

Les grandes dislocations et la naissance des Alpes suisses

Autor(en): **Lugeon, Maurice**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **7 (1901-1903)**

Heft 4

PDF erstellt am: **22.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-155929>

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.

Les grandes dislocations et la naissance des Alpes suisses

PAR

MAURICE LUGEON

prof. à Lausanne.

Un des plus grands naturalistes parmi les nombreux savants dont Genève s'honore, un des hommes qui a le mieux connu les Alpes, et vous devinez que je pense à DE SAUSSURE, a écrit, à la fin d'un de ses livres, les lignes suivantes : « ...J'ai reconnu qu'on pouvait presque assurer qu'il n'y a dans les Alpes rien de constant que leur variété. » Cette déclaration résume à la fois le caractère et l'œuvre de l'homme. On y saisit la prudence de l'observateur, mais on y voit aussi son immense érudition.

Que les temps sont changés ! Dans quelle admiration cet infatigable travailleur ne serait-il pas plongé si, revenant parmi nous, il voyait la tâche accomplie ? Mais quel effort cela représente-t-il !

Dans le sillage lumineux laissé par l'illustre Genevois, voyez cette cohorte d'hommes qui se précipitent à la conquête scientifique des Alpes suisses. Voici J.-CONR. ESCHER, un admirable esprit ; voici LÉOPOLD DE BUCH, voici EBEL qui, par son œuvre : *Ueber den Bau der Erde*, ouvre une époque nouvelle. Escher et lui ne craignent pas de modifier la classification dogmatique de l'école de Freiberg.

Mais nous en sommes encore à la période héroïque. La découverte de W. SMITH, qui dotait la géologie de sa méthode moderne de classification des terrains, n'allait pas tarder à être appliquée dans les Alpes. Il appartenait à un des compatriotes du célèbre ingénieur anglais, à BUCKLAND, et au Français BRONGNIART, l'honneur de définir dans les Alpes l'échelle stratigraphique. Aussi, avec l'année 1821, s'ouvre une nouvelle période, celle de la stratigraphie moderne.

Puis arrive B. STUDER, le Bernois, un de nos plus grands géologues, qui, sous les conseils de SCHLOTHEIM, accomplit en neuf années une œuvre admirable, la géologie des Alpes occidentales. Quelle distance entre de Saussure et Ebel et entre ce dernier et Studer ! Les plis commencent à être vus, dessinés, compris, comme en fait foi la loi de Studer sur les couches en forme de C. Le professeur de Berne avait comme collègue un homme qui a précédé son temps. Il tenait de race, ce savant aussi distingué que modeste, ARNOLD ESCHER. C'est lui qui a compris le premier les dislocations fantastiques des Alpes glaronnaises. Ce fut un de nos plus grands géologues.

Voici un deuxième Genevois, ALPHONSE FAVRE, ce digne successeur de de Saussure, qui fit faire tant de progrès à la stratigraphie et dont l'œuvre est si charmante à étudier. Ce fut aussi un grand lutteur. Celui qui ne se souviendrait pas avec respect de ce tournoi qui eut comme champ clos Petit Cœur en Savoie serait un ingrat. Enfin, citons encore ces grands travailleurs, autres géants dans ce groupe d'Hercules de la science, THEOBALD le Grison, KAUFMANN le Lucernois, GERLACH, que nous pouvons bien revendiquer comme un des nôtres ; il fut, à mes yeux, l'un de nos plus remarquables géologues, l'un de ceux dont la sûreté de vue reste comme un des plus brillants exemples.

Et je m'arrête, et cependant je n'ai pas mentionné tous ceux qui méritent de l'être. J'arrive à ceux qui ont collaboré et vu s'achever cette œuvre magistrale que vous avez devant les yeux, cette superbe carte géologique de la Suisse au 1 : 100 000. De ceux-là, ces vénérables maîtres, plusieurs sont ici dans cette enceinte. Ils ont accompli, ces disparus et et ces vivants, une œuvre colossale. Voici, du reste, le jugement d'un de leurs contemporains¹ : « La géologie des Alpes est peut-être de toutes les sciences celle qui exige de la part de ses adeptes la plus grande abnégation. »

Je salue avec respect, en votre nom et au mien, tous ces hommes, tous ces prédécesseurs. Nous répondons affirmativement à ces mots écrits par un ancien géologue et que Studer a jadis rappelés : « ... Je me borne à demander à ceux qui se préparent à nous succéder, de nous savoir gré des efforts que nous avons faits pour leur préparer la voie, et, sous ce rapport, de faire mention de nous dans l'histoire des progrès de l'esprit humain². »

¹ DESOR, Nouvelles excursions et séjours, 1845, p. 224.

² DOLOMIEU, Rapport des voyages, Journal des mines, VII, p. 432.

Aujourd'hui une page nouvelle s'ouvre encore. Une conception bien différente de la chaîne s'impose. Elle vient de naître et de tous côtés arrivent les adhésions. Ce n'est donc pas avec la prudence et la crainte de l'énoncé hypothétique que je me présente devant vous, mais avec la force et la foi que l'on puise dans la théorie où l'on voit de simples prévisions se confirmer les unes après les autres et où tout s'encadre à merveille dans le tracé des grandes lignes.

Aujourd'hui la théorie du plissement sur place, du bombement autochtone est en partie remplacée par celle des grandes nappes de recouvrement. Dans nos montagnes nous constatons que d'immenses portions ont été transportées, parallèlement à la surface du globe, à d'énormes distances. Tout le front de la chaîne alpine, à partir de l'Arve jusqu'à très loin vers l'est, dans les Alpes orientales, et plus loin encore dans les Carpathes, tout ce front, que vous contemplez et que vous considérez comme une muraille bien fondée, est au contraire formé par des masses qui ne sont pas dans leur position originelle, mais qui proviennent de l'intérieur des Alpes, souvent de très loin : ce sont les replis frontaux, les plus avancés vers le nord, de grandes portions jadis mobiles de l'écorce terrestre.

Comment le géologue peut-il montrer que des montagnes, par exemple celles qui avoisinent Genève, comme les Voirons, le Môle, qui paraît une pyramide si bien enracinée sur sa base, Marcelly, etc., sont venues du sud, d'au delà du massif du mont Blanc ? L'énoncé même de l'idée ne paraît-il pas sa propre condamnation au bannissement ?

Dans les Alpes de Glaris, le professeur HEIM, ce grand maître de la géologie, confirmant les idées de Escher, avait, à l'étonnement du monde scientifique, prouvé que d'immenses régions montagneuses reposaient sur une base formée par des roches plus récentes que celles qui constituaient les hauts. Ces grands renversements se seraient exécutés par un mouvement du nord au sud, à l'inverse de celui que l'on constatait dans la chaîne qui sépare les vallées de Glaris de celle du Rhin. Ce phénomène était désigné sous le nom de doublepli de Glaris.

En 1834, cette célèbre théorie des Alpes glaronnaises fut contestée par un homme génial, M. MARCEL BERTRAND, qui supposait que toute la masse supérieure provenait de plis poussés du sud au nord. Cette remarque ne suffit pas à ébranler la foi du grand géologue zuricois, la preuve n'était pas faite. En 1893, M. SCHARDT fit sienne cette hypothèse de

grands mouvements vers le nord en l'appliquant aux Préalpes romandes, ces montagnes situées entre l'Arve et l'Aar. Quelque temps après, je donnais une démonstration absolue pour la région de la Brèche du Chablais, mais l'ensemble des Préalpes restait fortement contesté.

Les choses en étaient là quand, l'année dernière, quelques savants français me demandèrent de les conduire dans le Chablais, afin d'étudier sur place ces phénomènes. Ils vinrent une vingtaine, partisans et adversaires. Ce furent de rudes journées. Presque tous furent convaincus, mais plusieurs, et non des moins éminents, gardèrent leurs positions. Que faire, sinon trouver des arguments péremptoirs ?

En cherchant si ces phénomènes s'étaient propagés ailleurs¹, j'arrivais à montrer qu'ils n'étaient pas propres au Chablais, que l'ensemble du front nord des Alpes en avait été victime, puis que d'immenses régions gneissiques de l'intérieur prenaient part aussi à ces immenses marches vers le nord. Et, chose curieuse, les preuves absolues se trouvaient justement là où l'on n'avait jamais été les chercher, parce que l'on ne se figurait pas que ces territoires que j'analysais à nouveau avec l'idée du charriage avaient été victimes de ces phénomènes que nous montrions dans le Chablais. Et alors, la théorie, prenant une ampleur inattendue, prenait en même temps une telle puissance, que le doute ne pouvait plus subsister chez les incrédules. Ces gigantesques mouvements horizontaux vers le nord, que l'on ne voulait admettre lorsqu'ils étaient localisés, devenant une loi générale, il fallait ou tout refuser ou tout accepter. Et l'on a vu ce fait intéressant pour l'histoire des sciences : des arguments qui paraissaient inadmissibles parce que les conclusions que l'on en tirait semblaient trop exagérées, furent admis lorsque l'exagération de ces conclusions fut démontrée plus grande encore.

Une page nouvelle est ouverte. Voyons ce que nous pouvons y lire. Je suppose que les problèmes du Chablais soient démontrés, que dans cette région, et celle qui s'étend jusqu'à l'Aar, il y ait là des régimes de montagnes faisant partie de plusieurs énormes nappes de recouvrement venues du sud, c'est-à-dire de grandes masses plissées superposées venant de l'intérieur de la chaîne, après une marche de bien des dizaines de kilomètres. Ces masses reposent en effet partout sur des terrains plus jeunes qu'elles, et toute la méthode consiste à faire cette démonstration ailleurs.

¹ LUGEON, Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse (*Bull. Soc. géol. de France*, 1901, 4^e série, t. I, p. 723 à 825).

Mon cher maître, M. RENEVIER, a montré que le massif de Morcles était formé par un grand pli couché. Plus loin, en me basant sur ses travaux, je montre qu'une deuxième immense vague de l'écorce terrestre s'est superposée à cette première et forme le massif des Diablerets. Enfin, plus loin vers l'est, à la suite de longues recherches dans les solitudes du massif du Wildhorn, je montre qu'une troisième nappe, plus grande encore, toujours venue du sud, monte du Valais pour redescendre et s'enfouir sous les Préalpes. Enfin une quatrième, plus exagérée encore, grimpe sur les autres, s'étale en même temps qu'elle se morcelle sur les régions désertes des Wildstrubel et plonge brusquement dans la zone interne des Préalpes, dont elle forme une des parties.

Il y a dans cette succession de grandes nappes empilées deux faits dont l'importance est capitale. D'abord, elles vont s'exagérant de la plus basse à la plus élevée, puis l'une d'elles, la dernière visible, forme une partie des Préalpes. Ainsi donc celles-ci ne sont pas si étrangères, comme nous l'avons tous cru, à la chaîne calcaire où règnent les terrains à faciès dit helvétiques. Elles ne sont que le produit d'un même phénomène. Et bien qu'un style tectonique différent de celui des Hautes-Alpes semble régner dans les Préalpes, cette variation n'est due qu'à l'exagération d'une même action mécanique.

Ces gigantesques vagues de pierre, qui déferlent vers le nord, forment, par leur empilement, cette haute chaîne calcaire qui sépare le canton de Berne de celui du Valais et qui se continue en avant du groupe du Finsteraarhorn. Rien n'est plus impressionnant que de contempler ces montagnes d'un de leurs sommets quand on a dévoilé les secrets de cette nature grandiose. Malgré la vie rude que le géologue doit supporter là-haut, — j'ai dû vivre sous la tente ou dans de misérables huttes que je me suis construites, — la récompense vaut plus encore que l'effort accompli.

Arrivé à ce point de la démonstration, en ce qui concerne la Suisse occidentale, sachant aussi que dans la région du Mont-Joly, en France, de semblables phénomènes ont été étudiés et décrits magistralement par un jeune Genevois, M. E. RITTER, le redoutable problème du double-pli de Glaris peut être affronté avec chance de succès. L'admirable méthode de comparaison appliquée avec tant d'éclat par les MARCEL BERTRAND et les SUESS ne peut faillir. S'il devient alors impossible d'admettre le double-pli, cela ne suffit pas cependant. La géologie n'est plus une science conjecturale ; il faut des preuves.

Ces preuves n'ont pas été difficiles à trouver. Les matériaux abondaient, récoltés avec tant de soins par le professeur HEIM et ses élèves. Il n'y avait plus qu'à cueillir dans cette superbe moisson. C'est ce que j'ai fait. Je quitte cette enquête avec plus d'admiration encore que j'en avais pour cette œuvre si féconde, due au grand maître zuricois, le *Mechanismus der Gebirgsbildung*. Sans cet ouvrage, si justement célèbre, sans les travaux d'un des plus brillants élèves de M. Heim, mon ami M. BURCKHARDT, il n'eût pas été possible de faire la preuve; la tâche eût été trop grande pour un seul, je m'en suis bien vite aperçu sur le terrain.

Aujourd'hui, c'est chose faite. M. HEIM a donné son consentement; mon cher maître m'a apporté le secours et l'appui de son opinion nouvelle. Toutes les Hautes-Alpes calcaires de la Suisse, qui s'étendent, formant le front de la chaîne, du lac de Thoune au Sentis, sont bien des montagnes charriées. Elles font partie de grandes nappes de recouvrement et elles reposent entièrement sur des terrains plus jeunes qu'elles. Ces nappes sont au nombre de deux principales qui se digitent dans leurs parties frontales en grands plis couchés indépendants. Tout l'ensemble vient du sud. Le mouvement horizontal dépasse 30 kilomètres. A l'est du Rhin, ces gigantesques phénomènes disparaissent de la surface du sol. Ils se continuent en profondeur, et sans doute ces plis disloqués à faciès helvétique, que l'on voit pointer dans le Flysch de Bavière, ne représentent qu'une ondulation superficielle de ces grandes nappes des profondeurs.

Mais sur cet ensemble de nappes, qui s'enfoncent sous les Préalpes à l'ouest, on trouve des fragments de ces dernières, à l'état de débris morcellés, comme le Stanzerhorn, les Mythen, etc. Et, plus loin, à l'est du Rhin, les montagnes du Falknis représentent la continuation de ces énormes nappes préalpines. Si la preuve absolue, tangible, de la non existence de racine ne peut être faite pour les Préalpes médianes, entre l'Arve et l'Aar, elle peut l'être pour le Falknis. En effet, ici les érosions sont plus profondes et partout nous voyons sous ces dernières montagnes régner les terrains les plus jeunes.

Et ce n'est pas tout. Cette nappe du Falknis est elle-même surmontée par une autre grande masse venue aussi de l'intérieur de la chaîne. Cette nappe, la plus supérieure, forme tout le Rheticon et les Alpes triasiques de Bavière. Elle représente la nappe de la Brèche du Chablais; elle a la même position tectonique.

Où se trouvent les racines, c'est-à-dire le lieu d'origine de

toutes ces masses superposées? Il est facile de montrer que toutes les nappes de recouvrement à faciès helvétique viennent de la première zone alpine, c'est-à-dire représentent la couverture sédimentaire des massifs cristallins tels que le mont Blanc, le Finsteraarhorn et le Gothard. Les autres viennent de régions plus internes. On peut suivre, dans les Grisons, le bord de la nappe du Rheticon. On la poursuit très loin par l'Oberhabstein. Ainsi, puisque soit la nappe du Falknis, soit celle du Rheticon, représentent dans l'est ce que sont les Préalpes médianes et les régions de la Brèche du Chablais et de la Hornfluh dans l'ouest, il devient à peu près évident que les grandes nappes préalpines viennent du versant sud de la chaîne. Selon le grand processus qui paraît avoir été suivi par ces mouvements immenses, ces nappes, les plus éloignées vers le nord, doivent provenir des régions les plus méridionales.

Le chemin parcouru par ces nappes préalpines est considérable. Mesuré sur les Alpes actuelles il atteint environ 80 kilomètres, mais si l'on essaye de développer les plis, de placer côte à côte dans leur position primitive ces masses qui sont actuellement superposées, on arrive à des valeurs dépassant plusieurs centaines de kilomètres. Si l'on contractait actuellement sur eux-mêmes les territoires méditerranéens entre Alger et les côtes de France, avec la même intensité que celle qui a présidé à la formation des Alpes, la chaîne qui se construirait ainsi ne dépasserait peut-être pas la largeur de nos montagnes entre la région mollassique suisse et la plaine du Piémont!

Nous pouvons nous demander maintenant jusqu'où se propagent, en profondeur, ces mouvements géants. Jusqu'ici aucune méthode ne nous permet de concevoir ce qui se passe exactement sous les massifs granitiques du mont Blanc et du Finsteraarhorn, par exemple. L'un et l'autre, cependant, sont victimes de plis couchés que les coupes de M. BALTZER, pour l'une des régions, et de M. RITTER, pour l'autre, ont bien mis en évidence. Ces plis sont localisés, mais l'on peut se demander, toutefois, s'ils n'appartiennent pas à une unité de plissement d'un ordre supérieur, tout comme les plis réguliers des Préalpes appartiennent cependant à une nappe de recouvrement. L'avenir nous réserve encore bien des surprises. Sachons attendre.

Dans l'intérieur de la chaîne la preuve peut être donnée de la continuité de ces mouvements en profondeur. De très grandes nappes de gneiss s'avancent très loin du sud vers le

nord. Tous les massifs cristallins du Monte-Leone, du Tessin, de l'Adula se terminent au nord par de grands plis couchés ou ne sont même que des fragments de ces grands plis. C'est ainsi que j'ai été amené, par la comparaison, à modifier la coupe discutée du massif du Simplon, qui, au lieu d'un entrelacement de plis, est formée au contraire par des plis énormes poussés uniformément vers le nord.

Ainsi les régions profondes des gneiss ont aussi été victimes des mêmes phénomènes. C'est là une conclusion dont l'importance théorique est considérable. Elle confirme cette règle fondamentale qui a présidé à la formation de la chaîne, à savoir l'existence de ces grands déplacements toujours dans le même sens.

Est-ce en surface, est-ce en profondeur que se sont propagées ces écailles de l'écorce terrestre? L'étude comparative nous montre tout d'abord qu'il n'y a de différence que la grandeur, entre un repli que l'on voit dans un caillou gros comme la main et la nappe de recouvrement qui peut se développer sur plus de cent kilomètres. D'autre part, les étirements de couches que l'on observe, la malléabilité totale qui a été l'une des propriétés fondamentales des couches entraînées, tout cela exige, durant le déroulement, l'existence de pressions considérables verticales. Ce n'est donc pas en surface que ces masses ont marché, mais en profondeur. Ce que nous voyons actuellement, ce pli dont nous devinons la charnière dans les majestueuses parois de la Jungfrau par exemple, s'est formé sous des masses énormes de matières.

Dans cette sorte de débâcle qu'a subi la croûte terrestre lors de la formation des Alpes, la résultante verticale du mouvement a été insignifiante par rapport à la poussée tangentielle. Si les Alpes ont eu 8000 mètres d'altitude, qu'est-ce que ce chiffre vis-à-vis de mouvements horizontaux dont l'ensemble dépasse peut-être deux à trois cents kilomètres? En outre, vis-à-vis du niveau de la mer, qui n'a du reste aucune signification dans le problème, le mouvement donnant lieu à l'empilement ne s'est pas nécessairement traduit dans le sens centrifuge, mais bien plutôt vers le centre du globe. De telle sorte que les grandes nappes se formant dans le sol, leur apparition en surface n'était pas une nécessité mécanique; l'ensemble aurait pu se trahir par un bombement général beaucoup plus faible, et, qui sait si le phénomène n'aurait pu être, à la rigueur, géographiquement invisible.

Heureusement, il n'en a point été ainsi. Une incurvation générale a suffi et la grande chaîne est sortie des flots, de

géologique elle est devenue géographique. Et ce qui nous frappe le plus, cette majesté incomparable des cortèges des hauts sommets, l'effet de l'altitude n'est que le parachèvement de la construction grandiose dont la charpente s'appuie dans des profondeurs inconnues de la lithosphère, charpente plus impressionnante encore, pour qui sait voir, que la délicate sculpture qui partout couvre l'édifice.

J'aimerais pénétrer avec vous plus avant dans ces grandes Alpes, j'aimerais vous montrer que l'étude de détail est tout aussi captivante que l'esquisse des grandes lignes, et j'aimerais surtout vous faire partager ce sentiment indéfinissable que le géologue ressent lorsqu'il contemple la grande œuvre d'un point choisi. Alors vous pourriez comprendre ce culte de la grande nature qui nous possède et que le poète a compris. EUGÈNE RAMBERT, ce littérateur national, cet homme qui a si bien décrit, chanté nos Alpes, parce qu'il les connaissait en savant et les admirait en poète, a condensé en quelques mots ce que je ne pourrais mieux dire¹ : « La nature, mère de la science, s'est réservée sur les Alpes un laboratoire où la main des hommes n'a rien arrangé ni rien dérangé, où le temps a pu faire son œuvre en paix et où elle travaille aujourd'hui comme elle travaillait il y a mille ans : un tel laboratoire vaut un temple. »

A propos de la conférence de M. LUGEON, M. SCHARDT constate que, depuis 1893, époque où il a émis l'hypothèse, considérant toute la zone de Préalpes du Stockhorn et du Chablais (Préalpes romandes) comme une nappe de charriage entièrement détachée de son gisement primitif, le problème ainsi posé a fait des progrès singulièrement rapides. Il a eu à défendre sa manière de voir contre les objections d'adversaires impitoyables, ce qui l'a obligé dans ses répliques de préciser davantage sa manière de voir. Il a montré en particulier que le mouvement de la nappe préalpine vers le nord et son arrivée dans sa position actuelle doit être en relation étroite avec l'existence de plis couchés dans la zone voisine des Hautes-Alpes calcaires. La nappe des Préalpes et des klippes a dû passer par-dessus ces plis ; autrement dit : c'est *le développement de ces plis, leur roulement vers le nord qui a transporté, charrié la nappe préalpine du S au N* après qu'elle fut juchée sur le dos du plus méridional de ces plis. En passant ensuite sur sa charnière frontale, elle fut jetée à cheval sur le Miocène et le Flysch. M. LUGEON, qui a été un

¹ EUGÈNE RAMBERT, Le voyage du glacier.

des adversaires de cette théorie, l'a adoptée en 1895 et lui a fait faire certainement plus d'un pas en avant¹. D'après la magistrale et très lucide conférence donnée par M. Lugeon à la première assemblée générale, les nappes des Préalpes et de la Brèche devraient être considérées comme dérivant de plis anciennement superposés à ceux des Hautes-Alpes, mais faisant partie du même système de plis que les lacets couchés des Hautes-Alpes. Le problème des Préalpes ne serait qu'un détail dans un phénomène général. Puisque les Préalpes sont aujourd'hui la nappe la plus avancée vers le N, ayant pourtant leur racine le plus au sud, il conclut que, plus une nappe dérivant d'un pli couché s'est avancée vers le N, plus sa racine doit être cherchée au sud. Cette loi est représentée par une figure schématique, empruntée à la situation telle qu'elle serait si l'on faisait passer un profil profond à travers le massif du Wildstrubel. Tout cela paraît clair, évident et incontestable ! Cependant M. Schardt trouve que cela ne cadre pas absolument avec les faits à lui connus ; il trouve que M. Lugeon force les choses par trop, bien qu'il soit plutôt porté à lui savoir gré des progrès qu'il a fait faire au principe énoncé en 1893, M. Schardt se voit forcé de faire opposition à cette généralisation d'une conception peut-être unique et qui, au surplus, lui paraît plutôt erronée.

En ce qui concerne le mouvement S-N que l'on constate dans la disposition des plis couchés, sur tout le versant N des Alpes, M. SCHARDT se déclare en complète harmonie d'idée avec M. LUGEON. Il y a plus de dix ans qu'il est entièrement convaincu *qu'il n'y a pas de double pli glaronnais, mais simple pli-nappe venu du sud*.

Il y a deux ans, à la suite de recherches faites dans la région entre les Diablerets et le Wiedstruhl, il a essayé de transformer les principaux profils géologiques de M. HEIM à travers les Alpes glaronnaises, en n'admettant qu'un seul pli venu du S. Il est arrivé à la conclusion que l'application de ce principe force à considérer tout le groupe du Sentis et toute la partie supérieure de la chaîne des Churfirsten (en amont de la zone de Flysch, continuation de celle de Riemenstalden) comme appartenant à un pli couché, supérieur à la nappe glaronnaise. Les soi-disant plis transversaux, décrits par M. BURCKHARDT, sont justement les lignes d'amorce de nouveaux plis se superposant aux autres et marchant vers le

¹ Plus récemment, c'est grâce à lui que M. Haug a également baissé pavillon en renonçant à l'éventail imbriqué composé et en adoptant la théorie des plis et nappes charriés.

N. Le même fait se retrouve entre les Dents-de-Morcles et le Wildstrubel, où le soi-disant pli transversal des Diablerets n'est autre chose qu'un nouveau pli couché qui se superpose à celui des Dents-de-Morcles. Il s'amorce à l'entrée du val Triquent sur Ardon et atteint son maximum d'amplitude aux Diablerets. Un troisième pli se superpose à celui-ci, celui du Wildhorn, qui forme la masse basale du Wildstrubel. Enfin une quatrième nappe, réduite à l'état de lambeaux, se trouve entre le Wildstrubel et le Wildhorn, au Rothhorn, au Rawilhorn, au Rohrbachstein et au Laufbodenhorn, sous forme de lambeaux synclinaux et sous forme d'une plaque assez étendue sous le glacier de la Plaine morte, etc. M. LUGEON a montré que cette nappe se continuait directement jusqu'à la zone des cols (partie interne des Préalpes). Sous ce rapport et notamment à propos du simple pli glaronnais, M. Schardt peut apporter à M. LUGEON la plus entière confirmation et peut se déclarer en parfaite sympathie d'idées avec lui.

Il n'en est pas de même quant à l'interprétation et la généralisation théorique des faits. La figure schématique, destinée à rendre intelligible le principe des plis du versant N des Alpes, représente ceux-ci comme une série de lacets superposés et bombés dans leur ensemble et gagnant d'envergure, les supérieurs recouvrant toujours complètement les inférieurs, pareillement aux lacets des helminthoïdes du Flysch. Cette loi, que l'on pourrait appeler celle des « plis helminthoïdes », n'a pas sa raison d'être ; elle est déduite d'une interprétation fautive et devra disparaître comme l'hypothèse des « plis en champignons ». Les divers plis qui se succèdent et se recouvrent entre les Dents-de-Morcles et le Wildstrubel naissent un à un au bord de la vallée du Rhône, c'est-à-dire ils n'existent pas au S de la vallée du Rhône.

L'apparition d'un nouveau pli ne prouve pas que le précédent doive nécessairement se continuer indéfiniment au-dessous. Les axes de ces plis sont obliques à la direction du front des Alpes ; ils traversent obliquement la chaîne pour arriver l'un après l'autre sur le bord des Alpes. Il est donc tout aussi possible et même probable que les plis recouverts s'éteignent successivement, remplacés qu'ils sont par les plis recouvrants. Cela est prouvé par la terminaison du troisième pli, celui du Wildhorn-Wildstrubel, qui repose sur le bord du Gasterenthal, en forme de lacet couché directement sur les terrains cristallins, sans aucune trace des deux plis (Diablerets et Dents-de-Morcles), que,

d'après la théorie Lugeon, on devrait trouver au-dessous ! Cette figure théorique est juste si elle doit représenter, comme profil collectif, tout ce qui s'accomplit entre les Diablerets et le Wildstrubel, soit sur près de 40 km. de longueur. Mais à ce titre elle ne doit pas être donnée comme exprimant une loi ; ce n'est qu'une simple curiosité. Le point de vue de M. SCHARDT est tout à fait conforme à ce que M. HAUG a appelé le relaiement des plis, en attirant l'attention sur le phénomène qui s'accomplit le long du val Triquent et du Col-de-Cheville.

Quant au mécanisme de l'évolution de ces plis, y compris le charriage préalpin, M. LUGEON tend à admettre que tout cela s'est accompli en grande profondeur et que l'entassement en profondeur de ces plis aurait produit le bourrelet alpin, tout comme cette intumescence aurait pu rester inaperçue, au cas où un enfoncement aurait compensé cet épaissement de l'écorce terrestre. M. SCHARDT est au contraire de l'avis que c'est là un phénomène superficiel. Le chevauchement des nappes préalpines sur les faciès helvétiques a précédé l'évolution des plis couchés dans ces derniers terrains ! C'est le déroulement de ces plis qui a produit le charriage, enlevant les nappes préalpines de leur racine et les portant vers le N.

Répondant à M. Schardt, M. LUGEON le remercie de son élogieuse et précieuse critique. A propos de *la coupe du Balmhorn aux Löhner*, il maintient sa manière de voir sur la superposition des nappes de recouvrement et sur leur tendance à leur déversement successif et progressif vers l'avant. Contrairement à l'exemple cité par M. Schardt, le Massif de Balmhorn n'a pas la disposition simple de couches régulièrement superposées de Nummulitique aux roches cristallines. Ce massif est en effet formé par un pli couché plongeant, peut-être même par deux plis couchés. La base seule est autochtone. Ainsi le sommet du Balmhorn est formé par du Lias supérieur, alors que dans les parois qui dominent la Dala on voit deux fois le Dogger. Au-dessus de ce ou de ces plis plongeants se trouve, dans la petite chaîne du Gellihorn, entre la route de la Gemmi et la vallée d'Uschinen, un nouveau pli frontal. Enfin le massif des Löhner sur Adelboden est lui aussi formé par un troisième pli frontal. Ainsi sur la même coupe on voit trois plis couchés superposés dont les têtes tendent à avancer d'autant plus vers le N qu'elles sont plus supérieures.
