Comment je suis arrivé à la conception de l'hypothèse du charriage de la nappe des Préalpes et des klippes

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **34 (1898)**

Heft 127

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

ces roches à l'examen microscopique, aidé de l'analyse chimique. En même temps, le tectonicien poursuivra ses observations, avec la même patience, en relevant et en notant la position réciproque des terrains. C'est ainsi que peu à peu la construction s'achèvera avec la collaboration de tous. Déjà l'hypothèse d'hier est devenue aujourd'hui une théorie bien assise, un système de géologie tectonique complet qui ne peut plus être qualifié d'illusion ou de poésie scientifique.

Le jour viendra où nous pourrons terminer l'édifice, en y posant une toiture. Ce sera le cas, peut-être, lorsque sera achevé le travail important, dont m'a chargé la commission géologique suisse, consistant en une revision complète des Préalpes comprises entre le lac de Thoune et le Rhône. Cette région, levée géologiquement par cinq géologues (Gilliéron, Bachmann, Ischer, Renevier et E. Favre), offre des différences d'interprétation considérables. Sa revision conduira donc nécessairement à des conclusions importantes et révélera de nombreux faits nouveaux.

III. Comment je suis arrivé à la conception de l'hypothèse du charriage de la nappe des Préalpes et des Klippes.

Les pages précédentes font voir assez nettement comment les efforts pour arriver à une solution expliquant tous les problèmes et énigmes géologiques du versant N des Alpes suisses, ont fait surgir successivement des idées nouvelles, d'où est sortie, peu à peu, la théorie dont j'aurai à donner la démonstration et que je devrai ensuite défendre contre les objections qui lui ont été faites.

La nécessité de rester absolument impersonnel et objectif, en écrivant le résumé historique qui précède, ne m'a pas permis de traiter mes propres travaux autrement que ceux d'autres géologues ayant trait, d'une manière plus ou moins directe, au problème posé. Je me suis efforcé d'être absolument impartial, selon l'habitude que j'ai prise, en rédigeant, depuis plus de dix ans, tout ou partie de la « Revue géologique suisse ».

L'exposé que je vais donner a trait plus spécialement à mes propres études et recherches et montrera comment mes vues ont peu à peu pris une direction déterminée vers la solution qui m'a paru la plus vraisemblable. Ce sont des éclaircissements que je dois à tous ceux que le problème intéresse, surtout à ceux qui

m'ont précédé et accompagné dans la voie des recherches, et dont les travaux ont souvent contribué à fixer plus clairement la constitution de ma démonstration. C'est avec toute sincérité que je vais exposer les faits, sans chercher à agrandir mon propre mérite au delà de ce qui me revient. Même en défendant mon point de vue, je m'efforcerai d'être aussi impersonnel que possible.

Lorsque j'entrepris, au printemps 1880, mes études sur le Pays-d'Enhaut vaudois (n° 13), l'on ne possédait, à part les travaux de Studer, le mémoire de Gilliéron sur Monsalvens (N° 15), une notice de M. E. Favre, quelques opuscules de Fischer-Ooster, Ooster, Renevier, Sylvius Chavannes, etc., aucun travail géologique sur ladite région ou sur les Préalpes en général. J'étais réduit à examiner et à interpréter les observations de Studer; aussi, les vues de l'éminent maître devaient me guider avant tout. Habitué jusqu'alors à la géologie du Jura, dont je venais d'explorer les parties les plus intéressantes des territoires de Vaud, de Neuchâtel et du département de l'Ain, je n'avais nulle peine à reconnaître des dislocations analogues dans la chaîne du Vanil-Noir et de Corjon jusqu'aux Tours d'Aï. Je reconnus pour la première fois les chevauchements étranges du Bathonien et du Malm sur le Flysch dans la chaîne des Gastlose, entre le mont Laitmair-près Château-d'Œx et la Dent de Ruth, chevauchements atteie gnant un rejet d'au moins 2 kilomètres. Je fus moins heureux dans le groupe plus compliqué encore du Rubli et de la Gummfluh: Constatant le contact permanent du Flysch avec les cornieules et le gypse qui entourent ce groupe de montagnes, je fus conduit à considérer un grand nombre de ces gisements comme faisant partie du tertiaire ; ainsi que l'avait déjà fait Gilliéron pour certains gisements des environs de Montsalvens, dans la Gruyère. Cette interprétation me fit commettre l'erreur de considérer l'arête de la Gummfluh comme une voûte, puisque, formée de Malm, je la trouvais, de part et d'autre, flanquée de cornieule. Sur le versant N., cette cornieule est même nettement *superposée* au crétacique rouge et *supporte*, elle-même, la brèche de la Hornfluh, tandis que sur le versant opposé c'est le Flysch qui fait suite à la cornieule et au gypse.

Par une interprétation analogue, je fus conduit à ranger dans le jurassique les calcaires dolomitiques du Rocher du Midi, formant la continuation apparente du Rocher Plat (chaînon du Rubli) et du Mont d'Or. Cette dernière arête est, comme celle de la Gummfluh, bordée de gypse et de cornieule et entourée de

toutes parts de Flysch. Elle paraissait donc pouvoir s'expliquer comme une arête anticlinale de Malm perçant le Flysch et séparée de celui-ci par du gypse et de la cornieule. Il est vrai que je n'avais aucun fossile à l'appui de cette interprétation, tandis que l'arête de la Gummfluh offre sous le Malm (couvert de couches rouges crétaciques), les couches à *Mytilus* du bathonien, avec fossiles.

L'exploration de la région salifère et des mines de Bex, région que je puis qualifier, d'après nos connaissances actuelles, comme une des plus compliquées de nos Alpes, m'a conduit à des conclusions analogues. J'y constatai le contact du gypse avec le Toarcien fossilifère, entourant lui-même un noyau de Sinémurien, connu chez les mineurs sous le nom de « cylindre », alors que l'ordre inverse aurait dû avoir lieu. Reconnaissant dans une intercalation de grès et de schiste, partant de l'âge triasique du gypse, un synclinal de Flysch, je crus pouvoir affirmer, pour la région de Bex, la superposition suivante :

Flysch,
Dolomie et cornieule,
Gypse et anhydrite,
Toarcien à *Posidonomya Bronni* et *Harpoceras radians.*
Sinémurien.

De même, au col du Pillon, je reconnus le contact direct du Toarcien avec la cornieule et le gypse.

J'eus tort d'en déduire que le gypse et la dolomie fussent tertiaires et en tout cas pas plus anciens que le Toarcien, puisque j'ai pu m'assurer plus tard que, *sous le Sinémurien* de Bex, on retrouve du gypse et, sous celui-ci, du Flysch. J'eus tort encore de vouloir expliquer par de simples plissements ces contacts étonnants; il ne fallait pas moins de dix années d'études dans les Préalpes et les régions voisines; puis, des recherches spéciales, pendant plusieurs semaines, dans les souterrains des mines de Bex, pour arriver à supposer la réalité des phénomènes, dont ces contacts sont les résultats.

Bien que l'extension du champ d'étude pour la préparation du volume de texte (N° 16) pour la partie occidentale de la feuille XVII de la carte géologique suisse me permît d'envisager l'individualité des Préalpes, entre le col du Pillon et le Niremont, et de constater le contraste frappant entre cette région et celle des Hautes-Alpes (Diablerets), je ne me rendis pas un compte bien net des causes de ce contraste. J'avais cru, au premier abord,

devoir l'expliquer en considérant la ligne des cols, allant de Leissigen à Bex, comme ayant formé, dès le début de l'époque jurassique, une séparation entre le bassin sédimentaire des Préalpes et celui des Hautes Alpes.

Il me semblait que cette séparation devait avoir la forme d'un isthme large et peu élevé, couvert, jusqu'au début de l'ère tertiaire, de lagunes, dans lesquelles eut lieu la sédimentation de terrains halogènes (gypse, anhydrite, sel gemme, dolomies, etc.), considérés comme jurassiques et tertiaires.

Il se fallut de peu que je ne considérasse déjà alors cet isthme comme ayant fourni les roches détritiques du Flysch. Mais je pensais trop sérieusement à leur provenance lointaine et à leur apport par des glaciers.

Le mémoire de M. E. Favre et moi, paru en 1887 (n° 16), défend donc à peu près le même point de vue. Entre la publication de mes *Etudes géologiques sur le Pays-d'Enhaut vaudois* et l'achèvement de ce mémoire et de l'atlas qui l'accompagne, je n'ai guère fait de nouvelles études dans la région déjà parcourue; je devais me restreindre à des recherches complémentaires dans les régions des Alpes vaudoises que je n'avais pas visitées auparavant, puis dans le Chablais, ainsi que dans la région des Dents du Midi. Je terminai le chapitre du Flysch, en disant à propos des klippes, des blocs exotiques et des brèches du Flysch (1885) :

« Pour eux, la théorie de leur transport par des glaciers est la seule qui puisse être invoquée, *à moins qu'il y ait des forces ou des phénomènes, dont la portée nous est encore inconnue, comme l'était celle du phénomène glaciaire avant de Charpentier et Venetz!* » On a vu combien l'avenir a justifié ces paroles.

Des explorations entreprises les années suivantes dans les Préalpes, sur les deux rives du Rhône, et surtout dans la région des Dents du Midi, me permirent de constater les complications énormes qui marquent précisément la zone de contact entre les Hautes-Alpes et les Préalpes. Une étude détaillée des mines de Bex, pour le gouvernement vaudois, me révéla des complications presque indescriptibles. J'eus le sentiment que l'origine des brèches et roches exotiques du Flysch ne devait pas être étrangère à ces dislocations. Je reconnus que la plaque calcaire du Chamossaire, (Dogger, Toarcien et Trias) qui repose sur du Flysch et du gypse, n'était autre chose que la continuation d'une lame de jurassique, *intercalée dans le Flysch* de la chaîne du Chaussy

et que l'on suit dès les Ormonts-Dessus (Vers-l'Eglise) jusqu'au col des Mosses, sur près de six kilomètres de longueur. La plaque du Chamossaire en est séparée par la profonde vallée d'érosion de la Grande-Eau. La couverture de Flysch qui surmonte le dogger du côté de Chaussy a été enlevée au Chamossaire et n'existe plus que sous forme d'un pointement au Meilleret.

Je compris aussi que la faille qui borde le pied du Moléson et de la chaîne de Ganterist, entre le Trias de celle-ci et la zone de Flysch du Gurnigel, était quelque chose d'analogue au chevauchement de la chaîne des Gastlose, une superposition concordante, en apparence, mais anormale du Trias sur le Flysch éocène.

La mise au concours, pour le prix Schläfli, en 1889, par la Société helvétique des Sciences naturelles, d'une étude sur la provenance des blocs et brèches exotiques du Flysch avait vivement excité mon désir d'élucider cette question. Très enthousiasmé au début, je m'aperçus bientôt des grandes difficultés et ne songeais plus guère à achever ce travail, dont j'avais déjà commencé à préparer la première ébauche.

Je sentais que cette question ne pouvait pas être traitée isolément, qu'à côté des recherches stratigraphiques et tectoniques déjà très vastes, il faudrait des études pétrographiques, que je ne pouvais entreprendre alors. Le contraste des Préalpes avec les Hautes Alpes, la formation des failles de chevauchement entre la première zone du Flysch et les Préalpes, les klippes, si étranges, qui existent dans les Alpes de Schwytz et d'Unterwald, ainsi que dans les Alpes d'Annecy, tout cela ne me paraissait former, avec la formation des brèches et blocs exotiques du Flysch, qu'un seul et même problème, se rattachant intimement au développement tectonique du versant N. des Alpes.

En constatant alors l'identité du Néocomien à Céphalopodes qui existe dans la région de Bex, serré comme une lame entre le gypse et les cornieules des Préalpes d'une part et les plis des Hautes Alpes d'autre part, j'eus, *déjà alors* (en *1889*), *la notion très nette que peut-être ce lambeau de Néocomien n'était qu'une partie du Néocomien à Céphalopodes des Playaux-Niremont*, restée en arrière pendant le chevauchement des Préalpes. Le Flysch du Niesen et des Ormonts serait alors le même que celui du Gurnigel. Je n'osai pas formuler une conclusion dans ce sens, et refoulai ce premier soupçon.

L'étude de la note si complète et si détaillée de Stutz sur les

klippes des bords du lac des Quatre-Cantons (n° 21) m'ouvrit d'autres horizons; la définition des facies qu'il donne me fit comprendre encore mieux que ce que j'en savais déjà, qu'il ne pouvait s'agir là, en aucun cas, de sédiments surgis de la profondeur et appartenant au facies helvétique, *mais que ces klippes sont formées des terrains à facies des Préalpes, en tout point semblables à ceux du Stockhorn.* Les zones de schistes calcaires rouges que Kaufmann appelle *Leimernschichten* (Flysch) me parurent identiques aux couches rouges crétaciques des Préalpes et devaient rentrer dans la même catégorie de phénomènes que les lambeaux décrits par Stutz et avant lui par Kaufmann et autres [1]. Il devint clair, pour moi, d'après les descriptions et les profils de Kaufmann et Stutz, que ces paquets jurassiques étaient bien des klippes, mais des klippes sans racines (Schollen) reposant directement sur le Flysch, sans aucune relation avec les terrains profonds.

La fréquence des blocs exotiques dans cette même zone, où existent les klippes, l'identité de ces blocs, tant cristallins que sédimentaires, avec ceux des brèches du Flysch du Niesen et du Gurnigel, me fit comprendre que la solution ne pouvait pas tarder à se montrer, mais qu'il fallait, avant tout, éclaircir le contraste stratigraphique et tectonique existant entre les Préalpes et les Hautes Alpes. Je le fis par une analyse de la situation géologique le long des trois coupures transversales de l'Aar, du Rhône et de l'Arve-Giffre, dont la première et la dernière délimitent la région naturelle des Préalpes.

Le chevauchement nettement visible de la zone du Stockhorn sur le Flysch, du Gurnigel au bord du lac de Thoune, et qui est identique à la superposition du Môle sur le tertiaire du bord de la vallée de l'Arve, me paraissait devoir s'interpréter comme résultant d'un mouvement tectonique pouvant avoir caché une falaise de terrains anciens. Après avoir nourri la sédimentation de la zone de Flysch du Gurnigel; la falaise, recouverte déjà en partie par ses propres débris, fut masquée entièrement par le glissement des terrains sédimentaires sur le socle cristallin.

Comme du côté opposé du lac de Thoune existent des chaînes toutes différentes, qui offrent une amorce de chevauchement très net au pied N. du Ralligstöcke, je crus pouvoir admettre l'in-

[1] J'avais constaté, déjà en 1882, par l'analyse microscopique, l'identité du calcaire rouge des Mythen avec les couches rouges des Préalpes.

terversion du mouvement horizontal, en ce sens qu'un enfoncement plus profond, au N E du lac de Thoune, aurait permis aux sédiments du facies helvétique de venir se déverser *sur* la zone des Préalpes qui existeraient en partie encore au-dessous. Les klippes seraient des paquets de ces terrains venus à la surface comme des mottes de terre viennent se superposer à la neige d'une avalanche. J'attribuai au gypse et aux cornieules (dolomies triturées) une forte influence dans l'accomplissement de ces dislocations, en facilitant le mouvement horizontal des nappes sédimentaires charriées, et en poussant, pour ainsi dire, par leur accumulation, les klippes vers la surface.

Cette explication de la situation au N E du lac de Thoune ne me paraissait toutefois pas suffisante, d'autant moins que je ne pus expliquer l'origine de la zone interne de Flysch bréchiforme, celle du Niesen, que par une même hypothèse, en admettant, là encore, une falaise, aujourd'hui recouverte par les plis renversés et charriés du facies helvétique. Dans mon idée d'alors, le massif de l'Aar formait jadis, avec celui du Mont-Blanc, la charpente de l'isthme qui avait séparé les deux régions (Préalpes et Hautes Alpes). C'est de ces massifs que proviendraient les roches cristallines de la zone interne du Flysch. Je basai cette hypothèse encore sur l'analogie du Granite de Gasteren avec l'une des variétés du Granite de la brèche des Ormonts et l'identité de la protogine des lambeaux et klippes du plateau des Gets, en Savoie, avec celle du Massif du Mont-Blanc. Après la formation de la sédimentation du Flysch, les sédiments à facies helvétique couvrant le massif cristallin auraient glissé sur celui-ci, en s'entassant devant la falaise et sur le Flysch, puisque c'est bien à une peau glissée que ressemblent les plis de la paroi de l'Oldenhorn et des Dents du Midi ; des affaissements auraient fait le reste.

J'ai longuement discuté ces points de vue avec mon regretté ami Gustave Maillard, alors conservateur du Musée d'Annecy et collaborateur de la carte géologique de la France. C'est à lui que je le dois d'avoir eu les premiers doutes au sujet de cette explication, qui n'était, en somme, qu'une précision et un développement de l'hypothèse de Studer. Il me démontra en effet que sur le bord extérieur des Alpes à facies helvétique, entre La Roche et Annecy, le contact anormal par chevauchement, que nécessiterait l'explication donnée par moi, n'existe pas et que le bord est ici *absolument normal ;* les couches sont à peine renversées, formées d'Urgonien, de Nummulitique, de Flysch suivi de Miocène.

Bien conscient des difficultés qui s'opposaient de ce côté à l'application de cette hypothèse, je ne considérai donc ladite explication que comme un acheminement vers le but proposé et non comme une explication définitive du problème posé.

Je n'avais pas touché dans ce travail la question de l'âge réel des gypses et des roches dolomitiques, considérées par moi auparavant comme éocènes; mais je puis déclarer ici que déjà alors *j'étais intimement convaincu de leur âge triasique*, en expliquant par des chevauchements leur contact avec le Flysch. J'en parlai dans ce sens la même année, lors de l'excursion de la Société géologique suisse dans les Alpes de la Gruyère et du Pays-d'Enhaut.

En attendant d'entreprendre des recherches plus étendues pour bien établir ce point de vue nouveau, je me contentai de le faire connaître dans le compte rendu de l'excursion géologique. Le profil à petite échelle, allant par le Moléson jusqu'au pied des Hautes Alpes (Oldenhorn), en rend nettement compte (N° 24, pl. V). Les gypses et roches dolomitiques du groupe de la Gummfluh et du Rubli y figurent bien comme Trias et la brèche de la Hornfluh comme jurassique. A la Gummfluh, ce que j'avais pris pour le flanc renversé de l'anticlinal de Malm, n'est autre chos que le calcaire triasique gris-clair ou jaunâtre, reposant, avec sa base de Gypse, par chevauchement sur du Flysch. De même au Rubli, au Rocher-Plat et au Rocher du Midi

Malgré la possibilité d'expliquer ainsi la formation du Flysch et des brèches dans la région des Préalpes elles-mêmes, je ne cessai de me heurter à des difficultés insurmontables, en voulant appliquer cette explication à la région au N E du lac de Thoune et au S W de l'Arve. Je visitai en 1892 cette région dans ce but, je parcourus la vallée de Habkern et les abords du Giswylerstock, où je constatai le facies du Stockhorn de la manière la plus tranchée. A Gumenalp, au S E du Rothhorn de Brienz et près de Arvigrat, vis-à-vis du Giswylerstock, j'ai vu une longue zone de « couches rouges » que la carte indique sous le nom de « Wangschichten ». Sur le passage du Marienthal à Habkeren, j'ai vu plusieurs intercalations de « couches rouges » dans le Flysch; elles sont notées comme « Leimernschichten ». Enfin, d'après ce que j'ai pu constater sur le versant N de la chaîne du Pilate, j'ai reconnu que là, pas plus que du côté des Alpes d'Annecy, le recouvrement supposé du facies helvétique ne pouvait être démontré; le chevauchement existant bien réellement au pied du Sigriswylergrat (Ral-

ligstöcke), n'est qu'un *phénomène local* qui s'éteint à quelques kilomètres plus à l'Est. Il a néanmoins sa signification et son importance, en ce sens que les lambeaux à facies préalpin conservés dans ce pli étranglé, sont un précieux point d'attache pour affirmer la continuation, au N E du lac de Thoune, de la zone du Stockhorn; seulement ces lambeaux sont pincés dans le tertiaire et paraissent sans continuité en profondeur. J'étais donc absolument convaincu de la difficulté qui s'oppose à ma première explication, lorsque a paru, l'année suivante, le mémoire de M. Burkhardt (n° 39).

Cependant, la structure des Préalpes, comme nappe de chevauchement, détachée d'un Horst cristallin, me paraissait si lucide que je crus pouvoir la représenter au moyen de trois profils parallèles à la vallée du Rhône entre Vevey et Aigle (n° 32). Au printemps 1893 j'eus plusieurs longs entretiens avec M. le professeur Steimann et avec son élève, M. Quereau, qui était occupé en ce moment à conclure ses études sur les klippes d'Iberg. J'ai trouvé absolument insoutenable l'idée de ces savants attribuant les klippes d'Iberg, ainsi que les Mythen à un chevauchement *venu du Nord.* Le point de départ de ces klippes devait exister, selon eux, sous les sédiments miocènes du plateau suisse. Lors d'une excursion aux Ormonts avec M. Steimann, en mars 1893, à laquelle prit part M. Lugeon, la conversation roula sur le même sujet et nous restâmes en complète opposition. D'accord sur la réalité du chevauchement des Préalpes, attesté par la superposition du Trias sur le Flysch et la situation des klippes, comme îlots flottants sur le Flysch, MM. Steimann et Quereau admettaient un mouvement ayant joué du N vers le S, alors que je constatais que ce mouvement devait avoir été dirigé du S vers le N!

En effet, si l'on vient du Nord, on trouve le bord des Préalpes chevauché, comme par un mouvement S - N, tandis que si l'on aborde cette région du S. on trouve le bord interne chevauché, comme par un mouvement N—S. J'avais pensé un moment que cela pouvait s'expliquer par un écrasement bilatéral du Horst ayant supporté la nappe sédimentaire chevauchée.

La session de la Société helvétique des sciences naturelles à Lausanne devait apporter du nouveau. MM. Renevier et Lugeon avaient déjà fait connaître leurs premières conclusions (n° 32) et allaient organiser une grande excursion de cinq jours dans le Chablais. J'avais de mon côté exploré pendant l'automne 1892 le

massif de Treveneusaz et le bord de la Brèche du Chablais, entre Conche et le Val d'Illiez et j'étais arrivé à la certitude que cette dernière formation repose ici *en concordance sur le Flysch et le crétacique rouge;* d'où la conclusion qu'elle est, ou bien tertiaire et équivalente au Flysch, ainsi que je l'avais admis avec Gilliéron, ou bien elle est jurassique et dans ce cas c'est une *nappe de chevauchement.*

Dans la correspondance que j'eus avec M. Lugeon en juin 1893, j'écrivis en substance ceci: « Si la brèche est jurassique, il doit y avoir entre le col de la Croix et le Val d'Illiez trois écailles superposées. » Je pensais à la série des terrains formant le rocher de Conches, sur laquelle vient chevaucher le bord N. du massif de Treveneusaz, qui chevauche lui-même sur la mollasse rouge et le Flysch du Val d'Illiez. A cheval sur cette double série déjà chevauchée vient se placer, sans attache en profondeur, la brèche du Chablais! J'écrivis à cette même occasion à M. Lugeon que le lambeau de gypse, reposant sur le Malm du flanc S. du Mont-Chauffé, devait être un lambeau de recouvrement, *attestant l'ancienne extension de la nappe de la Brèche de la montagne de Grange, par-dessus la vallée d'Abondance, jusque sur le flanc du Mont-Chauffé!*

Après que M. Lugeon m'eût affirmé avoir trouvé des *fossiles jurassiques* sinon authentiques, au moins suffisamment caractéristiques pour exclure l'âge éocène de la Brèche, je me suis franchement rangé à l'idée de voir dans cette formation un facies particulier du jurassique. Cette réalité était confirmée pour moi par l'observation que j'avais faite, une année auparavant, au passage de la Porte du Soleil, sur Morgins, de la superposition de la Brèche à une assise schisteuse, ayant l'aspect du Lias supérieur, reposant elle-même sur un banc de calcaire spathique (échinodermique) qui m'avait fourni une *Belemnite.* Mais il était certain pour moi que la Brèche de l'arête entre le Signal de la Croix et la Traversaz formait une nappe de recouvrement sans racine et qu'en conséquence, la *masse entière de la Brèche devait reposer sur le Flysch.*

Quel ne fut donc pas mon étonnement de voir surgir à la session de la Société helvétique des sciences naturelles à Lausanne (1893) une toute nouvelle théorie, celle des *plis en champignon,* dont la paternité, pour ce qui concerne ceux du Chablais, revient à M. Lugeon.

Quant à moi, je n'ai pas cru un seul instant à la possibilité

des plis en champignon, malgré l'exposé si convainquant de M. Lugeon.

Dès que je fus bien sûr de l'âge jurassique de la brèche calcaire du Chablais, je compris instantanément que les lambeaux de brèche de la Hornfluh que j'avais, avec la même certitude, toujours vus superposés au Flysch ou au Crétacique rouge, n'étaient autre chose que des lambeaux de recouvrement, également d'âge jurassique, souvent *resserrés dans des synclinaux*, comme à Cananéen sur Gérignoz, à la côte aux Rayes près Rougemont, et entre la Gummfluh et le Rubli. Tandis qu'en Chablais la nappe de recouvrement de la Brèche est restée entière, elle a été morcelée dans la région du Stockhorn et les lambeaux isolés ont été *plissés pendant et subséquemment* à leur morcellement. Ce que les lambeaux de la Brèche du Chablais et de la Hornfluh représentent en petit, la région tout entière des Préalpes, depuis l'Arve au lac de Thoune, le répète en grand, donc *la même solution devait s'imposer aussi là* ! Et je me rappelais de ma réflexion qui m'est apparue comme une vision, quatre années auparavant, où je croyais voir dans le Néocomien à céphalopodes de la vallée de l'Avançon, un lambeau arraché et *resté en arrière* de la bande de Néocomien et de Jurassique enveloppée dans le Flysch de la zone des Playaux-Niremont. Je compris qu'à moins de considérer la région des Préalpes comme un grand pli en champignon, au centre duquel surgirait le pli en champignon de la Brèche, *toute l'étendue des Préalpes ne devait être qu'une nappe sans racines*, sans attache normale en profondeur, venue, comme les lambeaux de Brèche jurassique, d'une région peut-être assez lointaine. Impossible de songer au N. comme le faisait Quereau; alors il ne restait que le Sud! *C'est des Alpes centrales et méridionales que cette couverture sédimentaire doit provenir.* Elle s'est détachée là, en glissant sur le gypse triasique et les détritus dolomitiques, devenus ensuite les cornieules, si répandues dans toutes les Préalpes et autour des Klippes. Pendant son mouvement, elle nourrissait de ses débris la sédimentation du Flysch, allant du Rhin jusqu'au delà du lac d'Annecy; elle a disparu au S W de l'Arve et au N E du lac de Thoune dès l'époque miocène, en ne laissant subsister là que les klippes. *Tout cela n'a été pour moi qu'un seul jet d'idées*, d'autant plus claires et nettes que *l'enchaînement des phénomènes qu'il faut supposer est d'une simplicité surprenante.* On comprend facilement que ce revirement n'a rien d'artificiel, qu'il n'a eu rien de forcé, puis-

que je possédais dans mon esprit, alors comme aujourd'hui, *tous les détails de la géologie de la région en question*, particulièrement des Préalpes comprises entre le Rhône et l'Aar et de la zone limitrophe du Chablais, fruit de 14 années de recherches. En Chablais, la situation est, dans l'ensemble comme dans les détails, absolument la même, ce qui a été confirmé par les observations de MM. Renevier et Lugeon. Cela étant, je pouvais juger sans nouvelles recherches, car mes observations subsistent dans toute leur intégrité; j'avais partout bien observé, mais c'est l'interprétation qui était fausse en ce qui concerne l'*âge* de la brèche de la Hornfluh-Chablais et de certains gisements de Gypses et de cornieules. Il en résulte que mes profils peuvent facilement être corrigés dans les régions où des changements sont nécessaires.

J'ai fait part de cette nouvelle conception à la Société vaudoise des sciences naturelles, dans la séance du 2 novembre 1893; elle fut présentée à l'Académie des sciences de Paris, par M. Daubrée, dans sa séance du 20 novembre. M. Marcel Bertrand a eu l'obligeance de condenser lui-même le manuscrit de cette note.

En présentant ce nouveau point de vue, j'ai fait d'emblée le procès des plis en champignon qui n'ont absolument pas d'application dans le cas dont il s'agit, vu l'impossibilité mécanique de leur évolution. S'il en était ainsi, il faudrait d'ailleurs que chaque lambeau de Brèche de la Hornfluh (j'en connais bon nombre dont quelques-uns fort petits), ainsi que chaque klippe, fussent des petits plis en champignon, perçant leur substratum. Cela ne se peut pas! Toutefois, M. Haug a absolument tenu à cette explication pour la klippe du Mont de Sullens.

Depuis lors, aucune objection infirmant sérieusement ma nouvelle conception ne s'est fait jour; la *Loi des Préalpes*, formulée nettement en 1895, *est restée sans exception*.

S'il m'a été pénible d'abandonner mes premières conclusions sur l'âge de certains gisements de gypse et de cornieule, sur l'âge éocéne de la Brèche de la Hornfluh et du Chablais et de renoncer à l'application de l'hypothèse si ingénieuse de Studer, il m'a été particulièrement doux de voir se vérifier, point par point, mes prévisions nouvelles. Des adversaires mêmes n'ont fait qu'apporter de nouvelles preuves, ou se sont, comme M. Lugeon, rendus à mes arguments. La conversion de ce dernier a eu lieu surtout ensuite de la réplique absolument convaincante

que j'ai opposée à son attaque (n° 51) et à la suite de documents inédits que je lui ai communiqués et que j'ai discutés avec lui, ors d'une séance chez moi [1].

Je dois relever ici encore un point qui a une certaine importance dans le débat, c'est l'interprétation qui a été faite par M. Lugeon de l'idée émise en 1884, par M. MARCEL BERTRAND, relativement à un prolongement vers l'Ouest du grand pli glaronnais. Dans ma notice de 1893 (n° 38), parlant de la situation tectonique des Préalpes, pour arriver, seulement après, à parler de l'*origine* de cette nappe sans racine, origine que je *plaçai d'emblée au S. de la zone des massifs de l'Aar et du Mont-Blanc*, j'ai cru devoir citer la supposition du maître français, puisque selon cette supposition, la région des Préalpes aurait fait partie de ce pli couché des Alpes glaronnaises. Je renvoie à ce que j'ai dit à ce sujet, p. 124 de la présente note. J'ai rendu d'ailleurs justice entière au grand mérite que s'est acquis M. Bertrand en démontrant l'existence dans la France méridionale de plis couchés développés horizontalement sous forme de vastes nappes. En lisant le chapitre précédent, où je n'ai énuméré avec la plus grande sincérité que des faits reconnus, on verra facilement que ma conception est *absolument différente* de la supposition exprimée par M. Bertrand [2].

M. Bertrand voyait la possibilité d'admettre entre la Reuss et Annecy un pli couché superposé aux Flysch formant le bord des Alpes comme le pli de Glaris supposé unique et continu est superposé au Flysch de la zone de Glaris. Ce pli devait être du même facies que le pli de Glaris, soit de facies helvétique. Or, cela n'est pas le cas. Les klippes (lambeaux de recouvrement), dont il devait expliquer l'existence dans la région du Stockhorn et dans les Alpes d'Annecy, n'y existent pas dans la forme supposée par M. Bertrand. De plus, les terrains de cette région appartiennent, sans exception, au facies austroalpin. Après avoir exploré entre 1890 et 1893 plusieurs parties du Chablais et en

[1] Il est donc assez étrange que M. HAUG, dans son récent mémoire (n° 56) parle de l'hypothèse de MM. Schardt et Lugeon. M. Lugeon a été, au contraire, adversaire de ma manière de voir ; il en est devenu ensuite partisan, ce dont je suis d'ailleurs très heureux.

[2] En citant la supposition de M. Bertrand dans ma notice de 1893 (n° 38), j'ai commis une erreur en disant que le pli couché de M. Bertrand serait venu du Nord, c'est bien *au Sud* que M. Bertrand supposait la racine du pli couché.

discutant en 1892 les conclusions de son étude sur le Môle, M. Bertrand se déclare convaincu au contraire, que cette région n'offre pas l'ombre de la relation supposée avec le double pli glaronnais et qu'il n'y a pas trace de pli charrié.

Mon interprétation ne s'applique pas d'ailleurs aux *Préalpes seules;* elle s'applique *à tout le versant N. des Alpes* et probablement aussi *au versant N. des Karpathes* et à bien d'autres régions encore, où existe le phénomène des *klippes* et des *brèches du Flysch à blocs exotiques.*

Elle se base sur le postulat suivant qui découle *de la Loi des Préalpes :*

1. **Toute la région des Préalpes romandes (Stockhorn et Chablais) repose, par son terrain le plus ancien, partout sur le tertiaire.**

Deux autres postulats se greffent sur celui-ci :

2. **La Brèche du Chablais et les lambeaux de brèche de la Hornfluh reposent également par leur assise la plus ancienne sur le Flysch ou le Crétacique des Préalpes.**

3. **Les Klippes jurassiques et triasiques des Alpes d'Unterwald, de Schwytz et des Alpes d'Annecy reposent également partout sur le Flysch par leur sédiment le plus ancien.**

Ces **faits** me paraissent incontestables. On a vu plus haut quelle est l'**hypothèse** que j'en ai déduite, et qui explique non seulement la **provenance des Préalpes**, mais aussi l'**origine des klippes** et surtout celle des **brèches** et **blocs exotiques du Flysch**.

Il est donc facile de voir combien cette explication diffère dans sa conclusion la plus essentielle — charriage d'une nappe sédimentaire d'une région centrale des Alpes, sans préexistence d'un pli couché, et sa relation avec la formation du Flysch — de la supposition de M. Bertrand. Le pli couché de M. Bertrand devait avoir son amorce ou racine nécessairement dans la zone du Wildstrubel — Dent du Midi. Son déplacement vers le Nord suppose un mécanisme sensiblement différent de celui que j'ai admis.

J'ai donc été fort surpris de lire à plusieurs reprises, dans l'ouvrage de M. Lugeon, qu'en émettant ma nouvelle théorie, je n'avais fait *que reprendre l'idée émise déjà en 1884 par M.*

Bertrand. Cela est une grave erreur! (nº 53, p. 23, 252, 253, 290, 302).

M. Lugeon se trompe surtout en identifiant deux choses absolument différentes, qu'il aurait pourtant pu séparer nettement, connaissant, ou devant connaître les choses et les travaux servant de base aux vues exprimées par M. Bertrand, d'une part, et par moi, d'autre part. En effet, M. Bertrand a exprimé une pure supposition, tirée de l'examen des cartes géologiques de la Suisse et point une hypothèse argumentée au point de vue scientifique du mot, n'ayant pas alors à l'appui de sa supposition des faits constatés par lui, de visu, dans la région des Préalpes.

J'ai de mon côté exprimé une *probabilité*, dans mon for intérieur même une *certitude*, basée sur près de 14 années de recherches, circonstance qui n'était nullement inconnue à M. Lugeon. Ce qui est hypothèse chez moi, c'est le voyage, le charriage de cette nappe exotique et la situation de son lieu d'origine, sa relation avec les klippes et avec la formation des brèches à matériaux exotiques du Flysch. Je ne parle pas de pli couché, mais d'une nappe glissée. *En un mot, la supposition de M. Bertrand diffère de ma conception autant par le fond que par la portée et par ses arguments!*

Mon intention, en exposant, en 1893, les raisons qui me firent considérer la région entière des Préalpes comme une nappe de charriage, en situation anormale, a été de faire connaître cette nouvelle voie. *J'étais d'ailleurs seul en état de pouvoir l'entrevoir nettement en ce moment*, puisque MM. Lugeon et Renevier caressaient alors les plis en champignon, MM. Steimann et Quereau la chaîne vindélicienne, avec chevauchement vers le Sud. Je n'avais pas à produire une argumentation détaillée, puisque mes études de détail sur la région étaient suffisamment connues. J'ai pleinement atteint mon but; car la voie ouverte par moi me paraît être la vraie et cela me donne pleine satisfaction.

L'opinion de M. Bertrand est d'ailleurs absolument conforme à ce que je viens d'affirmer. En me parlant, dans une lettre datée du 7 juin 1897, de sa notice de 1884, M. Bertrand me dit ceci:

« La vérité est bien simple et bien limpide; j'ai eu l'idée d'une » première nappe de recouvrement, comprenant le pli Nord de » Glaris, une partie de l'Oberland bernois et du Wildstrubel; » cette idée, en faveur de laquelle je n'ai donné et ne pouvait » donner que des arguments d'ordre général, était une « wor- » king hypothesis », qui n'enlèvera rien au mérite de celui, s'il

» doit venir, qui en démontrera la réalité. J'ai eu aussi, sans la
» développer, l'idée bien naturelle qu'une partie au moins des
» klippes, que les massifs des Annes et de Sullens, devaient
» avoir une origine exotique, mais je n'ai pas eu à ce moment
» la notion que ces massifs devaient provenir d'une autre nappe
» de recouvrement supérieure et d'origine plus lointaine. Quant
» aux Préalpes, je n'avais jamais songé à y voir le produit d'un
» charriage et je crois même devoir ajouter qu'avant vos der-
» niers travaux et ceux de Lugeon une pareille idée aurait été
» une véritable folie.

» Quand j'ai reparlé, très incidemment, de ces questions à
» propos du Môle, j'ai dit, sans prétendre résoudre un problème
» de cet ordre par l'étude d'une région isolée, que mon impres-
» sion était toute favorable à l'idée que les Préalpes sont en
» place. Je m'étais mal expliqué auparavant, si on a pu consi-
» dérer cette manière de voir comme un changement d'opinion
» (qui serait d'ailleurs bien permis en pareille matière). »

IV. **Démonstration et réplique aux objections.**

D'après les publications parues depuis 1890, il n'est presque plus besoin de démontrer la nécessité de considérer la région entière des Préalpes comme une nappe charriée, reposant partout sur le tertiaire; ce serait refaire la démonstration de la Loi des Préalpes et des postulats qui en découlent (voir page 159 et Chap. I). Les profils et la petite carte joints à ce mémoire en disent plus long que des pages d'explications.

Nous aurons toutefois à examiner successivement les divers arguments qui appuient la solution proposée par moi, du problème jadis si énigmatique, et, en le faisant, je répondrai aux objections qui m'ont été faites et auxquelles je n'ai guère répliqué jusqu'ici.

Cette démonstration, aussi claire qu'elle soit, ne dispose pour le moment évidemment que d'une faible partie des preuves qui pourraient être réunies. Il est réservé aux recherches futures d'en découvrir encore un grand nombre. Depuis plus de quatre ans que j'ai conçu la solution proposée, je n'ai ressenti aucun doute; bien au contraire, les recherches poursuivies depuis lors n'ont fait qu'affermir sur tous les points ma manière de voir, tandis que je n'ai pas pu en dire autant de ma précédente interprétation (1891) basée sur l'hypothèse de Studer.