

---

## NOTES

### SUR LA TECTONIQUE DES ALPES FRANÇAISES<sup>1</sup>

Par **W. KILIAN**,

Professeur à la Faculté des Sciences.

---

#### I. — Sur les relations de structure des Alpes françaises avec les Alpes suisses.

La structure de la portion des Alpes comprise entre l'Arve et le Rhin est actuellement, grâce aux beaux travaux de synthèse de M. Maurice Lugeon, expliquée d'une façon qui semble définitive, au moins dans ses grands traits.

Il est intéressant de rechercher si les grands accidents (plis à racines externes et plis à racines internes), signalés par notre éminent confrère suisse, se continuent dans les Alpes françaises et comment ils s'y comportent. Les lignes qui suivent résument les résultats auxquels nous ont conduit une étude attentive de la question et près de vingt années d'explorations sur le terrain ainsi que la lecture des travaux si remarquables de nos collègues de la Carte géologique de France.

I. Les plis dits *autochtones*, c'est-à-dire non charriés de M. Lugeon, prennent en France un grand développement du côté externe de la chaîne alpine. Ils comprennent la plus grande partie des chaînes

---

<sup>1</sup> Extraits des *C. R. Ac. des Sc.*, 28 septembre, 5 et 19 octobre 1903.

subalpines de la Savoie et du Dauphiné avec leurs plis-failles (Char-treuse, Vercors), leurs plis *hésitants*<sup>1</sup>, déversés tantôt vers l'Ouest, tantôt vers l'Est dans le Vercors et dont l'enracinement est clairement prouvé tant par la continuité de facies qui relie les sédiments de ces chaînes avec ceux des régions extra-alpines avoisinantes, que par la nature des dépôts détritiques de l'époque tertiaire qui s'y rencontrent. Cette zone, exempte de grands charriages, se poursuit par le Diois, les Baronnies, Moustiers-Sainte-Marie, jusqu'au Nord-Ouest de Grasse et de Nice, où elle prend, dans ce qu'on a récemment appelé les *Préalpes maritimes*, une structure particulière caractérisée par la fréquence des plis-failles déjetés vers le Sud.

*I bis.* A cette zone de chaînes *en place* il convient de rattacher les massifs cristallins des Aiguilles-Rouges, de Belledonne, de la Mure, dont la disparition au Sud de la Mure coïncide avec l'apparition d'une ligne de chevauchement séparant le Beauchaine du Diois (M. Paquier).

II. Si nous essayons de suivre, en France, les nappes (plis) à *racines externes* de M. Lugeon, nous arrivons aux conclusions suivantes :

a.) Un premier faisceau (*plis de Morcles, Diablerets, etc.*) a sa continuation, ainsi que l'ont excellemment fait voir MM. M. Bertrand, Ritter et M. Lugeon lui-même, dans l'extrémité sud du massif du mont Blanc et le mont Joly ; ces plis ont été charriés par-dessus la zone de Belledonne au Nord d'Albertville. Leur continuation méridionale comprend la zone isoclinale de Petit-Cœur-col de la Madeleine, avec les noyaux cristallins de Rocheray, des Grandes-Rousses et du Pelvoux qui paraissent en maints endroits n'être que les *racines* de plis couchés vers l'Ouest et enlevés par l'érosion. A ce faisceau appartient très probablement aussi la région à structure imbriquée<sup>2</sup> connue sous le nom de *zone du Gapençais*<sup>3</sup>, en partie chevauchée (Embrunais) par les plis du faisceau suivant et qui, comprenant l'aire synclinale de la Haute-Bléone et du Haut-Var, s'infléchit au Sud-Est vers le massif du Mercantour.

b.) Un deuxième faisceau, comprenant *les nappes glaronnaises* de

---

<sup>1</sup> Cette heureuse expression est due à M. Termier.

<sup>2</sup> Décrite par M. E. Haug.

<sup>3</sup> Nous avons créé ce terme en 1894.

M. Lugeon, a ses racines au Sud-Est du mont Blanc, dans le Va Ferret, et se poursuit en France par la bande isoclinale des Chapieux-Cormet d'Arèches-Moùtiers que continue indiscutablement la *zone des Aiguilles d'Arves* ou *zone du Flysch*. Représentée, entre le col de la Seigne et le Lautaret, par un simple faisceau isoclinal (racine possible de plis couchés, disparus ?) cette *bande présente au Sud du Pelvoux de grandioses phénomènes de charriage* qui atteignent leur maximum d'intensité dans l'Embrunais (E. Haug) et dans l'Ubaye (W. Kilian et E. Haug) et recouvrent en partie le faisceau *a* ; elle passe ensuite à l'Est du Mercantour où elle reprend la structure imbriquée isoclinale (col de Tende).

c.) Un troisième faisceau, celui qui a fourni les *Préalpes internes* de M. Lugeon, passe en France dans le voisinage du Petit-Saint-Bernard : il comprend le flanc ouest de l'*éventail houiller* de la zone du Briançonnais, les plis du versant ouest du mont Jovet, de Salins-Moutiers, des Encombres, du Grand-Galibier, tous isoclinaux et souvent imbriqués, puis, au Sud de la Guisane, présente les *nappes empilées et reployées* étudiées par M. Termier, et celles que nous avons décrites près de Guillestre et d'Escreins ; la structure isoclinale simple réapparaît ensuite dans les chaînes situées au Nord-Est de Meyronnes et de Larche.

*C'est à ce faisceau, ou même au précédent, qu'il convient d'attribuer les lambeaux de recouvrement de Sulens et des Annes en Haute-Savoie, rattachés par M. Lugeon à des plis plus intérieurs.*

III. Les plis à *racines externes* sont séparés en Suisse des nappes à *racines internes*, par un *système de grands plis couchés* affectant notamment les schistes lustrés du *Simplon*. La continuation de ces plis, en France, passerait à l'Est de la zone houillère, dans une région où les accidents sont actuellement (probablement par suite d'un phénomène *postérieur à la striction alpine*<sup>1</sup>) déversés vers l'Est. On doit, selon nous, leur rattacher les schistes plissés du sommet du mont Jovet et la « *quatrième écaille* » décrite par M. Termier dans le Briançonnais, qui ont leur origine dans la bordure occidentale de la bande des schistes lustrés.

IV. Quant aux nappes à *racines internes* de M. Lugeon, toutes

---

<sup>1</sup> Plissement en retour ou *Rückfaltung* (Heim).

issues d'une zone située au Sud, au Sud-Est et à l'Est de la zone des schistes lustrés, rien, dans l'état actuel de nos connaissances, n'autorise à supposer qu'elles aient existé dans les Alpes françaises, dont toutes les masses charriées signalées jusqu'à ce jour (Sulens, Annes, Ubaye, Embrunais. Briançonnais) appartiennent, ainsi que nous venons de le montrer, aux faisceaux des *plis à racines externes* si nettement définis en Suisse par M. Lugeon.

Nous croyons donc, avec M. Lugeon, que les Alpes françaises ne possèdent plus que des *témoins isolés* de l'ancien manteau de nappes charriées (plis couchés) qui les recouvrait, mais il semble bien, d'après certains indices, que ce manteau n'y possédait ni la complexité, ni l'importance qu'il atteignait dans les Alpes suisses et surtout à l'Est du Rhin.

## II. — Sur le rôle des charriages dans les Alpes delphino-provençales et sur la structure en éventail des Alpes briançonnaises.

Une étude attentive de la tectonique des Alpes delphino-provençales permet de formuler les constatations suivantes<sup>1</sup> :

a.) Il existe des passages nombreux et graduels entre les plis (anticlinaux) normaux et les plis-failles (*faille de Voreppe*, pli-faille de la montagne de Lure) comme entre ces derniers et la structure isoclinale imbriquée (Charmant-Som, Nord de Saint-Pierre d'Entremont, etc.) ; cette dernière passe à son tour fréquemment (Grand-Galibiercol de l'Eychauda, Escreins, Haute-Ubaye, etc.) et d'une façon très nette aux plis couchés et aux *nappes charriées* les mieux caractérisées. Ces modifications se produisent parfois le long d'un même axe anticlinal.

b.) Les *nappes de charriage* ne sont donc qu'une simple forme du plissement de l'écorce terrestre dont elles représentent un terme

---

<sup>1</sup> Plusieurs des faits énoncés dans cette Note ont été déjà signalés isolément par nos confrères et amis, MM. Haug, Lugeon et Termier ; en les présentant ici avec d'autres observations, dans un enchaînement logique qui nous a conduit à des conclusions nouvelles, nous tenons à rendre hommage aux beaux travaux de ces savants et à reconnaître le charme profond de leur amitié.

extrême ; leur production apparaît partout comme relativement récente, quoiqu'elles aient souvent subi elles-mêmes des *ploiements* et des ondulations subséquentes (exemple : environs de Guillestre, Briançonnais méridional).

c.) *Elles ne peuvent être considérées comme antérieures au plissement principal*, les traces d'une phase initiale de bossellement (dômes, cuvettes, etc.) étant manifestement prouvées [Dévoluy, Castellane<sup>1</sup>, etc.] dans les régions mêmes qu'ont affectées postérieurement les plis-failles et les autres accidents contemporains des charriages ou même antérieurs à ces derniers.

d.) Les massifs cristallins déjà plissés à l'époque hercynienne et repris, après une immersion souvent très longue, par les plissements alpins, ont eu parfois sur la propagation des charriages une influence incontestable en limitant l'extension horizontale vers les régions plus externes [absence des charriages et réduction de la structure isoclinale à l'Ouest de Belledonne, mais grand développement des plis couchés et charriés dans l'intervalle compris entre les massifs du Pelvoux et du Mercantour, coïncidence de la présence des klippes de Sulens et des Annes avec l'atténuation (abaissement des axes anticlinaux) de la zone cristalline de Belledonne vers le Nord et l'ennoyage de l'extrémité sud du mont Blanc] ; ils ont été *escaladés* par les plis couchés et ont, en les relevant ainsi, empêché le déroulement de ces plis vers des régions déprimées où ils auraient échappé à l'action destructive de l'érosion.

e.) Les régions dans lesquelles la structure isoclinale, imbriquée, règne exclusivement, ne sont souvent autre chose que les *emplacements des racines de plis couchés et charriés*, actuellement détruits par l'érosion. C'est le cas notamment en arrière des massifs cristallins qui avaient motivé un relèvement de ces nappes charriées (Moutiers en Tarentaise, Galibier, etc.).

f.) Toutes les masses charriées<sup>2</sup> des Alpes delphino-provençales proviennent manifestement (sauf quelques accidents minimes, des

---

<sup>1</sup> D'après MM. P. Lory et Ph. Zürcher.

<sup>2</sup> Les plus grands charriages constatés dans les Alpes delphino-provençales ne dépassent pas 35<sup>k</sup>m à 40<sup>k</sup>m. (On sait qu'en Suisse M. Lugeon cite des déplacements de 80<sup>k</sup>m.)

chaînon les plus externes) de plis couchés et déversés *vers l'extérieur* de la chaîne ; il en est de même pour la structure imbriquée.

g.) Les plis situés à l'Est de la zone axiale de *l'éventail alpin* ont une allure différente de ceux qui constituent le flanc occidental de cet éventail ; ils sont déversés vers l'intérieur de l'arc alpin, mais on n'y a point constaté de plis couchés et de charriages dirigés vers l'Est. Leur acuité paraît moins grande et les phénomènes d'étirement y sont moins accentués.

h.) On a signalé, au sommet de cet éventail asymétrique [que nous considérons<sup>1</sup> comme un massif central comparable à celui du Pelvoux, mais possédant encore en grande partie sa *couverture sédimentaire*], en Savoie (Lias plissé du mont Jovet, décrit par M. Bertrand) et dans le Briançonnais (4<sup>e</sup> *écaille* de M. Termier), des *paquets de couches plissées* paraissant provenir de *racines* situées plus à l'Est, c'est-à-dire dans une région où les plis sont actuellement déversés vers l'Italie.

### III. — Sur les phases de plissement des zones intra-alpines françaises.

Lorsque l'on analyse le détail des dislocations qui ont donné aux Alpes delphino-provençales leur structure complexe<sup>2</sup> telle que l'a parfaitement représentée M. Termier<sup>3</sup> en quatre coupes transversales récemment publiées, on est amené, en ce qui concerne les régions intra-alpines (zones du Briançonnais et du Piémont), à y voir la trace des phénomènes suivants<sup>4</sup> :

a.) Formation de plis imbriqués et *couchés* vers l'extérieur de la

---

<sup>1</sup> A. F. A. S. Congrès de Boulogne, 1899.

<sup>2</sup> Voir *Comptes rendus*, 28 septembre et 5 octobre 1903.

<sup>3</sup> *Bull. Soc. géol. de France*, 4<sup>e</sup> série, t. II, 1902, p. 411.

<sup>4</sup> Nous laissons ici de côté les mouvements et dislocations antérieurs à l'époque miocène, bien que la nature des galets qui composent les brèches et les conglomérats du Lias (brèche du Télégraphe) et de l'Éogène, montre *très nettement* qu'il a dû se produire, à différents moments des temps secondaires et éogènes, des bombements et des plis ayant donné prise à l'érosion des eaux marines et s'étant manifestés autrement que par des déplacements *intracorticaux*.

chaîne, « s'excaladant » les uns les autres, suivant l'expression si suggestive de M. Lugeon, accompagnés, notamment entre les massifs cristallins du Mercantour et du Pelvoux, de nombreux *charriages* (décrits par MM. Haug, Termier et par nous-même) et ayant déterminé parfois, dans leur « Vorland », une structure imbriquée très nette et dirigée dans le même sens.

Ces plis ayant intéressé les Flysch éocène et oligocène et chevauchant eux-mêmes des régions renfermant dans leurs parties externes des assises miocènes plissées (Diois et Baronnies) sont nécessairement postérieurs à la première moitié de la période néogène. Ils ont été précédés cependant de dislocations intenses, les conglomérats du Miocène supérieur subalpin (Voreppe, Bas-Dauphiné, etc.) contenant en galets la plupart des roches (granit du Pelvoux, quartzites du Triar, variolites, etc.) qui constituent ces zones intra-alpines et que des dislocations avaient donc, à cette époque, déjà fait affleurer en des points accessibles à l'érosion. On peut conclure aussi de ces faits que ces dislocations ne se sont *pas uniquement manifestées en profondeur* dans les régions intracorticales, mais qu'elles ont atteint la surface du sol.

b.) Nouvelle phase de striction, produisant le *repliement* des plis couchés précédents (a) et des nappes qui en dérivent, ainsi que nous l'avons démontré pour les montagnes situées entre Guillestre, Escreins et Vars, et comme M. Termier l'a fait voir pour la région qui sépare Vallouise de Briançon. Ces nappes reployées ont sans doute présenté, avant que l'érosion en ait fait disparaître une notable partie, une extension bien plus grande que celle que représentent les témoins que nous connaissons aujourd'hui.

c.) Phénomènes de *plissement en retour* « *Rückfaltung* », déterminés sans doute par un affaissement (décompression) des régions piémontaises et s'étant manifestés sur le côté *interne* seulement du bourrelet (arc) alpin constitué par les dislocations précédentes. Cette sorte de poussée au vide a produit une série de *plis secondaires*, déversés vers l'Italie (régions à l'Est de Modane, de Briançon, de Château-Queyras, de Maurin), notamment dans les *racines* du paquet de schistes liasiques plissés et charriés du mont Jovet et de la 4<sup>e</sup> *écaille* du Briançonnais dus aux *charriages* de la phase (a) et que l'érosion a ensuite isolés en arrière de leurs racines (désormais plissées en sens inverse).

Ces *plis en retour* se distinguent, ainsi qu'il ont fait remarquer divers

observateurs, par l'absence de charriages importants et par leur allure différente de celle des plis couchés de la première phase, tous déversés vers l'Ouest.

Ce n'est qu'à la suite de ces derniers mouvements que se dessine la *structure en éventail asymétrique*<sup>1</sup>, si caractéristique de nos Alpes françaises. L'éventail alpin présenterait ainsi, suivant que l'on considère les causes qui ont produit sa portion externe (ou occidentale pour les Alpes delphino-provençales) ou ses éléments internes (orientaux), une *dualité d'origine* tout à fait remarquable. Son existence n'apparaîtrait plus comme une anomalie dans le système alpin dont tous les éléments accusent si nettement une poussée dirigée vers l'extérieur de l'arc que décrit notre grande chaîne européenne.

---

<sup>1</sup> Mise en évidence, dès 1894, par M. Marcel Bertrand.