

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
Kapitel:	XIX: La mise en place
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: 13.01.2026

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

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*, *Clau-silia 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'Illiez¹. 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, écarter 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).

* * *

¹ 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 géosynclinal 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 Médianes rigides, auraient poussé devant eux les Médianes 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 Médianes. 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 Médianes, 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 Médianes 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. Ecoulement 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 leviers 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 Médianes 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 rupéienne 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'érosion¹.

¹ 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'Aquitaniien, 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)¹, 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.

¹ 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 écoulée, 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 Rhône¹.

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-

¹ 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 Pélerin 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 écailles 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 dessinons, 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 écailles, qui leur a donné cette position fortement redressée¹.

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,

¹ 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'Aquitaniens, 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 Médianes 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 Médianes dans la masse des Internes, peut expliquer mécaniquement une telle disposition.

Le redressement des grosses dalles des Médianes 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 *Mystilus* 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 écailles avec les masses de Brèche qui les recouvriraient, 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'écaille 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 Chammossaire, 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 Médianes 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 Ultra-helvétiques, et se ficher sous le bord radical des Médianes 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 rupélique 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^o Disjonction des Médianes rigides par traction.
- 2^o Erosion partielle de ces Rígides.
- 3^o Leur recouvrement par la nappe de la Brèche.
- 4^o 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 Médianes plastiques, poussant devant elles les Bordières; puis le bloc des Rígides 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 rupéienne 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 mésasiques de l'avant-pays, pendant tout le Miocène, ne peuvent être la conséquence de l'écoulement des Préalpes, ni de celui des nappes helvétiques¹. 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, suivant 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

¹ 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)¹. L'un de nous également, en 1896 (12), inclinait vers cette interprétation des

¹ 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.