base de la nappe disparaît quand, sous elle, se développe la masse de Tréveneuse.

Nous l'avons déjà vu (chap. XII) : la nappe de la Brèche n'a jamais existé au-dessus de Tréveneuse, de St-Triphon, du Mont d'Or ; ses limites orographiques actuelles, comme l'admet W.-J. Schroeder (84, p. 120), correspondent à peu près à son extension primitive. L'un de nous, dans une note récente (93) avait supposé que les masses de Brèche du Chablais et de la Suisse provenaient de deux fosses de sédimentation différentes. L'analyse à laquelle nous nous sommes livrés depuis nous conduit plutôt à conclure que la nappe de la Brèche, tout entière, est sortie d'un unique bassin de sédimentation, mais nous pensons qu'en glissant vers son avant-pays, c'est-à-dire vers les Préalpes médianes, elle s'est divisée en deux lobes, guidés chacun par la dépression que l'érosion avait pratiquée en deux régions de cet avant-pays. Entre Tréveneuse et la Gummfluh, sur le segment où se dressait, pres-



qu'intacte, la barrière des Médiannes rigides, la nappe de la Brèche n'a pas pu passer. Elle est peut-être restée en arrière, ou bien sa matière s'est entièrement écoulée de part et d'autre de l'obstacle.

Pour le dire en passant, cette absence de la Brèche au-dessus de St-Triphon, de la grande dépression axiale de la vallée du Rhône (fig. 7), prouve que ce transsynclinal est postérieur à l'écoulement de la nappe de la Brèche, à son charriage sur les Médiannes.

De même, nous estimons avec Schroeder que la nappe de la Brèche n'a jamais dû s'étendre beaucoup au SW de l'Arve, ni plus loin vers le NE que nous la voyons exister aujourd'hui.

Par analogie avec ce que nous a révélé l'analyse de la nappe de la Brèche, il est probable que l'ensemble des Préalpes s'est avancé sur une surface relativement déprimée, et que ses deux grands arcs chablaisien et fribourgeois correspondent à deux vastes creux. Mais ici d'autres facteurs ont dû intervenir, des phénomènes d'isostasie, provoquant l'enfoncement du substratum à mesure que d'énormes masses s'y accumulaient par écoulement, et entretenant ainsi, comme par une sorte de subsidence, l'appel de matière qui guidait l'avancée des nappes. Nous reviendrons sur cette question, et l'on pourrait montrer que de tels exemples se retrouvent dans d'autres parties du domaine alpin.

\* \* \*

Voici donc deux notions importantes, en partie nouvelles, qui vont intervenir dans l'explication cinétique de l'édifice préalpin : phénomènes de traction, impliquant l'action de la pesanteur, c'est-à-dire l'écoulement des nappes sur un plan diversement incliné, et phénomènes d'érosion prolongée, se produisant au cours de cet écoulement des nappes, avant le recouvrement des unes par les autres, à plus forte raison avant leur mise en place actuelle<sup>1</sup>. Il faut, bien entendu, envisager que ce glissement n'a pas été uniforme, qu'il a comporté des périodes d'arrêt ou de ralentissement extrême.

Ces conceptions vont permettre de comprendre un grand nombre de particularités qui restaient inexplicables, mais elles

<sup>1</sup> Des phénomènes d'érosion intervenant au cours du plissement ont été invoqués déjà dans le Jura vaudois, par Nolthenius (36) et par D. Aubert (54) pour expliquer la tectonique si curieuse de la Dent de Vaulion. Mais ce n'est pas encore l'érosion agissant sur des nappes en marche. H. Schardt, par contre, dès ses premiers travaux sur le charriage des Préalpes, avait nettement envisagé une action érosive s'accomplissant au front de la nappe en train de glisser (13, p. 117).

vont aussi compliquer singulièrement la reconstitution de l'histoire géologique des Alpes.

Que l'on se représente, par exemple, de nouvelles nappes se formant dans le domaine alpin actuel, déplaçant des masses déjà partiellement érodées, les faisant glisser dans un réseau de vallées aussi complexe que le nôtre !

Dans l'essai de synthèse que nous allons esquisser, nous admettons, en principe, que l'édifice alpin est la conséquence de deux sortes de mouvements principaux. D'une part, la compression du substratum hercynien, donnant lieu à de vastes coins cherchant à se hisser les uns sur les autres et déclenchant ainsi les grandes nappes. D'autre part le glissement, l'écoulement des masses de couverture sur les pentes du cadre où les mouvements de compression les ont amenées. Autrement dit, en prenant le langage d'Argand, mise en marche de matériel vieux sous l'effet des poussées tangentielles, matériel vieux transportant sur lui des sédiments neufs qui doivent s'adapter comme ils peuvent à ces déplacements de la profondeur.

L'existence dans toutes les Alpes occidentales d'un Trias très néritique nous indique, ainsi que l'a démontré G. Dal Piaz (79), que sur tout leur domaine s'étendait, au début de l'ère secondaire, une pénéplaine hercynienne. Ce n'est pas ici le lieu de chercher pourquoi cette pénéplaine s'est ensuite tellement déformée dans le territoire alpin, tandis qu'elle conservait ailleurs sa rigidité et ne s'ondulait que par de vastes plis de fond. Est-ce le fait de distensions du sial provoquées par des dérives continentales, comme le pensait Argand (37) ? Quoi qu'il en soit, c'est la compression de ce substratum hercynien qui a donné naissance aux Alpes.

Mais ensuite, pour ce qui concerne en tout cas les Préalpes, et sans doute aussi les nappes helvétiques, d'autres phénomènes sont intervenus, glissements, érosions, chevauchements, nouvelles poussées, dont les effets se marquent dans les dispositions actuelles et dont nous aurons, avec bien des tâtonnements, à reconstituer l'histoire.

### **XVIII. — Marche des nappes ; les poussées tangentielles.**

Nous avons donc établi, dans les chapitres précédents, que la mise en place des nappes préalpines s'était accomplie par un lent écoulement de matière sur une surface inclinée, par un immense phénomène de solifluction à l'air libre, et que

des érosions importantes avaient dû se produire au cours de cet écoulement.

Cherchons maintenant à reconstituer la succession des événements dont résulte l'édifice préalpin tel que nous le connaissons. Et d'abord — puisque nous distinguons, en première approximation, deux temps dans la genèse de l'édifice — dans quel ordre les nappes préalpines se sont déclenchées, par la compression tangentielle de leur fosse de sédimentation. Nous étudierons leur mise en place au chapitre suivant.

\* \* \*

Commençons par le problème de la mise en position de la *nappe de la Simme* sur les Préalpes médianes.

L'existence, dans la région du Simmental, de petits copeaux de la nappe de la Simme découverts par F. Jaccard et Rabowski entre la Brèche et les Médiannes, nous a fait admettre, avec prudence toutefois (cf. chap. XIV) que la Simme, originellement, doit être intermédiaire entre ces deux nappes et recouvrir directement les Médiannes. C'est presque toujours par son Flysch que la Simme repose sur le Flysch des Médiannes ; les exceptions s'expliqueront peut-être par des érosions au cours de l'histoire de la nappe de la Simme.

On observe, d'autre part, que le Flysch des Médiannes est parfois extrêmement réduit sous les terrains de la Simme. Cette réduction peut aller jusqu'à disparition complète, de sorte qu'en quelques endroits le Flysch Simme repose sur les Couches rouges du Crétacé supérieur des Médiannes. On est alors tenté de supposer qu'ici également, il s'est produit sur les Médiannes des érosions antérieures au recouvrement par la Simme. Et c'est fort possible. Mais la réduction, voire la suppression de roches aussi plastiques que le Flysch, peut très bien avoir des causes mécaniques, et c'est ce terme de l'alternative qui, pour l'instant, nous paraît le plus probable.

Nous avons l'impression que, si la sédimentation du Flysch des Médiannes s'est arrêtée dès le Paléocène, selon les résultats de Tschachtli, c'est l'arrivée de la nappe de la Simme qui a provoqué cette interruption. Nous ne saurions en donner actuellement aucune preuve, et nous tenons à le déclarer ; mais certaines conséquences de cette hypothèse nous semblent de nature à la justifier.

En effet, il résulterait de notre supposition que la nappe de la Simme serait fort ancienne, de beaucoup antérieure au paroxysme oligocène des mouvements alpins. Dès la fin du Paléocène, la Simme ferait corps avec les Médiannes, comme une

sorte de parasite fixé sur leur dos; et, dans la suite, son histoire sera celle des Médiannes, par rapport à qui elle restera passive.

Lorsque la nappe de la Brèche, à son tour, s'avancera sur les Médiannes, elle rabotera les masses tendres du Flysch Simme qui les recouvrent et les poussera vers l'avant, comme la terre devant le soc d'une charrue. L'énorme épaisseur du Flysch Simme dans le Hundsrück et le Rodomont serait due, en partie du moins, à cette poussée accumulatrice, ainsi que le bouleversement des noyaux mésozoïques, plus résistants, de la même nappe, et leur refoulement devant le front de la Brèche. C'est en somme l'idée de Rabowski (33, p. 125-126), car il nous semble qu'il avait tectoniquement vu juste; mais il l'appuyait sur une hypothèse erronée touchant la formation du poudingue de la Mocausa.

En outre, nous savons que le recouvrement des Médiannes par la Brèche a été précédé d'une période d'érosion s'exerçant sur la partie radicale des Médiannes. Elle aurait détruit également d'importantes masses de la Simme ayant reposé sur les Rigides.

Ainsi s'expliquerait l'émiettement extrême, la presque totale disparition de la nappe de la Simme sous la nappe de la Brèche.

\* \* \*

Quelle que soit l'époque précise du recouvrement des Médiannes par la nappe de la Simme, leur recouvrement par la *nappe de la Brèche* est beaucoup plus tardif, et l'on peut tenter de le localiser dans l'espace et dans le temps.

Suivant notre hypothèse de tout à l'heure, c'est dans la fosse de sédimentation du Flysch des Médiannes que la Simme aurait été charriée, donc à l'intérieur de l'édifice alpin, avant la mise en marche des Médiannes par compression tangentielle de cette fosse. Lorsque s'est effectué le chevauchement de la Brèche, au contraire, les Médiannes étaient depuis longtemps détachées de leur racine puisque l'érosion avait pu enlever, sur de longs segments comme en Chablais, la plus grande partie de leur masse radicale. Bien plus, nous savons que l'avancée des Médiannes avait déjà dépassé, pour le moins, la zone d'origine de la nappe de Bex-Laubhorn. Car la Brèche, nous l'avons vu, a happé et charrié sous elle, par-dessus les Médiannes rigides, des paquets de cette nappe du Laubhorn. C'est ce que nous avons appelé les « épaves entraînées des Internes » (chap. IX). La chose est incontestable à l'W de Tréveneuse; elle est extrêmement probable à Ville Torrent, dans la vallée de

Charmy et dans la zone du col de la Ramaz, en Chablais, ainsi qu'au Spitzhorn dans le Simmental.

Le Flysch des nappes ultrahelvétiques, d'autre part, semble bien s'élever jusqu'au Priabonien, d'après le résultat des recherches d'Augustin Lombard aux Voirons (90, p. 60). Au Priabonien donc, la fosse de sédimentation des Ultrahelvétiques n'était pas obturée et c'est passablement plus tard, après qu'elle ait été couverte et même dépassée par le cheminement des Médiannes, que s'est produit le chevauchement de la Brèche. C'est pourtant avant la mise en place des Médiannes sur leur lit de Molasse rouge rupélienne; car, lors de cette mise en place, ce recouvrement était un fait accompli: le front de la Brèche et les fragments des Médiannes rigides conservés sous lui ont été plissés ensemble. Les coupes de la vallée de la Drance du Biot, en Chablais (fig. 14 et 15), sont convaincantes à cet égard, comme nous l'avons relevé (chap. X).

\* \* \*

L'âge du *Flysch* des différentes nappes préalpines va maintenant nous venir en aide.

Le Flysch est un « faciès orogénique », suivant le terme introduit par P. Arbenz. C'est le faciès terminal d'un cycle de lithogénèse géosynclinal, le dernier sédiment qui se forme avant le plissement. Aujourd'hui, nous savons que, dans une même chaîne, peuvent coexister des Flysch d'âge différent, suivant les nappes qui la constituent. Chacun de ces Flysch doit donc représenter la fin du remplissage d'une fosse, d'un géosynclinal secondaire, avant son émergence. Mais ce n'est pas encore l'écrasement de cette fosse par la poussée tangentielle, écrasement qui déclenchera la mise en marche de la nappe.

Dans l'édifice préalpin, suivant l'hypothèse adoptée au chapitre XIV, les nappes se trouvent actuellement superposées dans l'ordre suivant, du haut en bas:

6. — *Nappe de la Brèche*: Flysch débutant peut-être au Néocrétacé pour s'arrêter probablement au cours du Paléocène.

5. — *Nappe de la Simme*: Flysch mésocrétacé, montant au moins jusqu'au Cénomaniien compris.

4. — *Nappe des Médiannes*: Flysch naissant par places au Crétacé supérieur, mais en majeure partie paléocène et ne semblant pas monter plus haut.

3. — *Nappe du Niesen*: Flysch maestrichtien.

2. — *Nappes ultrahelvétiques*: Flysch paraissant débiter localement au Maestrichtien et comprendre encore du Priabonien; à coup sûr le Lutétien.



1. — *Nappes helvétiques* : Flysch s'élevant en tous cas jusqu'au Priabonien compris.

L'ordre de superposition représenterait, en plan, celui de la succession des racines, du S vers le N, donc celui des fosses de sédimentation originelles<sup>1</sup>.

Où se trouvaient ces fosses, par rapport aux cordillères des nappes penniques et austro-alpines ? Où s'enracinent exactement les diverses nappes des Préalpes ? C'est un problème que nous n'aborderons pas ici. Nous nous bornerons à remarquer qu'il se pose aujourd'hui dans d'autres conditions que naguère.

En effet, tant qu'on assimilait, par exemple, le Flysch du Niesen à celui du Praetigau, tant qu'on les tenait pour une seule et même unité tectonique, la conclusion s'imposait que les Préalpes médianes ne pouvaient s'enraciner que dans les éléments internes des Penniques, ou même dans les nappes austro-alpines (cf. 56, p. 93, et 73). Mais les conceptions nouvelles nous amènent à considérer, pour les nappes préalpines, des cordillères et des fosses de sédimentation beaucoup plus localisées. Ainsi, comme l'a récemment indiqué l'un de nous (M. L., 93) et comme nous l'exposons au chap. XIV, le Flysch du Niesen et celui du Praetigau, malgré leurs frappantes analogies stratigraphiques, doivent provenir de deux fosses sédimentaires distinctes, et la position tectonique du Flysch du Praetigau, sur la nappe de la Margna, n'implique nullement une situation identique de la racine du Niesen par rapport aux nappes penniques.

Nous ne savons donc pas avec précision où se tenaient les bassins de sédimentation qui ont fourni leur matière aux diverses nappes préalpines, et nous ne chercherons pas, dans le présent article, à les localiser, ni à reconstituer les mouvements qu'ils ont subis au cours des temps mésozoïques. Mais il suffit de savoir, pour l'instant, que ces fosses sédimentaires se succédaient dans l'ordre indiqué plus haut, au S du bourrelet hercynien qui bordait le socle de l'Europe et dont l'éclatement, la surélévation, formeront les massifs du Mont Blanc - Aiguilles Rouges et de l'Aar - Gothard.

Si l'on s'en rapporte à ce que nous connaissons aujourd'hui de l'âge des Flysch des diverses nappes préalpines, le comble-

<sup>1</sup> Des considérations que nous ne pouvons pas développer maintenant et qui feront l'objet d'un article ultérieur, nous conduisent à douter que l'ordre de superposition des nappes implique nécessairement l'ordre de succession des racines. Mais ces considérations ne s'appliquent probablement pas aux ensembles que nous envisageons ici.

blement de leurs fosses de sédimentation se serait achevé à des époques successives, dans l'ordre suivant :

5 (Simme), 3 (Niesen), 6 et 4 (Brèche et Médiannes), 2 (Ultrahelvétiques), 1 (Helvétiques).

Mais l'ordre de la compression des fosses, de la mise en marche des nappes, n'est pas le même ; et seules les relations tectoniques entre les nappes, montrant les influences des unes sur les autres, nous donnent des indications à cet égard. Seulement le problème se complique beaucoup lorsque l'on considère, comme il s'impose aujourd'hui, que l'ordre de *mise en place* des nappes peut différer de l'ordre de leur *mise en marche*, de leur déclenchement. Car les relations tectoniques actuelles, telles que nous pouvons les observer, manifestent beaucoup mieux les influences de mise en place que celles de mise en marche. Ou plutôt, elles représentent le résultat global de ces deux phénomènes successifs, et la distinction par analyse des parts de l'un et de l'autre n'est pas aisée. Mais les relations de mise en place sont généralement plus claires, étant les plus récentes.

Par exemple, il est à peu près certain que la mise en place de la nappe du Niesen est postérieure à celle des Médiannes et de la Brèche ; mais, en dehors de considérations hypothétiques sur le mouvement des nappes penniques, rien dans la situation actuelle du Niesen ne nous fournit des précisions sur l'époque de sa mise en marche, du moins dans l'état de nos connaissances et de nos réflexions.

C'est donc avec la plus grande réserve que nous allons tenter l'histoire des mouvements préalpins.

\* \* \*

1<sup>o</sup> *Déclenchement de la nappe de la Simme.* — Elle semble la première à s'être mise en marche pour recouvrir les Médiannes, comme nous l'avons exposé ci-dessus. Et il est sûr que son extension, sur les Médiannes, a dû être beaucoup plus grande qu'aujourd'hui, puisque nous en connaissons des restes jusque dans des synclinaux aussi externes que celui de Corjon - Rochers de Naye, dans les Préalpes vaudoises, et de Queffait sur Vacheresse, en Chablais. Nous avons déjà rappelé (chap. VII) que l'abondance des éléments de radiolarite dans le conglomérat du Pélerin, sur Vevey, indique aussi une étendue plus vaste de la nappe de la Simme, même après la mise en place des Médiannes.

Une grande extension de matériaux aussi mous que le Flysch de la Simme ne peut guère être l'effet d'une poussée.

Nous estimons plutôt que la nappe de la Simme a dû s'écouler, comme une masse pâteuse, dans la fosse de sédimentation des Médiannes, vers la fin du Paléocène. Et cela impliquerait que, dès le début des charriages préalpins, à l'intérieur encore de l'édifice, les phénomènes de glissement, de mouvement par gravité, ont dû jouer un rôle important dans le déplacement des nappes.

2<sup>o</sup> *Déclenchement des Médiannes* avec leur parasite, la nappe de la Simme. Nous ne savons ni où ni quand il s'est produit. Mais si le Flysch ultrahelvétique comprend du Priabonien, l'avancée des Médiannes n'en couvrirait pas la fosse à cette époque. D'autre part, une longue période a dû s'écouler entre le départ de la nappe des Médiannes et son recouvrement par la Brèche, puisque l'érosion a pu s'exercer sur la partie radicale des Médiannes. Enfin nous avons vu que, lors de l'écoulement de la Brèche sur les Rigides, la masse des Médiannes avait en tout cas dépassé la fosse de sédimentation de la nappe de Bex-Laubhorn.

Ceci nous porte à penser que les nappes ultrahelvétiques se sont déclenchées avant le chevauchement de la Brèche sur les Médiannes. Car le front des Médiannes pousse devant lui les Préalpes externes ; il n'a donc pas recouvert leur fosse sédimentaire avant que leur matériel se soit constitué en nappes. Il est possible même que le déclenchement des Ultrahelvétiques ait précédé celui des Médiannes ou en ait été contemporain.

3<sup>o</sup> *Déclenchement des nappes ultrahelvétiques* — Ces nappes, qui soutiennent toutes les nappes préalpines supérieures, possèdent probablement des dépôts priaboniens. De toutes façons, elles n'ont pu s'étendre sur le territoire des futures Helvétides avant la fin de l'Eocène. Et elles n'ont pas dépassé le bourrelet hercynien du Mont Blanc - Aiguilles Rouges avant le dépôt de la molasse rupélienne.

L'énorme masse de terrains mous qui participent au bâti des Préalpes internes, anhydrite, schistes aaléniens et oxfordiens, Néocomien, Gault, Sénonien, Flysch, ne sont pas faits pour propager des poussées. Ce n'est que par glissement sur un plan incliné que l'on peut concevoir leur marche.

Ce plan incliné n'est pas une pure supposition faite pour les besoins de la cause : il nous est imposé par la stratigraphie des formations autochtones de la vallée du Rhône. Car c'est justement après le Priabonien, peut-être au Lattorfien, qu'a dû se produire le grand mouvement de bascule qui a fait succéder, aux bassins du Flysch s'approfondissant vers le S, les

bassins molassiques s'étendant vers le N. Le val d'Illiez, comme l'a montré l'un de nous (66, p. 61), est sur l'axe de ce mouvement de bascule : les dépôts du Flysch y passent insensiblement à ceux de la molasse avec, entre deux, un épisode saumâtre au Rupélien inférieur. La sédimentation détritique de la Molasse rouge rupélienne témoigne de l'émersion et de la rubéfaction des territoires situés plus au S.

Ce mouvement de bascule, dont L. Moret a souligné aussi l'importance (62, p. 48-49, 67-68), a déplacé le faite du bourrelet hercynien des Aiguilles Rouges, l'a fait rouler d'avant en arrière. En effet, au Priabonien, lors de la transgression du Flysch qui tranche obliquement les assises néocomiennes et jurassiques au-dessus de St-Maurice, le faite des Aiguilles Rouges se trouvait sur la zone du ravin de St-Barthélemy, bien en avant du faite actuel (61, p. 6). Plus en arrière, le coin du massif hercynien ultérieurement entraîné sous la nappe de Morcles émergeait aussi, en falaise, à l'époque priabonienne.

4° *Charriage de la nappe de la Brèche.* — Rien ne nous indique l'époque où cette nappe s'est déclenchée, de sa fosse de sédimentation plus méridionale que celle des Médianes. Ce que nous savons maintenant, c'est qu'elle s'est avancée par glissement sur la partie radicale des Médianes, en deux lobes localisés par l'ablation partielle des Rigides. En s'avancant, la Brèche a entraîné sous elle des « épaves » de gypse et d'Aalénien des Internes, et des lames de Jurassique et de Sénonien des Rigides. En Suisse, elle semble avoir refoulé devant elle, comme l'a montré Rabowski, les sédiments de la nappe de la Simme.

5° *Déclenchement de la nappe du Niesen.* — L'un de nous a fait voir (M. L., 76) que des recouvrements déjà d'assez grande envergure s'étaient produits, avant le Maestrichtien, dans ce qui deviendra le noyau de la nappe du Niesen. Son Flysch, d'épaisseur considérable et célèbre par ses brèches polygéniques, paraît bien être tout entier maestrichtien. Ainsi, au Maestrichtien, alors que dans toutes les autres fosses préalpines la sédimentation était relativement calme (sauf dans certaines parties des Ultrahelvétiques), dans le géosynclinal du Niesen une cordillère en mouvement déversait, de temps à autre, d'énormes masses de blocs grossiers. Puis, dès la fin du Crétacé, le dépôt s'arrête.

Et pourtant, la nappe du Niesen ne semble s'être déclenchée que tardivement, après les autres nappes des Préalpes.

A vrai dire, comme nous l'avons fait remarquer plus haut, aucun critère certain ne nous permet de dater exactement le

départ de la nappe du Niesen. Nous verrons que sa mise en place est postérieure à celle des Médiannes et de la Brèche. L'existence de la Grande fenêtre mitoyenne nous prouve que le front du Niesen a pénétré dans la masse des Internes exactement comme le front des nappes helvétiques, sans que nous puissions encore préciser si c'est en même temps, avant ou après. Mais la mise en place et le déclenchement sont deux phénomènes distincts.

Pourtant, lorsqu'il s'agit des nappes helvétiques, dont le charriage est d'amplitude restreinte, la mise en marche et la mise en place se rapprochent jusqu'à presque se confondre. Leur mise en place étant très tardive, leur déclenchement doit l'être aussi. Elles se sont développées, par compression d'abord, par écoulement ensuite, sous une grande épaisseur d'autres terrains, dont la surcharge a permis la remarquable plasticité de leurs assises calcaires.

Or le style tectonique de la nappe du Niesen est très analogue, dans ses détails, à celui des nappes helvétiques. Cette analogie ne frappe pas au premier abord, mais elle est bien réelle. Les nappes helvétiques paraissent uniques au monde par leurs beaux contournements anticlinaux et synclinaux, car ces plis sont soulignés par des couches très diverses, en couleur, en épaisseur, en compacité, et qui contrastent les unes avec les autres. Dans la nappe du Niesen, les sédiments sont plus uniformes, et c'est pourquoi les plis sont moins apparents. Mais l'observation les révèle tout pareils à ceux des Hautes Alpes calcaires et, là où la diversité des terrains se marque mieux, comme au lac Lioson, au flanc du Pic Chaussy, la similitude est manifeste.

Cette parenté du style tectonique est, pour nous, le témoignage d'une histoire semblable. Nous pensons que la nappe du Niesen, comme les Helvétiques, a dû se déclencher sous une surcharge considérable, à une phase tardive de la période de mise en marche des nappes préalpines.

6° *Déclenchement des nappes helvétiques.* — Nous l'avons vu, rien ne nous permet d'affirmer, d'après leur position réciproque, si le déclenchement des nappes helvétiques a précédé ou suivi celui de la nappe du Niesen, ou s'ils sont contemporains. Mais nous savons que l'avancée de la nappe de Morcles, dans la région de la Dent du Midi, s'est faite en concomitance avec le développement des plis autochtones (47, 61); or ces plis autochtones ont affecté la Molasse rouge rupélienne, avec les nappes préalpines qui la recouvrent. Ils



sont postérieurs, et sans doute de beaucoup, au charriage sur la molasse de l'ensemble préalpin.

L'avancée des nappes helvétiques se rattache donc à un autre problème, que nous allons étudier, celui de la mise en place des nappes préalpines.

### XIX. — La mise en place.

La date de la principale mise en place des nappes préalpines peut être fixée avec assez d'exactitude, comme on l'a souvent remarqué (cf. entre autres 56, p. 95; 66, p. 61).

En effet, l'ensemble de ces nappes repose, au Val d'Illiez, sur la Molasse rouge autochtone qui ressort sous le front de la masse charriée, au Bouveret et à Vevey. A Vevey, cette molasse passe graduellement, mais rapidement, vers le haut, aux Poudingues du Pélerin. Ces poudingues représentent le delta d'un Rhône primitif, établi dans la dépression axiale séparant les deux grands arcs préalpins. Les éléments de ce conglomérat proviennent des nappes préalpines, en particulier des radiolarites de la nappe de la Simme qui s'y trouvent en abondance. Il est donc certain que ce delta s'est formé au front des Préalpes, qu'il est postérieur au grand charriage sur la molasse de l'ensemble préalpin.

Sans doute, des mouvements importants encore ont eu lieu plus récemment, des poussées tardives, qui ont fait chevaucher le Flysch des Préalpes bordières sur la molasse ou le poudingue redressés et ravinés (38, p. 46, 57). Les compressions profondes qui ont écaillé et plissé la molasse subalpine se sont perpétuées sans doute jusqu'à la fin du Néogène. Mais incontestablement le front des nappes préalpines était arrivé aux environs de Vevey avant la formation du Poudingue du Pélerin.

Or ce poudingue est d'âge *chattien*, d'après la dernière détermination de Baumberger qui en a revu soigneusement la faune (51). Les couches supérieures ont livré, à Châtel-St-Denis, *Helix Ramondi*, *rugulosa*, *Glandina inflata*, *Clausilia Escheri*; les couches inférieures, à Rivaz, *Helix Ramondi*, *Planorbis cornu*, *Ancylus Dogei*, *Cyrena exilis*, *Sphaerium Blancheti*, ainsi que la riche flore du Moulin Monod étudiée par Oswald Heer.

La Molasse rouge n'a livré, jusqu'ici, que des fossiles peu caractéristiques: à Vevey des palmiers, *Sabal major*, *Flabellaria latiloba* et quelques *Helix* difficilement déterminables.

Dans le Val d'Illiez, H. Douxami y signale des globigérines et des cristellaires (16). Mais elle passe donc, à Vevey, au Chattien vers le haut. Vers le bas, on la voit au Val d'Illiez passer graduellement au Flysch autochtone, comme nous le rappelons au chapitre précédent. Les couches de passage sont des schistes ardoisiers, contenant des restes de plantes où Oswald Heer a déterminé *Zizyphus Ungerii*, *Podocarpus eocenica* (5, p. 508; 12, p. 99). En 1935, Vonderschmitt (65) y a signalé des écailles de poissons (*Meletta* ?), *Cyrena Sausurei*, *Cardium Heeri*.

Ces couches de passage sont de faciès identique aux formations que l'on a pu dater avec exactitude de part et d'autre de notre chaîne, soit dans le massif des Bornes, en Haute-Savoie (62, p. 40-48), soit à Vaulruz près de Bulle (78) et qui sont du Rupélien inférieur. On ne s'écarte pas beaucoup de la réalité, sans doute, en attribuant le même âge aux mêmes couches du Val d'Illiez<sup>1</sup>. Sous elles, le Flysch autochtone, où récemment Augustin Lombard a trouvé des nummulites (82), monterait alors jusqu'au Lattorfien, et la Molasse rouge représente le Rupélien supérieur, peut-être la base du Chattien, tout au plus.

C'est donc à peu près à la limite du Rupélien et du Chattien, ou vers le début du Chattien, que s'est accompli le principal charriage de l'ensemble préalpin sur la molasse autochtone. Nous nous excusons d'insister en détail sur ces relations déjà établies, mais elles ont été parfois méconnues, tout récemment encore, et il importe d'être au clair là-dessus avant d'aller plus loin.

Ajoutons que le charriage des Préalpes a dû bousculer, écailler la Molasse rouge dans la zone où elle nous est cachée; car au SE du Bouveret, la série apparaît renversée: les couches saumâtres du Rupélien inférieur reposent sur la Molasse rouge et sont dominées par le Flysch autochtone, avec passage graduel comme au Val d'Illiez. Au pied des Pléiades et des Voirons, les mêmes couches saumâtres semblent former une écaille indépendante, chevauchant la molasse. Et sur elle, des paquets de micropoudingues à éléments polygéniques ont été assimilés, par Aug. Lombard, à des grès de Taveyanne priaboniens, qui seraient arrachés à une partie plus profonde encore de la série autochtone (69, 90, p. 18, 88).

\* \* \*

<sup>1</sup> Il est possible que le faciès saumâtre se soit établi plus tôt dans la région interne représentée par le Val d'Illiez que dans la région externe des Bornes et de Vaulruz; c'est même probable (cf. 81); mais aucun document paléontologique ne permet, actuellement, de l'affirmer.

La proéminence des Préalpes romandes hors du cadre des Helvétides, qui est le vrai front alpin, cet étalement en deux arcs principaux est le résultat d'un vaste glissement. Examinons maintenant l'édifice à ce point de vue.

Des relations très générales ont depuis longtemps frappé les auteurs (32, 39): la situation de la masse principale des Préalpes, des deux arcs chablaisien et fribourgeois, coïncide avec le détroit Morvano-Vosgien d'une part, de l'autre avec l'ensellement majeur de la nappe de la Dent Blanche dans les Pennines; elle correspond à la plus forte convexité de l'arc des Alpes occidentales. L'accumulation de matière s'est faite à peu près en avant de la dépression transversale qui existe entre les massifs du Mont Blanc - Aiguilles Rouges d'une part et le massif de l'Aar d'autre part. Le trop-plein du géo-synclinal alpin a, pour ainsi dire, trouvé une porte par laquelle il a pu s'écouler.

Toutefois, il faut remarquer que la porte n'a pas, actuellement, les dimensions suffisantes. L'arc du Chablais est au NW du massif du Mont Blanc, qui semblerait constituer une barrière infranchissable pour le flux s'écoulant vers l'avant-pays. Il faut donc admettre — et d'autres considérations y conduisent également — que la surrection du massif du Mont Blanc - Aiguilles Rouges est postérieure au glissement préalpin.

Mais d'où provient la disposition des Préalpes en deux arcs principaux? Cette disposition doit être originelle, c'est-à-dire dater du grand charriage oligocène, bien que les mouvements postérieurs l'aient certainement exagérée.

On constate que ces deux arcs sont centrés sur les deux grands lobes de la nappe de la Brèche, et il est tentant d'y voir une relation causale. Les deux lobes de la Brèche, localisés par l'érosion antérieure des Médiannes rigides, auraient poussé devant eux les Médiannes plastiques et leur substratum ultrahelvétique des Préalpes bordières. Les deux coulées de la nappe de la Brèche, solidaires avec les restes des Rigides qu'elles avaient chevauchés, formant bloc avec eux, seraient venues s'emboutir dans la masse des Plastiques, déterminant ainsi leur division en deux arcs.

Il est, en effet, très probable, que cet emboutissage des deux lobes de la Brèche a dû jouer un rôle dans la disposition en deux arcs de la masse principale des Médiannes. Mais nous ne pensons pas qu'il ait été suffisant pour la déterminer. Il a plutôt exagéré cette disposition, accusé la courbure des arcs des Médiannes, dont la cause déterminante doit se chercher, croyons-nous, dans le substratum.

Mais, pendant que nous y sommes, examinons de plus près cet emboutissage de la Brèche.

Nous avons vu, au chapitre XIII, que l'armature mésozoïque des Médiannes rigides était sans liaison directe avec celle des Plastiques, et que même par places les Rigides tendaient à chevaucher les Plastiques. Ceci nous montre, dans la mise en place de l'ensemble, deux sortes de mouvements et d'actions mécaniques, qui se sont succédé dans le temps. Écoulement d'abord, avec effets de traction qui ont disjoint Plastiques et Rigides, disjoint aussi les grandes dalles des Rigides, comme nous l'avons montré pour les chaînons du Rubli et de la Gummfluh. Puis, lors de la mise en place, après le recouvrement des Rigides par la nappe de la Brèche, compression des Plastiques par le bloc Rigides-Brèche, qui vint les pousser dans le dos, accumulant devant lui les restes de la nappe de la Simme, poussant les Gastlosen sur le synclinal de Château d'Oex.

De tels phénomènes s'observent, en petit, dans la plupart des glissements de terrain, lorsque leur matière est complexe et leur plan de glissement accidenté. Une masse antérieure peut prendre de l'avance, s'écouler plus vite, laisser derrière elle un flux volumineux qui, lorsqu'elle ralentit et s'arrête, la rattrape, s'y emboutit et la comprime. Traction et compression ne sont pas exclusives l'une de l'autre, ce sont deux phases successives de tout vaste écoulement de matière dont la viscosité est élevée.

L'emboutissage des deux blocs, chablaisien et suisse, de la Brèche et des Rigides dans le dos des Plastiques nous explique la forme arquée du bord interne des Plastiques.

C'est aussi la comparaison avec les glissements de terrain qui nous permet de comprendre l'existence, dans la masse des Plastiques, de certains arcs secondaires, dont l'allure est si frappante. Un des plus beaux exemples, admirablement visible grâce aux levers de Gilliéron sur la feuille XII de la carte géologique au 1: 100 000, est le relayement du massif de Brunnen par celui du Kaiseregg, dans la région du lac Noir. De même lors des avalanches, on voit dans la masse glissée des plans de chevauchement superposés donner lieu à des festons distincts qui se relayent et se recoupent.

Mais ce sont là phénomènes secondaires. Le phénomène principal reste la division du gros des Préalpes en deux arcs majeurs, chablaisien et fribourgeois, division que ne semblent pas suffire à déterminer la séparation en deux lobes de la nappe de la Brèche et leur compression sur les Plastiques.

On a cherché la cause de cette division dans la résistance opposée par le Poudingue du Pélerin à l'avancée des Préalpes, résistance qui aurait provoqué le rebroussement des plis le long de la vallée du Rhône. C'est encore l'opinion clairement exprimée, en 1926, par E. Peterhans (41, p. 203). Pourtant c'est E. Peterhans lui-même qui a mis en évidence (41, p. 308-309) le fait que les plis des deux arcs ne coïncident pas, des deux côtés de la vallée du Rhône qui les sépare, et que l'extension des faciès n'y est pas la même. Sur le bord chablaisien, les plis sont plus ramassés et plus déjetés. « Un décrochement s'est produit, conclut Peterhans, au moment où la grande nappe des Médiannes commençait à déferler sur la molasse. Les terrains de l'arc chablaisien se sont trouvés légèrement en avant de ceux de l'arc suisse et le plissement final a dû se faire dans des zones isopiques différentes des deux côtés du Rhône. » Quelques lignes plus haut, il remarque que, de part et d'autre de ce décrochement, les masses se sont plissées indépendamment l'une de l'autre.

Or le Poudingue du Pélerin, comme nous venons de le rappeler, est postérieur au charriage principal des Préalpes. Il a certainement joué le rôle d'un obstacle, et des faits bien manifestes le prouvent (38, p. 57), mais lors de mouvements beaucoup plus tardifs, aux temps néogènes. Il ne peut être la cause originelle de la division en deux grands arcs. Tout au contraire, il en est la conséquence. Car le cours du Rhône oligocène dont ce poudingue est le delta, fut évidemment déterminé par la dépression qui subsistait entre les deux arcs, sitôt après leur première mise en place.

Comme nous l'avons suggéré à la fin du chapitre XVII, l'analogie avec la disposition en deux lobes de la nappe de la Brèche nous fait supposer que c'est l'existence de deux dépressions distinctes, dans le substratum autochtone, qui fut la cause initiale des deux arcs préalpins.

Mais il ne semble pas que ces vastes dépressions aient eu elles-mêmes pour cause des phénomènes d'érosion antérieurs au principal charriage des Préalpes. Nous l'avons vu: près de Vevey, la Molasse rouge rupélienne passe graduellement au poudingue chattien, lequel est postérieur à l'arrivée des Préalpes. La sédimentation est continue, il n'y a pas place entre deux pour un important cycle d'érosion<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Des phénomènes d'érosion ont dû se produire, entre le dépôt de la Molasse rouge et le charriage principal des Préalpes, au bord méridional du bassin molassique. Car, au versant gauche du Val d'Illiez, au N du village de ce nom, le plan de chevauchement des Préalpes sur l'autochtone coupe obli-



Ce sont donc des affaissements d'origine tectonique que nous sommes conduits à supposer, sur l'emplacement actuel des deux arcs préalpins; affaissements qui auraient provoqué un appel de matière glissante, comme un bassin de subsidence provoque un appel de sédiments, et qui auraient préparé un double berceau à l'écoulement des nappes préalpines.

L'hypothèse que nous formulons ici paraît corroborée par des considérations stratigraphiques au sujet de la Molasse rouge rupélienne.

L. Moret a remarquablement montré la migration, vers l'extérieur des Alpes, des fosses sédimentaires au cours des temps nummulitiques, dans le massif des Bornes (62, p. 48-49, 67-68). Mais il nous semble qu'on peut aller plus loin.

On doit remarquer en effet que la Molasse rouge rupélienne, telle qu'elle affleure au Val d'Illiez, au Bouveret et à Vevey; avec ses gros bancs de grès rouge sombre, est très différente du complexe du même âge, que Moret (62, p. 48) confond sous le même terme de « molasse rouge » dans le massif des Bornes; complexe dont l'épaisseur est beaucoup plus faible, où la teinte rouge est beaucoup moins accusée, et qui contient des lits de micropoudingues polygéniques. L'ensemble de la série nummulitique, du Priabonien à l'Aquitainien, ne mesure qu'une centaine de mètres aux Barattes, près d'Annecy (62, p. 43), alors que dans le Val d'Illiez la seule Molasse rouge du Rupélien supérieur dépasse 300 mètres de puissance. A Bonneville, dans la vallée de l'Arve, sous les Préalpes externes, d'après la description de Verniory (72, p. 44-48), la série rupélienne présente une aussi forte épaisseur, mais la teinte rouge y est peu développée, et le faciès tout pareil à celui des Barattes.

La vraie « Molasse rouge », telle que l'a définie H. Douxami en 1904 (16)<sup>1</sup>, semble donc un faciès strictement localisé dans le berceau des arcs préalpins. A la même époque, des

quement la Molasse rouge (voir 60). Le soulèvement de ce rivage méridional du bassin continue le mouvement de bascule dont nous parlons au chapitre précédent et qui est la cause de l'écoulement des nappes préalpines. Le bassin de sédimentation de la Molasse rouge a donc duré plus longtemps dans la région de Vevey et du Bouveret que dans le Val d'Illiez.

<sup>1</sup> Le terme de « Molasse rouge » a été introduit en 1841 par Necker (2) qui confondait sous ce nom les molasses bariolées de Genève, de la Paudèze, et la molasse rouge de Vevey. Douxami a nettement distingué la molasse rouge rupélienne de Vevey, du Bouveret et du Val d'Illiez, qu'il assimile aux grès de Ralligen et à ceux de Bonneville (15), des molasses bariolées à *Helix Ramondi* de Genève et de Paudex. Au pied des Voirons et dans le Mont de Boisy, ce n'est pas la Molasse rouge, c'est une molasse chattienne à peine bariolée, qui apparaît.

lagunes peu profondes s'étendaient sur toute la région péri-alpine, jusqu'en Alsace, comme l'a montré Moret (62, p. 47). Mais à l'emplacement des Préalpes, la sédimentation de l'épaisse Molasse rouge indique un bassin de subsidence particulièrement actif, une aire d'affaissement où la masse principale des Préalpes se serait écoulee, à la fin des temps rupéliens ou au début du Chattien.

Il faut reconnaître que rien, dans ce que nous voyons actuellement de la Molasse rouge, ne nous incite à admettre l'existence de deux bassins déprimés différents. C'est la seule considération des deux arcs préalpins qui nous y amène. Et cette supposition implique, bien entendu, la présence d'une arête, d'une ligne de partage entre les deux bassins, à l'emplacement de l'actuelle vallée du Rhône<sup>1</sup>.

L'un de nous, en 1896 déjà (12, p. 270, 302), envisageant l'idée émise par Schardt du glissement des nappes préalpines, était conduit à une hypothèse analogue, d'une protubérance cristalline placée dans la vallée du Rhône, dont la résistance aurait freiné l'avancée de la masse exotique. « Le glissement se serait effectué plus facilement à droite et à gauche, écrivait-il, d'où les deux protubérances de la nappe des Préalpes et d'où la naissance de l'arête de rebroussement de la vallée du Rhône ». C'est donc à une idée fort semblable que nous revenons aujourd'hui.

Quant aux arcs latéraux que représentent les klippes de la Savoie et de la Suisse centrale, ce seraient des festons secondaires, n'ayant pas trouvé devant eux de dépressions suffisamment importantes pour y attirer de plus grandes masses de matière. On constate en effet que toutes ces klippes reposent sur le Flysch priabonien — Flysch autochtone pour celles de Savoie, Flysch des nappes helvétiques en Suisse centrale — en des territoires où la sédimentation ne s'est pas produite au Rupélien et qui devaient être émergés déjà à cette époque.

\* \* \*

Revenons aux deux arcs principaux des Préalpes. Il est à peu près certain qu'à la suite de leur écoulement sur la molasse rupélienne, au cours même de leur avancée, le mouve-

<sup>1</sup> Dans deux notes récentes (83, 91), Augustin Lombard énonce à ce sujet une hypothèse diamétralement opposée à la nôtre, mais qui nous semble incompatible avec les faits observés. Il suppose l'existence, dans le substratum autochtone, avant le principal charriage des Préalpes, d'un ancien Rhône dont la vallée serait la cause de l'abaissement axial des plis préalpins. Le Poudingue du Pèlerin lui paraît un delta de ce Rhône antérieur aux Préalpes. Or, nous l'avons vu, la sédimentation de ce poudingue est incontestablement postérieure à l'écoulement des nappes préalpines sur la Molasse rouge.

ment d'affaissement qui les y avait conduits s'est accentué. Le poids de cette énorme masse de matière arrivant en surcharge a dû provoquer, par isostasie, un lent enfoncement du substratum.

Nous en voyons des preuves dans la disposition tectonique des plis et des écaillés du front préalpin, soit dans les Préalpes bordières, soit dans les Médianes. Ces éléments frontaux, tels que les a dessinés l'un de nous (38, Pl. I et II; 57, p. 371; 58, p. 385) ou, par exemple, Augustin Lombard pour les Voirons (90, Pl. III), semblent remonter vers l'avant, sur le substratum autochtone, comme des vagues à l'assaut d'un rivage incliné. Lorsque nous les dessinions, nous n'en devinions pas la cause; il nous paraît clair, aujourd'hui, que c'est un affaissement de l'arrière, corrélatif peut-être d'un soulèvement de l'avant, mais postérieur à la mise en place de ces écaillés, qui leur a donné cette position fortement redressée <sup>1</sup>.

Ainsi s'explique également, dans la région de Vevey, la haute altitude actuelle du Poudingue du Pélerin par rapport à celle du front des Préalpes.

Dans l'intérieur de l'édifice préalpin, c'est peut-être aussi d'un affaissement isostatique que provient, en Chablais, l'abaissement de la vasque de la nappe de la Brèche par rapport à son pli frontal, tel qu'il se voit sur nos coupes (fig. 10 et 11), en arrière de Ville Torrent et de Trébante. Et même l'étirement du pédoncule reliant cette vasque au pli frontal, dans le vallon de Charmy (fig. 12) nous paraît la conséquence de cet affaissement.

Nous disions tout à l'heure que l'enfoncement du territoire préalpin sous la surcharge des nappes préalpines avait peut-être provoqué, par compensation, des soulèvements dans l'avant-pays molassique. De même, il est possible que cet enfoncement ait contribué à la surrection des massifs hercyniens, à l'arrière des Préalpes. Mais cette surrection du bourrelet hercynien est surtout la conséquence de l'affaissement isostatique, beaucoup plus considérable, des nappes penniques,

<sup>1</sup> Cette idée d'un affaissement isostatique, énoncée déjà en 1896 par l'un de nous (12, p. 301) a été récemment reprise par Augustin Lombard (83, 91). Mais, suivant l'ancienne conception d'Albert Heim, il y voit la cause originelle du bassin du Léman (Grand lac). Or le front préalpin a une direction tout autre que le bassin du Grand lac, lequel tranche indifféremment les unités tectoniques et semble ne s'être établi qu'après la première glaciation (voir 66). Lombard admet l'existence, dès la fin de l'Aquitanién, d'une vallée rhodanienne dans la partie orientale du Grand lac, jusqu'au large de Lausanne; la position de la molasse marine burdigalienne, immédiatement au-dessus de cette ville, contredit cette hypothèse.

combiné avec les poussées tardives, profondes, des mouvements alpins.

\* \* \*

Deux grandes questions, ou plutôt deux ensembles de questions innombrables, restent à examiner pour se faire une idée de l'histoire de notre édifice. Elles ont trait à la nappe du Niesen et aux nappes helvétiques. Nous ne pouvons que les effleurer dans le cadre de cet article, mais nous en dirons ce que nous suggèrent les vues nouvelles que nous avons exposées plus haut.

Dans le chapitre sur la marche des nappes, nous avons formulé les raisons qui nous portent à croire — avec toute la prudence exigée par de tels problèmes — que le déclenchement et l'avancée de la nappe du Niesen ont dû s'accomplir tardivement. Et nous indiquions déjà que, pour sa mise en place, les faits nous renseignent de façon beaucoup plus claire.

Il est vrai; nous allons du reste le voir. Mais ces faits nous montreront aussi combien la notion de « mise en place » est complexe, encore mal éclaircie, et nous permettront de la préciser quelque peu.

Voyons d'abord les faits et leurs conséquences immédiates.

L'existence de la Grande fenêtre mitoyenne est déjà bien significative. Des terrains des Préalpes internes, tectoniquement situées sous la nappe du Niesen, se trouvent injectés entre le Niesen et les Médiannes qui sont, à l'origine, directement superposés. Et, comme l'avait déjà noté de Raaf lorsqu'il étudiait sa « zone submédiane » (50), ces terrains injectés reposent jusque sur des replis assez élevés de la nappe du Niesen, par exemple à Gstaad et à l'E du Simmental. Seule une avancée tardive du front de la nappe du Niesen, pénétrant sous les Médiannes dans la masse des Internes, peut expliquer mécaniquement une telle disposition.

Le redressement des grosses dalles des Médiannes rigides, dans la région du Rubli et de la Gummfluh, en est une autre preuve (fig. 3 et 6). Nous les avons comparées aux fragments d'une planche brisée, plantés dans le Flysch des Internes. Avant d'être brisée, la dalle formait un vaste bloc, comme celle de Tréveneuse; et la considération des faciès des couches à *Mytilus* nous permet, comme nous l'avons dit (chap. XVI), de déterminer la position réciproque des deux fragments: lorsqu'ils étaient unis, l'écaille du Rubli devait être en avant de celle de la Gummfluh. C'est un phénomène de traction, nous l'avons vu aussi, qui a disjoint cette dalle. Mais le redressement de ses tronçons ne peut être la conséquence que d'une



poussée postérieure, qui a fait basculer ces écaïlles avec les masses de Brèche qui les recouvraient, après avoir enfoncé celle de la Gummfluh dans les Internes. Or cette compression tardive ne peut être imputée qu'à l'énorme masse du Niesen.

De même, entre le Simmental et le Diemtigtal, l'enfoncement de l'écaïlle tronçonnée de la Mieschfluh, du Twirienhorn et du Schwarzenhorn sous la Petite fenêtre mitoyenne (fig. 4) doit être la conséquence de cette poussée du Niesen.

Nous avons signalé déjà, à la fin du chapitre XIV, le curieux tracé que présente, en plan, dans son ensemble, la chaîne du Niesen: arc ouvert au NW, avec sa convexité bombée du côté radical des Préalpes, contrairement à l'arc du front préalpin. Nous pouvons essayer maintenant d'en comprendre la cause. L'avancée de la nappe étant tardive, c'est en raison des obstacles opposés à sa marche, en raison de l'importance des masses à bousculer devant elle, qu'elle s'est accomplie. Or on constate que cette masse résistante est moins étendue aux extrémités de la chaîne qu'à sa partie centrale, et justement du fait de l'arc frontal des Préalpes. Dans le voisinage du lac de Thoune, les Préalpes n'ont que 5 km de large en avant du Niesen; de l'autre côté, entre Montreux et le Chamossaire, elles n'ont que 15 km environ. Tandis que sur la bissectrice des deux arcs, la largeur de l'obstacle préalpin est de 25 km. Ainsi les deux extrémités du front de la nappe du Niesen ont pu s'avancer plus facilement, plus loin que la partie centrale, d'où sa courbure en plan.

On voit également que c'est en rapport avec l'extrémité SW de la nappe du Niesen que se produit la curieuse inflexion du tracé des Médiannes rigides, entre la Gummfluh et le Mont d'Or (Pl. I).

Toutes ces remarques viennent confirmer l'idée que la nappe du Niesen ne s'est jamais étendue fort au delà de sa longueur actuelle, ni vers le NE, ni vers le SW (voir chap. XIV). Sa fosse de sédimentation a dû être beaucoup plus localisée même que celle de la Brèche.

\* \* \*

Mise en place tardive, concluons-nous pour la nappe du Niesen. Mais qu'est-ce à dire? Est-ce longtemps après le grand charriage de l'ensemble préalpin sur la molasse, que la nappe du Niesen est venue s'écouler à son tour, par-dessus les Ultrahelvétiques, et se ficher sous le bord radical des Médiannes rigides? Cela paraît peu probable. Le Niesen fait partie de l'ensemble préalpin; s'il n'existe pas dans l'arc du Chablais, sa place est importante dans l'arc suisse, et bien que les deux



arcs se soient plissés indépendamment l'un de l'autre, rien n'autorise à admettre que leur charriage sur la molasse rupélienne s'est produit à des époques différentes. Il semble que, lors de ce charriage principal, où les Préalpes ont recouvert l'espace entre le Val d'Illiez et le Bouveret ou Vevey, la nappe du Niesen devait se trouver déjà parmi les nappes en glissement.

Mais aucun fait précis que nous ayons envisagé, ne nous permet de trancher la question. Nous ne voyons que le résultat de mouvements réciproques, et notre analyse cherche à les reconstituer dans leur succession. Pour la région du Rubli-Gummfluh, par exemple, les faits nous imposent la succession suivante des événements:

- 1<sup>o</sup> Disjonction des Médiannes rigides par traction.
- 2<sup>o</sup> Erosion partielle de ces Rigides.
- 3<sup>o</sup> Leur recouvrement par la nappe de la Brèche.
- 4<sup>o</sup> Le redressement du tout par compression du Niesen.

Et il semble que c'est d'un même mouvement que la Gummfluh et le front du Niesen se sont enfoncés dans la masse des Internes, déterminant à la fois la Petite et la Grande fenêtre mitoyenne.

Les trois premiers phénomènes se sont passés pendant la marche des nappes, puisqu'ils étaient accomplis lorsque s'est produit le quatrième. C'est tout ce dont nous croyons avoir la preuve aujourd'hui.

Pourtant, on ne peut s'empêcher d'imaginer l'affaire. On se représente alors ce lent et formidable écoulement d'une masse si complexe, dans la double dépression d'un vaste bassin de subsidence où venait de se déposer, où se déposait encore à l'avant, la Molasse rouge. Quand le front de la masse s'arrête, l'arrière glisse encore sur sa pente, et les flux arrivent les uns après les autres, comprimant ce qui est devant eux. D'abord la volumineuse coulée des Médiannes plastiques, poussant devant elles les Bordières; puis le bloc des Rigides et de la Brèche, s'enfonçant dans la pâte de la Simme et contribuant à plisser les Plastiques. Enfin l'épais bourrelet du Niesen, qui n'a pu s'avancer très loin, bientôt engoncé dans le sol mou des Internes, mais y poussant avec lui la Gummfluh, le Twirienhorn.

La mise en place est donc un événement complexe, divers, probablement continu, mais qui peut avoir duré longtemps. Ce que nous sommes capables de dater avec précision, c'est l'arrivée du front des nappes à Vevey, avant l'établissement d'un fleuve entre leurs deux arcs principaux, fleuve dont le delta est d'âge chattien. A quelle époque exactement s'est ar-

rété le front de la nappe du Niesen, c'est ce que nous ne savons pas encore, si jamais on peut le savoir.

\* \* \*

L'un de nous a montré, en 1902 (14), que les nappes helvétiques étaient les dernières venues dans l'ensemble charrié qui s'étale en avant des massifs hercyniens. Le même auteur, tout récemment, dans la notice explicative de la feuille des Diablerets (94), démontre que, des trois nappes helvétiques des Alpes vaudoises, la nappe de Morcles s'est formée la première, les deux autres, ayant du reste une racine commune, étant contemporaines. Le second signataire de cet article, de son côté (47, 61) a fait voir de quelle façon, dans le massif de la Dent du Midi, l'abaissement axial de la nappe de Morcles influence la forme des plis autochtones.

Nous ne reviendrons pas sur ces démonstrations. Il faut rappeler seulement que les plis autochtones de Monthey, au versant gauche de la vallée du Rhône, affectent la Molasse rouge rupélienne et les Préalpes qui la recouvrent. La nappe de Morcles est donc postérieure à la mise en place de l'édifice préalpin, et probablement de beaucoup.

Le plissement et l'écaillage des puissants dépôts molasiques de l'avant-pays, pendant tout le Miocène, ne peuvent être la conséquence de l'écoulement des Préalpes, ni de celui des nappes helvétiques<sup>1</sup>. Leur cause doit être cherchée dans les mouvements profonds du substratum hercynien. Depuis leur principal charriage, à la fin du Rupélien, les Préalpes n'ont plus été qu'un élément passif, n'agissant que par leur surcharge sur leur socle, pouvant contribuer ainsi, dans une faible part, à la surrection des massifs centraux et, du même coup, à l'appel des nappes helvétiques, comme le suppose en Haute-Savoie Augustin Lombard (91). Cependant, nous voyons qu'en Suisse centrale et orientale, où le rôle des masses préalpines est bien peu de chose, les nappes helvétiques ne laissent pas de se développer avec assez d'ampleur.

L'enfoncement isostatique de la masse préalpine a peut-être duré pendant une grande partie des temps néogènes, subissant les fluctuations des poussées tardives du tréfonds alpin. Mais le rajeunissement de la topographie, dès le début du Quaternaire en tout cas, témoigne d'un soulèvement des Préalpes, avec l'ensemble de la chaîne. Et la disposition des banquettes glaciaires, dans la vallée du Rhône par exemple (66, p. 55-57), montre que ce soulèvement s'est poursuivi, avec des

<sup>1</sup> Contrairement à l'opinion tout récemment émise par Aug. Lombard (83).

périodes de rémission sans doute, jusqu'à l'avant-dernière glaciation.

Lors de ces mouvements quaternaires, les massifs centraux hercyniens ont probablement marqué une surrection plus forte que le domaine préalpin. Toutefois, il ne semble pas que ces soulèvements pléistocènes aient été accompagnés de déformations tectoniques très importantes, comme le pensait, entre autres, E. Romer (28). La grande surface du plateau de Thollon, qui domine au S le bassin oriental du Léman, s'abaisse avec une régularité frappante jusque vers Thonon. Necker l'avait déjà remarquée, en 1841 (2). On la voit correspondre, d'autre part, soit aux hauteurs du Jorat, soit aux banquettes supérieures du débouché de la vallée du Rhône, dont les altitudes se raccordent à la sienne sans écarts. Or cette surface, par comparaison avec celles de la Suisse centrale qui conservent d'antiques moraines, paraît être le plancher de la première glaciation.

Il se peut qu'une étude critique des banquettes glaciaires des vallées préalpines révèle, dans l'intérieur de l'édifice, des déformations datant du Quaternaire et que nous ne voyons pas aujourd'hui. Mais au bord des Préalpes, dans la région du Léman tout au moins, on peut admettre que depuis le Quaternaire les dislocations tectoniques n'ont pas été de grande amplitude.

## XX. — Autres exemples de la tectonique d'écoulement.

L'idée de la tectonique de glissement remonte à 45 ans en arrière, aux temps héroïques où l'on découvrait les nappes de recouvrement. Dès ses premières notes sur le charriage des Préalpes, H. Schardt l'avait lancée (10). Dans son grand article de 1898 (13), il le souligne à plusieurs reprises (p. 137, 160, 183): ce n'est pas un pli couché, mais une nappe glissée, venue du centre des Alpes en glissant sur son substratum triasique. Il parle, en passant, de phénomènes de traction (21, p. 484) et considère les éléments exotiques des conglomérats du Flysch comme des produits de l'érosion du front de la nappe pendant son déplacement (13, p. 117)<sup>1</sup>. L'un de nous également, en 1896 (12), inclinait vers cette interprétation des

<sup>1</sup> H. Schardt envisageait aussi deux ordres de mouvements successifs dans la formation des nappes alpines: surrection verticale des plis jusqu'à de très grandes hauteurs par poussée tangentielle, puis déversement de ces plis qui glissent sur un plan incliné par l'action de la pesanteur (19, 21; 26, p. 339). Dans un article publié en 1926 (42), il n'est plus question de glissement.

charriages préalpins par gravité, ainsi que nous l'avons rappelé dans les chapitres qui précèdent.

Ensuite, l'idée de tectonique d'écoulement fut oubliée, ou prit une tout autre signification, qui ne faisait plus intervenir l'action effective de la pesanteur. L'ampleur des charriages dans la zone pennique et dans les Alpes autrichiennes, l'énormité des masses en jeu, imposaient la notion de poussée tangentielle, de refoulement latéral, telle que l'avaient précisée Edouard Suess et Marcel Bertrand. Les études de tectonique embryonnaire d'Emile Argand, assimilant à des flux les plissements de l'écorce terrestre, montrant leurs relations avec les grandes dérives continentales, mettaient en lumière toujours plus vive l'importance des compressions dans les orogénèses et ne considéraient plus les forces de la pesanteur, même à titre de moteur accessoire et secondaire.

Depuis quelques années toutefois, l'idée était à nouveau dans l'air. L'un de nous (M. L.), parcourant en juin 1938 les Carpathes de Cracovie, aux environs de Rabka, en compagnie de J. Novac et de B. Swiderski, voyant s'étaler sur des kilomètres la nappe supérieure, d'épaisseur faible et constituée de matériel essentiellement mou, fut saisi par l'impossibilité d'expliquer par des poussées la disposition de ces terrains. La notion d'écoulement par gravité s'imposa de nouveau à son esprit. Au retour de Pologne, hanté par cette idée, il en fit l'objet de maintes conversations. Car le second signataire de ces pages, depuis plusieurs années, était amené à voir la nappe de la Brèche, en Chablais, comme un lobe isolé, entraîné dans une dépression préexistante (61, p. 6).

Simultanément, nos confrères et amis de Grenoble, M. Gignoux et L. Moret, ainsi que D. Schneegans, étudiant avec leur maîtrise coutumière le bâti des Alpes françaises, arrivaient aux mêmes conceptions. Ils les formulaient brillamment, en automne 1938, au cours de l'excursion de la Société géologique de France (74, 77, 75) où participait l'un de nous (E. G.).

Quelques mois plus tard, l'un d'entre nous (M. L.) publiait en collaboration avec D. Schneegans une courte note à ce sujet (92). Puis, dans une séance de la Société géologique de France, sollicité de faire une communication (93), il exposait et soumettait à la critique de l'assemblée l'hypothèse qui nous préoccupait et dont nous avons déjà commencé à rédiger les développements pour le présent mémoire.

Nous ne pouvons nous étendre davantage aujourd'hui. Mais il faut signaler brièvement la généralité du phénomène d'écoulement tectonique.



L'exemple de l'Embrunais et de l'Ubaye, dans les Alpes françaises, vient donc d'être mis en honneur par Gignoux, Moret et Schneegans. La description admirablement précise que D. Schneegans, dans son récent ouvrage (77), donne de ce pays si compliqué, en fait une région classique pour la tectonique d'écoulement.

Les nappes de l'Embrunais et de l'Ubaye proviennent du bord interne de la première fosse alpine et il semble en être de même de nos Préalpes ; tout comme celles-ci, les épaisses masses ultra-dauphinoises et sub-briançonnaises se sont avancées dans une aire d'ennoyage du tréfonds hercynien, entre les môles du Pelvoux et du Mercantour. Mais il ne s'y est pas produit, comme pour le Mont Blanc et les Aiguilles Rouges, de surrection ultérieure venant obturer partiellement la porte par laquelle le trop-plein du géosynclinal avait pu s'échapper.

Il nous paraît certain que le glissement a joué un rôle dans de nombreux territoires plissés, dans la chaîne alpine et dans bien d'autres chaînes.

Ainsi, dans la mise en place des nappes helvétiques. Le fait est frappant qu'elles sont toujours disposées (sauf leurs zones radicales) sur des plans inclinés vers l'avant-pays. Elles représentent, ces nappes, le trop-plein, la vidange d'une partie des sédiments déposés au bord du talus continental de l'Europe aux temps mésozoïques. Nous pensons qu'après leur mise en marche par les compressions penniques, elles ont dû glisser sur une pente extrêmement faible ; et ce n'est qu'après leur passage que le socle hercynien s'est surélevé grâce aux poussées tardives et profondes. Le relèvement du front helvétique, tel que nous le voyons au Sigriswyler Grat, au Pilate, au Sentis, doit être, comme au front de nos Préalpes, l'effet d'affaissements isostatiques postérieurs, plutôt que d'un déferlement ascensionnel. De même, le redressement des racines helvétiques provient sans doute des jeux combinés de la surrection hercynienne et de l'enfoncement des territoires couverts par les nappes penniques.

Dans les Alpes bavaroises et autrichiennes, en avant de la culmination des Tauern, on imagine également l'importance qu'ont dû prendre les phénomènes d'écoulement. Et il ne nous étonnerait pas que l'isolement des klippes, aussi bien autrichiennes que carpathiques, soit le résultat d'érosions en cours de charriage, antérieures à leur laminage, tout comme dans nos Préalpes.

On songe aussi, naturellement, à certaines dispositions si



curieuses des Apennins, du Rif, des bords de la chaîne bétique en Andalousie.

Mais il nous faut arrêter ici ce mémoire. Nous le soumettons à la critique, en prévenant qu'il doit être considéré comme un essai, auquel nous avons été entraînés presque malgré nous. Quand, par un beau jour de l'été 1939, sur les hauteurs qui dominent le col des Mosses, nous frappions de nos marteaux le singulier petit amas de calcaire dolomitique pincé entre deux Flysch, à Praz Cornet, nous ne pensions pas que de réflexions en réflexions il nous conduirait si loin de lui.

### Ouvrages cités.

1. 1834. B. STUDER: *Geologie der westlichen Schweizer Alpen*. — 1 vol., Heidelberg et Leipzig.
2. 1841. L. NECKER: *Etudes géologiques dans les Alpes*. — 1 vol., Paris.
3. 1867. A. FAVRE: *Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse voisines du Mont-Blanc*. — 3 vol. et un Atlas, Paris et Genève.
4. 1884. H. SCHARDT: *Etudes géologiques sur le Pays d'Enhaut vaudois*. — *Bull. Soc. vaudoise Sc. nat.*, vol. 20, p. 1-183.
5. 1887. E. FAVRE et H. SCHARDT: *Description géologique des Préalpes du canton de Vaud et du Chablais jusqu'à la Dranse et de la chaîne des Dents du Midi*. — *Mat. Carte géol. Suisse*, 22<sup>e</sup> livr.
6. 1892. E. RENEVIER et M. LUGEON: *Géologie du Chablais et Faucigny-Nord*. — *Eclogae geol. Helvet.*, vol. 3, p. 293-298. — *Bull. Soc. vaudoise Sc. nat.*, vol. 29, p. 86-90.
7. 1892. T. RITTENER: *Note sur les cornieules du Pays d'Enhaut*. — *Bull. Soc. vaudoise Sc. nat.*, vol. 28, p. 9-27.
8. 1892. T. RITTENER et A. MICHEL-LÉVY: *Les pointements cristallins dans la zone du Flysch*. — *Bull. Soc. vaudoise Sc. nat.*, vol. 28, p. 180-199.
9. 1893. E. RENEVIER: *Géologie des Préalpes de la Savoie*. — *Eclogae geol. Helvet.*, vol. 4, p. 53-73.
10. 1893. H. SCHARDT: *Sur l'origine des Préalpes romandes (zone du Chablais et du Stockhorn)*. — *Arch. Sc. phys. et nat. Genève*, 3<sup>e</sup> pér., vol. 30, p. 570-583. — *Eclogae geol. Helvet.*, vol. 4, p. 129-142.
11. 1896. H. DOUXAMI: *Etudes sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse occidentale*. — *Annales Univers. Lyon*. — *Thèse Fac. Sc. Lyon*.
12. 1896. M. LUGEON: *La région de la Brèche du Chablais (Haute-Savoie)*. — *Bull. Serv. Carte géol. France*, t. VII, n<sup>o</sup> 49.

13. 1898. H. SCHARDT: Les régions exotiques du versant nord des Alpes suisses (Préalpes du Chablais et du Stockhorn et les Klippes), leurs relations avec l'origine des blocs et brèches exotiques et la formation du Flysch. — *Bull. Soc. vaudoise Sc. nat.*, vol. 34, p. 113-219.
14. 1902. M. LUGEON: Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse. — *Bull. Soc. géol. France*, (4), t. I, p. 723-825.
15. 1903. H. DOUXAMI: Révision des feuilles d'Annecy et de Thonon. — *Bull. Serv. Carte géol. France*, t. XIII, n° 91, p. 124.
16. 1904. H. DOUXAMI: Etude sur la molasse rouge. — *Annales Soc. linnéenne de Lyon*, t. 51.
17. 1904. F. JACCARD: La région de la Brèche de la Hornfluh (Préalpes bernoises). — *Bull. Labor. géol. Lausanne*, n° 5.
18. 1907. F. JACCARD: La région Rubli-Gummfluh (Préalpes médianes), Suisse. — *Bull. Soc. vaudoise Sc. nat.*, vol. 43, p. 407-548. — *Bull. Labor. géol. Lausanne*, n° 11.
19. 1907. H. SCHARDT: Les vues modernes sur la tectonique et l'origine de la chaîne des Alpes. — *Arch. Sc. phys. et nat. Genève*, 4<sup>e</sup> pér., t. 23, p. 356-385, 483-496.
20. 1908. H. SCHARDT: Excursion de la Société géologique suisse dans les Préalpes fribourgeoises et vaudoises du 31 juillet au 4 août 1907. — *Eclogae geol. Helvet.*, vol. 10, p. 168-195.
21. 1908. H. SCHARDT: L'évolution tectonique des nappes de recouvrement. — *Eclogae geol. Helvet.*, vol. 10, p. 484-486.
22. 1909. F. JACCARD: Les grès et calcaires à radiolaires du ruisseau du Troublon et de la rive gauche de la Grande Eau. — *Bull. Soc. vaudoise Sc. nat.*, vol. 45, p. 365-368.
23. 1909. F. JACCARD: La région du Mont d'Or (Ormonts-dessous) et ses relations avec le Flysch du Niesen. — *Eclogae geol. Helvet.*, vol. 10, p. 740-743.
24. 1909. A. JEANNET: La nappe rhétique dans les Préalpes vaudoises. — *C. R. Acad. Sc. Paris*, 25 janvier.
25. 1909. F. RABOWSKI: Sur l'extension de la nappe rhétique dans les Préalpes bernoises et fribourgeoises. — *C. R. Acad. Sc. Paris*, 25 janvier.
26. 1909. H. SCHARDT: Coup d'œil sur la géologie et la tectonique du canton du Valais. — *Bull. Soc. Murithienne des Sc. nat. du Valais*, t. 35, p. 246-354.
27. 1911. A. JEANNET et F. RABOWSKI: Le Trias du bord radical des Préalpes médianes entre le Rhône et l'Aar. — *Eclogae geol. Helvet.*, vol. 11, p. 739-746.
28. 1911. E. ROMER: Mouvements épeirogéniques dans le haut bassin du Rhône et évolution du paysage glaciaire. — *Bull. Soc. vaudoise Sc. nat.*, vol. 47, p. 65-200.
29. 1912. A. JEANNET: Carte géologique des Tours d'Aï et des régions avoisinantes, au 1: 25.000. — *Mat. Carte géol. Suisse*, carte spéc. n° 68.

30. 1912. F. RABOWSKI: Simmental et Diemtigtal. Carte géologique au 1: 50.000, avec planche de profils en couleurs. — *Mat. Carte géol. Suisse*, carte spéc. n° 69.
31. 1913. A. JEANNET: Monographie géologique des Tours d'Aï et des régions avoisinantes. — *Mat. Carte géol. Suisse*, nouv. sér., 34<sup>e</sup> livr., 1<sup>re</sup> partie, 1912-1913; II<sup>me</sup> partie, 1918.
32. 1916. E. ARGAND: Sur l'arc des Alpes occidentales. — *Eclogae geol. Helvet.*, vol. 14, p. 145-191.
33. 1920. F. RABOWSKI: Les Préalpes entre le Simmental et le Diemtigtal. Fasc. I. — *Mat. Carte géol. Suisse*, nouv. série, 35<sup>e</sup> livr.
34. 1921. ALB. HEIM: Geologie der Schweiz, vol. II. Leipzig.
35. 1921. A. JEANNET: Das romanische Deckengebirge, Préalpes und Klippen. — in ALB. HEIM: Geologie der Schweiz, vol. II, p. 589-676.
36. 1921. A. TUTEIN NOLTHENIUS: Etude géologique des environs de Vallorbe (canton de Vaud). — *Mat. Carte géol. Suisse*, nouv. sér., 48<sup>e</sup> livr., 1<sup>re</sup> partie.
37. 1924. E. ARGAND: La tectonique de l'Asie. — *Congrès géol. internat.*, C. R. de la 13<sup>e</sup> session, Bruxelles 1922, fasc. I, p. 171-372.
38. 1924. E. GAGNEBIN: Description géologique des Préalpes bordières entre Montreux et Semsales. — *Mém. Soc. vaudoise Sc. nat.*, vol. 2, n° 1. — *Bull. Labor. géol. Lausanne*, n° 36.
39. 1924. R. STAUB: Der Bau der Alpen. — *Mat. Carte géol. Suisse*, nouv. sér., 52<sup>e</sup> livr.
40. 1925. P. BECK und E. GERBER: Geologische Karte Thun-Stockhorn, 1: 25.000. — *Mat. Carte géol. Suisse*, carte spéc. n° 96.
41. 1926. E. PETERHANS: Etude du Lias et des géanticlinaux de la nappe des « Préalpes médianes » entre la vallée du Rhône et le lac d'Annecy. — *Mém. Soc. helvétique Sc. nat.*, vol. 62, mém. 2.
42. 1926. H. SCHARDT: Unsere heutigen Kenntnisse vom Bau und von der Entstehung der Alpen. — *Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich*, Jahrg. 71, Sitzungsber. p. XXIII-XXV.
43. 1926. J. SCHUMACHER: Description géologique des environs de Rossinières (Pays d'Enhaut vaudois). — *Bull. Labor. géol. Lausanne*, n° 39.
44. 1927. M. LUGEON et E. ANDRAU: Sur la subdivision du Flysch du Niesen dans la région du Pic Chaussy (Alpes vaudoises). — *Bull. Soc. vaudoise Sc. nat.*, vol. 56, p. 289-295.
45. 1928. E. GAGNEBIN: Les Préalpes internes dans la région de Champéry (Valais). — *Eclogae geol. Helvet.*, vol. 21, p. 351-356.
46. 1928. E. GENGE: Die Züneggklippe. — *Eclogae geol. Helvet.*, vol. 21, p. 366-370.
47. 1928. F. DE LOYS: Monographie géologique de la Dent du Midi. — *Mat. Carte géol. Suisse*, nouv. sér., 58<sup>e</sup> livr.
48. 1928. J. TERCIER: Géologie de la Berra. — *Mat. Carte géol. Suisse*, nouv. sér., 60<sup>e</sup> livr.
49. 1929. E. ANDRAU: La géologie du Pic Chaussy et ses abords (Alpes vaudoises). — *Bull. Labor. géol. Lausanne*, n° 44.
50. 1929. R. B. McCONNEL et M. DE RAAF: Communication prélimi-

- naire sur la géologie de la nappe du Niesen entre le Sépey et la Lenk et sur la zone submédiane. — *Eclogae geol. Helvet.*, vol. 22, p. 95-112.
51. 1931. E. BAUMBERGER: Zur Tektonik und Altersbestimmung der Molasse am schweizerischen Alpennordrand. — *Eclogae geol. Helvet.*, vol. 24, p. 205-222.
  52. 1932. E. GAGNEBIN: Sur la présence du Gault dans la nappe de la Brèche du Chablais (Haute-Savoie). — *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 194, p. 1962, 30 mai.
  53. 1933. W. LEUPOLD: Neue mikrepaläontologische Daten zur Altersfrage der alpinen Flyschbildungen. — *Eclogae geol. Helvet.*, vol. 26, p. 295-319.
  54. 1934. D. AUBERT: Le chevauchement de la Dent de Vaulion. — *Bull. Soc. vaudoise Sc. nat.*, vol. 58, p. 204-208.
  55. 1934. E. BAUMERGER: Die Molasse der schweizerischen Mittellandes und Juragebietes. — *Guide géol. Suisse*, fasc. I, p. 57-75.
  56. 1934. E. GAGNEBIN: Les Préalpes et les « klippes ». — *Guide géol. Suisse*, fasc. II, p. 72-95.
  57. 1934. E. GAGNEBIN: Environs de Châtel-St-Denis. — *Guide géol. Suisse*, fasc. VI, p. 369-375.
  58. 1934. E. GAGNEBIN: Montreux - Rochers de Naye. — *Guide géol. Suisse*, fasc. VI, p. 382-386.
  59. 1934. E. GAGNEBIN: Environs de Château d'Oex. — *Guide géol. Suisse*, fasc. VI, p. 393-399.
  60. 1934. E. GAGNEBIN, F. DE LOYS, M. REINHARD, M. LUGEON, N. OULIANOFF, W. HOTZ, E. POLDINI, F. VON KAENEL: Feuille 483 St-Maurice. — *Atlas géol. Suisse* au 1: 25.000, n° 8.
  61. 1934. E. GAGNEBIN: Notice explicative de la feuille de St-Maurice (n° 483). — *Atlas géol. Suisse* au 1: 25.000, n° 8.
  62. 1934. L. MORET: Géologie du massif des Bornes et des klippes préalpines des Annes et de Sulens (Haute-Savoie). — *Mém. Soc. géol. France*, nouv. sér., t. 10, fasc. 1 et 2, mém. n° 22.
  63. 1934. M. DE RAAF: La géologie de la nappe du Niesen entre la Sarine et la Simme. — *Mat. Carte géol. Suisse*, nouv. sér., 68<sup>e</sup> livr.
  64. 1935. H. H. RENZ: Zur Stratigraphie und Palaeontologie der Mytilus-Schichten im oestlichen Teil der Préalpes romandes. — *Eclogae geol. Helvet.*, vol. 28, p. 141-247.
  65. 1935. L. VONDERSCHMITT: Neue Fossilfunde im Flysch des Val d'Illiez (Valais). — *Eclogae geol. Helvet.*, vol. 28, p. 550-553.
  66. 1937. E. GAGNEBIN: Les invasions glaciaires dans le bassin du Léman. — *Bull. Soc. vaudoise Sc. nat.*, vol. 59, p. 105-186. — *Bull. Labor. géol. Lausanne*, n° 58.
  67. 1937. E. GAGNEBIN: Les relations des nappes préalpines au nord du Val de Morgins (Valais). — *Eclogae geol. Helvet.*, vol. 30, p. 222-228.
  68. 1937. A. LILLIE: Les Préalpes internes entre Arve et Giffre. — *Revue Géogr. phys. et Géol. dynamique*, Paris, vol. 9, fasc. 3. — *Thèse Fac. Sc. Genève*.
  69. 1937. AUG. LOMBARD: Conglomérats polygéniques du soubasse-

- ment des Préalpes externes (Voirons, Pléiades, Collines du Faucigny). — *C. R. séances Soc. phys. et hist. nat. Genève*, vol. 54, p. 127-131.
70. 1937. M. LUGEON, E. ARGAND, N. OULIANOFF, M. REINHARD, E. POLDINI: Feuille 485 Saxon-Morcles. — *Atlas géol. Suisse* au 1: 25.000, n° 10.
71. 1937. M. LUGEON et E. ARGAND: Notice explicative de la feuille de Saxon-Morcles (n° 485). — *Atlas géol. Suisse* au 1: 25.000, n° 10.
72. 1937. R. VERNIORY: La géologie des Collines du Faucigny (Préalpes externes, Haute-Savoie). — *Bull. Institut national genevois*, vol. 41 A, fasc. 3. — *Thèse Fac. Sc. Genève*.
73. 1938. E. GAGNEBIN: Le problème des racines des nappes des Préalpes. — *C. R. somm. Soc. géol. France*, p. 260-262.
74. 1938. M. GIGNOUX et L. MORET: Description géologique du bassin supérieur de la Durance. — *Trav. Labor. géol. Grenoble*, vol. 21.
75. 1938. M. GIGNOUX, L. MORET, P. LORY, D. SCHNEEGANS: Réunion extraordinaire de la Société géologique de France dans les Alpes méridionales, du 10 au 17 septembre 1938. — *C. R. somm. Soc. géol. France*, p. 247-283.
76. 1938. M. LUGEON: Quelques faits nouveaux dans les Préalpes internes vaudoises (Pillon, Aigremont, Chamossaire). — *Eclogae geol. Helvet.*, vol. 31, p. 1-20.
77. 1938. D. SCHNEEGANS: La géologie des nappes de l'Ubaye - Embrunais entre la Durance et l'Ubaye. — *Mém. Carte géol. France*. — *Thèse Fac. Sc. Grenoble*.
78. 1938. H. STEHLIN: Ueber das Alter des Vaulruzsandsteins. — *Eclogae geol. Helvet.*, vol. 31, p. 293-296.
79. 1939. G. DAL PIAZ: La discordanza ercinica nella zona penninica e le sue conseguenze nei riguardi della storia geologica delle Alpi. — *Boll. Soc. geol. italiana*, vol. 58, p. 105-152.
80. 1939. E. GAGNEBIN: Découverte d'un lambeau de la nappe de la Simme dans les Préalpes du Chablais. — *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 208, p. 822, 13 mars.
81. 1939. M. GIGNOUX et L. MORET: L'Oligocène dans le bassin du Rhône entre Genève et Seyssel. — *Les Etudes rhodaniennes*, rev. géogr. région., Lyon, vol. 15, p. 139-144.
82. 1939. AUG. LOMBARD: Nummulites dans le Flysch autochtone des environs de Monthey (Val d'Illeiez, Valais). — *Eclogae geol. Helvet.*, vol. 32, p. 220-221.
83. 1939. AUG. LOMBARD: Influences tectoniques sur le modelé du bassin du Léman. — *Bull. Assoc. géographes français*, n° 123, p. 128-137.
84. 1939. W. J. SCHROEDER: La Brèche du Chablais entre Giffre et Dranse et les roches éruptives des Gets. — *Thèse Fac. Sc. Genève*.
85. 1939. B. TSCHACHTLI: Gliederung und Alter der Couches rouges und Flysch-Massen in der Klippen- und Simmen-Decke der



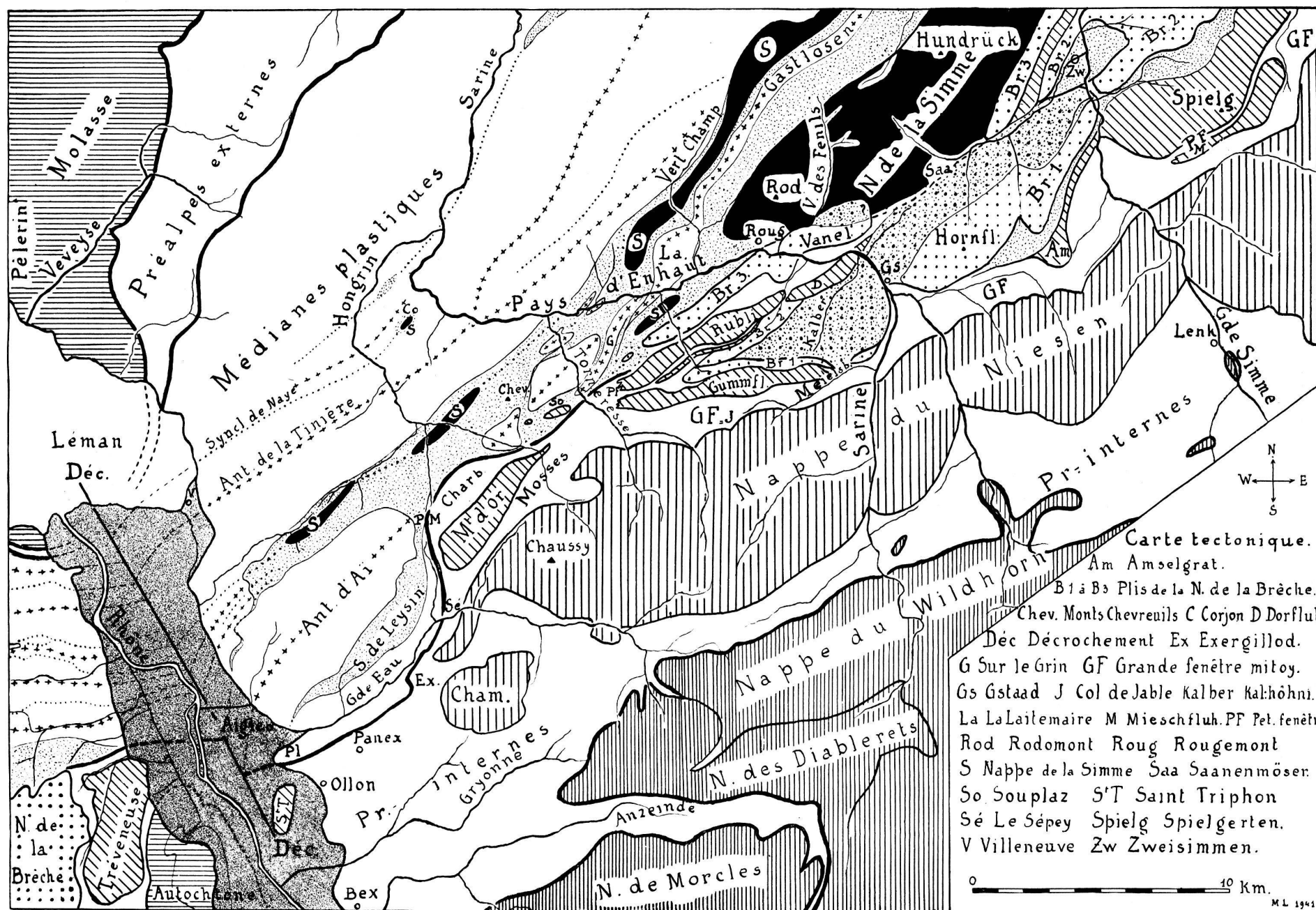
- Préalpes am Jaunpass (Simmental). — *Eclogae geol. Helvet.*, vol. 32, p. 39-46.
86. 1940. P. FREYMOND: Note sur les poudingues de la Mocausa. — *Bull. Soc. vaudoise Sc. nat.*, vol. 61, p. 13-14.
87. 1940. E. GAGNEBIN: Interprétation nouvelle des unités préalpines entre Champéry et Morgins. — *Eclogae geol. Helvet.*, vol. 32, p. 227-229.
88. 1940. E. GAGNEBIN: Le front de la nappe de la Brèche et les plis des Préalpes médianes entre la Haute Pointe et le Roc d'Enfer (Haute-Savoie). — *Bull. Soc. vaudoise Sc. nat.*, vol. 61, p. 85-106. — *Bull. Labor. géol. Lausanne*, n° 68.
89. 1940. ANDRÉ LOMBARD: Les Préalpes médianes entre le Risse et Somman (Vallée du Giffre, Haute-Savoie). — *Eclogae geol. Helvet.*, vol. 33, p. 53-178. — *Thèse Fac. Sc. Genève*.
90. 1940. AUG. LOMBARD: Géologie des Voirons. — *Mém. Soc. helvétique Sc. nat.*, vol. 74, mém. 1.
91. 1940. AUG. LOMBARD: Remarques sur la notion de tectonique d'écoulement. — *C. R. séances Soc. phys. et hist. nat. Genève*, vol. 57, p. 64-67.
92. 1940. M. LUGEON et D. SCHNEEGANS: Sur le diastrophisme alpin. — *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 210, p. 87, 15 janvier.
93. 1940. M. LUGEON: Sur la formation des Alpes franco-suissees. — *C. R. somm. Soc. géol. France*, p. 7-10.
94. 1940. M. LUGEON: Feuille des Diablerets (477 bis-480), avec Notice explicative. — *Atlas géol. Suisse* au 1: 25.000, n° 19.

### Table des figures.

	<i>Pages</i>
Fig. 1. — Coupe à l'E des Mosses, près de Praz Cornet . . .	3
Fig. 2. — La colline de Plantour entre Aigle et Ollon . . .	5
Fig. 3. — Coupe à travers les Préalpes du Pays d'Enhaut (Canton de Vaud). Videman-Gummfluh . . .	6
Fig. 4. — Coupe à travers les Préalpes du Diemtigtal (Canton de Berne), d'après F. Rabowski . . .	9
Fig. 5. — Coupe entre le synclinal de Leysin et le Pic Chaussy	11
Fig. 6. — Coupe à travers les Préalpes du Pays d'Enhaut (Canton de Vaud). Extrémité occidentale des chaînons du Rubli et de la Gummfluh . . .	15
Fig. 7. — Coupe transversale de la vallée du Rhône (en direction des solides) . . .	29
Fig. 8 à 15. — Coupes à travers les Préalpes chablaisiennes, de la vallée du Rhône au Roc d'Enfer, se succédant de l'Est à l'Ouest . . .	32-36
Pl. I. — Carte tectonique des Préalpes suisses, au 1: 200.000	

**Table des matières.**

	<i>Pages</i>
I. — Relation du Flysch maestrichtien de la nappe du Niesen avec sa couverture . . . . .	1
II. — Extension et position tectonique du Flysch éocène vers le Sud-Ouest et conséquences . . . . .	3
III. — Extension du Flysch éocène et de ses accompagnants vers le Nord-Est; la Grande fenêtre mitoyenne . . . . .	5
IV. — La Petite fenêtre mitoyenne . . . . .	8
V. — Le cas du Mont d'Or . . . . .	10
VI. — La suite de la Petite fenêtre mitoyenne dans les Alpes de Château d'Oex . . . . .	13
VII. — Les Flysch préalpins . . . . .	16
VIII. — Le cas des collines de St-Triphon . . . . .	28
IX. — Le cas de Tréveneuse . . . . .	30
X. — Le front de la nappe de la Brèche en Chablais . . . . .	39
XI. — La nappe de la Brèche en Suisse . . . . .	41
XII. — Médiannes plastiques et Médiannes rigides . . . . .	44
XIII. — Indépendance des Médiannes rigides . . . . .	47
XIV. — Des nappes de la Simme et du Niesen . . . . .	49
XV. — Quelques problèmes . . . . .	51
XVI. — Traction et gravité . . . . .	54
XVII. — Le remplissage des creux . . . . .	56
XVIII. — Marche des nappes; les poussées tangentielles . . . . .	60
XIX. — La mise en place . . . . .	69
XX. — Autres exemples de la tectonique d'écoulement . . . . .	81
Ouvrages cités . . . . .	84
Table des figures . . . . .	89



Adjonctions et corrections à la légende :

Br 1 à Br 3 (et non B 1 à B 3) = Plis de la nappe de la Brèche. — Co (et non C) = Corjon. — Cham. = Chamossaire. — Charb. = Charbonnière.  
Lire Hundsrück (et non Hundrück). — Pl = Plantour. — PM = Pierre du Moëllé.