

GA Bibliothek d. Geol. Bundesanstalt
1031 Wien, Tongasse 12

14.507,80

8

Congrès géol. internat. de Vienne 1903.)

Les phénomènes de charriage dans les Alpes delphino-provençales.

Par

W Kilian.



VIENNE 1904.

Imprimerie Hollinek Frères, Vienne, III.

Les phénomènes de charriage¹⁾ dans les Alpes delphino-provençales.

Par W. Kilian.

Sommaire :

- I. Introduction et esquisse historique. Différentes conceptions du phénomène de „charriage“; équivoques regrettables.
- II. Liaison génétique et existence de termes de passage entre les plis normaux, les plis-failles, la structure imbriquée, les plis couchés et les nappes de charriage. Le charriage a suivi et non précédé le plissement initial; il en est l'exagération. — Nappes reployées; mouvements successifs.
- III. Répartition, dans les Alpes delphino-provençales, de la structure imbriquée et des charriages. Rôle résistant ou directeur des noyaux hercyniens. Passages des „nappes“ à la structure imbriquée (au Galibier etc.)
- IV. Comparaison avec les récentes découvertes du Prof. Lugeon dans les Alpes suisses. — Continuation des „racines“ externes de la Suisse au S. du Mt. Blanc. — Les charriages de l'Ubaye correspondent probablement à la nappe supérieure de Glaris; les „écaïlles“ et plis couchés de Guillestre et du Briançonnais correspondraient alors aux Préalpes internes, ainsi que les „Klippes“ des Annes et de Sulens. Absence de traces de nappes à „racines internes“ dans les Alpes delphino-provençales.
- V. Résumé; le processus des charriages n'est pas un phénomène distinct du plissement; Caractères de détail du phénomène dans les Alpes du Dauphiné et de la Haute Provence.
- VI. La „quatrième écaïlle“ de M. Termier; Dualité d'Origine de l'éventail axial des Alpes françaises: il résulte: a) de la formation et de l'empilement de plis couchés vers l'O.; b) de la production ultérieure de „plis en retour“ (Rückfaltung) qui ont produit le déversement vers l'E. de ses éléments orientaux. — Arguments et preuves à l'appui de cette conception.

¹⁾ Nous nous reprocherions de ne pas rappeler ici les travaux désormais classiques de M. Marcel Bertrand, qui dès 1884, eut le premier l'idée de faire intervenir dans la structure des Alpes les grands charriages horizontaux et que suivirent, en une rapide et riche succession, les beaux mémoires de MM. H. Schardt, M. Lugeon, L. Duparc et Ritter, E. Haug, P. Termier, Ph. Zürcher

I.

L'existence de phénomènes de charriage dans les Alpes delphino-provençales a été mise en lumière par une série de travaux récents¹⁾ et peut être considérée désormais comme un fait acquis à la science. Il ne peut venir à l'esprit d'aucun des géologues qui ont étudié de près les régions si curieuses de l'Ubaye, du Briançonnais ou de l'Embrunais de manifester le moindre doute sur les superpositions

et tant d'autres auxquels nous devons de posséder aujourd'hui une connaissance, pour beaucoup de points définitive, de nos Alpes. — Nous n'oublions pas non plus que nos premiers pas dans l'étude si difficile de la tectonique alpine, furent guidés par Ch. Lory, puis par des Maîtres aimés tels que MM. Marcel Bertrand, Potier et Michel-Lévy dont nous nous rappelons avec une profonde gratitude les précieux enseignements.

Les considérations qui sont réunies dans cette note représentent notre opinion personnelle sur la structure des Alpes françaises, telle qu'elle résulte des progrès rapides qu'a faits depuis vingt ans la connaissance géologique de cette région et notamment des nombreuses et amicales discussions que nous avons eues sur les lieux même avec nos confrères MM. P. Termier et E. Haug. Nous conserverons toujours le souvenir de ces échanges de vues dont nous avons tiré le plus grand profit et qui comptent parmi les moments les plus lumineux de notre carrière; il nous est particulièrement agréable d'avoir ici l'occasion de rappeler avec une vive reconnaissance leur féconde utilité et leur constante cordialité.

Nous regrettons de ne pas partager entièrement la manière de voir de notre sincère ami M. Termier qui vient de publier sur la même question un travail dans lequel des choses si justes sont dites avec tant de charme et tant d'élévation et dans lequel se trouve posé avec un grand talent un problème dont il nous pardonnera de proposer une solution un peu différente de la sienne.

Il convient aussi de mentionner ici la belle étude de M. Diener sur les Alpes Occidentales (*Der Gebirgsbau der Westalpen*, Vienne 1892) qui constitue un tableau très fidèle de nos connaissances avant la dernière phase par laquelle a passé la géologie alpine; cette remarquable synthèse a servi plus d'une fois de point de départ à nos recherches récentes.

¹⁾ E. Haug et W. Kilian. Lambeaux de recouvrement de l'Ubaye. (Bull. Soc. de Statistique de l'Isère, c. r. de la séance du 14 nov. 1892) id. C. Rend. Ac. des Sc. 31 déc. 1894; — Annales Univ. de Grenoble. 3^{me} trim. 1895; C. Rend. Ac. des Sc. 14 février 1898; C. Rend. Collab. Serv. Carte géol. de France pour 1901 (1902); id. pour 1902 (1903) etc., etc.

P. Termier. Sur les terrains cristallins etc. . . . des Montagnes de l'Eychauda etc. et: „Les Nappes de Recouvrement du Briançonnais.“ (Bull. Soc. géol. de France, 3^{me} série, tome XXIII [1896] et tome XXVII [1899].)

E. Haug. Compte Rendu des Collaborateurs. Feuille de Gap. . . . 1898 et 1902. (Bull. Serv. Carte géol. de France.)

W. Kilian. Nouvelles observations géologiques dans les Alpes delphino-provençales. (Bull. Serv. Carte géol. de France, tome XI, Nr. 75 [1900].)

P. Termier. Quatre coupes à travers les Alpes franco-italiennes. (Bull. Soc. géol. de France, 4^{me} série, tome II, 1902.)

anormales qui s'y rencontrent pour ainsi dire à chaque pas. Si les massifs de recouvrement de l'Ubaye dont M. Haug et l'auteur de ces lignes signalaient, dès 1892, la prestigieuse ampleur et auxquels ils ont consacré depuis lors une série de notices détaillées, ne sont plus contestés par personne; si les „nappes“ superposées du Briançonnais, si suggestivement décrites par M. Termier, le colossal charriage du Flysch de l'Embrunais, découvert et minutieusement précisé dans ses détails par M. Haug, le déroulement et les ondulations de nappes anticlinales superposées que nous avons nous même fait connaître ¹⁾ dans les montagnes de Guillestre, de Saphie, d'Escreins et de St.-Crépin doivent être admis sans conteste, on s'aperçoit facilement que la signification de ces accidents et le mécanisme qui leur a donné naissance ne sont pas compris de la même façon par les divers auteurs et qu'il règne, notamment en ce qui concerne le terme et la conception du „charriage“, une regrettable équivoque. Alors que plusieurs ne voient, en effet, dans ce phénomène qu'une conséquence et une forme extrême du plissement, d'autres le considèrent comme un processus spécial dû à une sorte de „décollement“ et de glissement des couches (Schardt²⁾) ou bien encore ayant accompagné ou même précédé le plissement véritable. (Marcel Bertrand.³⁾)

En effet, M. Schardt, auquel s'est rallié pendant quelque temps M. Lugeon, a imaginé, pour expliquer l'existence de grandes masses charriées sur le bord externe des Alpes suisses, dont il a le premier révélé l'existence, une sorte de décollement s'étant produit dans les parties élevées de la chaîne, pendant sa formation, c'est-à-dire pendant le plissement, et qui aurait été suivi d'un formidable glissement sur un plan incliné, glissement que l'auteur fait également intervenir dans la formation des brèches éogènes ⁴⁾ des Alpes suisses. Les nappes elles mêmes se seraient plissées dans le cours de ce glissement ou postérieurement.

Peu après, M. Marcel Bertrand fit connaître une autre conception du „charriage“: dans un mémoire important ⁵⁾ consacré aux grands charriages et aux déplacements du pôle, l'éminent Maître de

¹⁾ W. Kilian. Bull. Serv. Carte géol. de France Nr. 75 (1900).

²⁾ H. Schardt. Origine des Préalpes romandes. (Ecl. géol. Helv. IV, 1893, p. 149.)

³⁾ Comptes-rendus Ac. des Sc. tome CXXX (1900). Séances du 29 janvier et du 5 février.

⁴⁾ L'existence de relations entre ces phénomènes de glissement avec la formation des brèches du Flysch a été victorieusement réfutée par M. Haug, puis par M. Lugeon.

⁵⁾ Réunion d'une suite de notes parues dans les C. Rend. Ac. des Sc.; tome CXXX, 29 janvier, 5 et 19 février 1900.

l'Ecole des Mines de Paris étudie — en prenant pour point de départ des phénomènes de recouvrement découverts par lui dans le bassin houiller du Gard — le mécanisme des déformations de l'écorce terrestre et arrive, à la suite d'une démonstration ingénieuse et séduisante, à constituer une théorie de la formation des chaînes de montagnes. Le mécanisme qu'il imagine — lequel, quoique extrêmement plausible, ne doit peut être pas, malgré les calculs employés pour l'établir, être considéré comme ayant fatalement et nécessairement fonctionné — présente les grands charriages comme une phase normale se produisant au cours de la formation des chaînes de montagnes: le „redoublement“ des couches par charriage suivrait nécessairement la production du géosynclinal précurseur de la formation de toute chaîne montagneuse: le plissement ne ferait que se superposer en quelque sorte au phénomène précédent qui n'en serait ni la conséquence ni l'exagération.

Dans une première conception de la structure du Briançonnais, M. Termier¹⁾ semble avoir adopté cette manière de voir: il admet l'existence de plusieurs „écaillés“ ou nappes charriées qui se seraient superposées avant le plissement de cette région et ne voit là qu'un cas particulier des grands charriages „qui se produisent périodiquement à la surface du globe“.

Mais les récentes découvertes de M. Lugeon, en révélant l'existence d'une série de „racines“ auxquelles le savant et génial géologue de Lausanne a pu rattacher les diverses nappes charriées de la Suisse ont eu pour effet, ainsi que nous le faisons prévoir en 1901 (Bull. Soc. géol. de France, 4^{me} série, tome I, Réunion dans le Chablais), de ramener la conception du processus du charriage à une simple exagération du phénomène de plissement. La brillante et très remarquable synthèse de M. Lugeon²⁾ explique en effet mieux qu'aucune autre et d'une façon qui satisfait pleinement l'esprit la plupart des particularités jusqu'alors inexplicables des Alpes Suisses, et cela sans faire intervenir aucun mécanisme autre que la formation de grands plis couchés plus ou moins laminés et reployés „s'escaladant“ les uns les autres vers le bord externe de l'Arc alpin.

Il importe enfin de remarquer que dans une récente hypothèse concernant la structure des Alpes françaises, exposée avec un grand talent et dans laquelle M. Termier imagine une grande nappe de charriage, la „vraie nappe“, système complexe, dont il ne resterait actuellement aucun témoin dans toutes les Alpes delphino-proven-

¹⁾ Termier. Bull. Soc. géol. de France, 3^{me} série, tome XXVII, 1899.

²⁾ Lugeon. Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse. (Bull. Soc. géol. de France, 4^{me} série, tome I. p. 723.) 1901.

çales et qui aurait joué le rôle de „rouleau écraseur“, le charriage se serait produit après le plissement principal et non avant ou en même temps que lui, comme le supposaient les hypothèses antérieures du même auteur et comme le demanderait semble-t-il la théorie de M. Marcel Bertrand. Les grands plis couchés de la Suisse ou du moins une bonne partie d'entre eux ne seraient pour M. Termier que „des plis roulés sous la véritable nappe“ de charriage et non pas l'équivalent de cette „vraie nappe“ qui leur serait supérieure. Il ne faut pas oublier que l'hypothèse de cette immense translation dont il ne reste pas le moindre lambeau est basée uniquement sur un fait isolé: l'existence dans les montagnes du massif de Prörel d'un „lambeau de poussée“ paraissant venir d'un point situé à l'Est de Briançon et dont la présence pourrait du reste s'expliquer autrement (voir plus loin). car la nature même des lambeaux de Prörel n'indique point une provenance lointaine, et une de ces assises les plus caractéristiques (brèche à Micaschistes du Flysch) se rencontrant dans des plis plus occidentaux de l'éventail (Cros près Guillestre, etc.).

L'on peut se demander pourquoi, s'il a passé sur les Alpes des masses si considérables venant de l'Est et capables de déformer l'éventail alpin dans les proportions qu'admet M. Termier, ces mêmes masses n'ont pas eu pour effet de modifier l'allure de santiclinaux situés à l'E. de Briançon, si régulièrement déversés vers l'Italie et qui n'accusent aucune trace de „retroussement“. Il est bien possible que l'allure „écrasée“ du sommet de l'éventail si bien mise en évidence par M. Termier, soit due, comme le pense ce dernier à des plis couchés, aujourd'hui enlevés par l'érosion, sauf le petit lambeau de l'Eychauda-Prörel, mais il n'y a pas lieu d'admettre que ces nappes aient été autre chose que des trainages limités de même nature que les grands plis couchés signalés en Suisse par M. Lugeon ayant leurs racines dans un voisinage relatif, et ni de supposer qu'ils datent d'une période postérieure à ces derniers. On ne s'explique pas non plus¹⁾ la provenance de telles nappes émanées des zones les plus intérieures des Alpes, ni la cause qui aurait déterminé leur translation vers l'Est, postérieurement au plissement principal de l'axe alpin. Enfin M. Lugeon a démontré, dans son admirable travail synthétique, que ce sont les nappes „à racines

¹⁾ L'intervention de ces „nappes“ hypothétiques semble — malgré les nombreux arguments par lesquels le fin connaisseur de la géologie alpine qu'est M. Termier s'applique à justifier leur existence — procéder, inconsciemment peut-être, d'une conception élevée à l'état d'axiome, c'est qu'il ne peut pas ne pas y avoir eu de ces grands déplacements horizontaux „qui se seraient produits périodiquement“ à la surface du globe. Or c'est là précisément ce qu'il faudrait démontrer.

internes⁴ qui se sont formées les premières. Or l'hypothèse de M. Termier — qui cependant paraît inspiré par le désir d'accorder les faits observés dans les Alpes françaises avec le mécanisme si lumineusement reconstitué par notre confrère de Lausanne pour les Alpes Suisses — fait arriver en dernier lieu, et après la formation de l'éventail et des nappes briançonnaises, les „vraies nappes“ qu'il suppose émanées du bord interne des Alpes.

Il n'est dès lors pas inutile, on le conçoit, d'examiner, en ce qui concerne les Alpes delphino-provençales, quelle est celle de ces conceptions que paraissent corroborer les faits observés et dépouillés de la part d'hypothèses dont on les a entourés. Les lignes suivantes résument ce qui peut-être affirmé à cet égard.

II.

Il y a longtemps déjà que M. Heim et son école¹⁾ ont mis en évidence et rendues classiques la liaison d'origine et les transitions qui rattachent entre eux les simples voûtes anticlinales, les plis isoclinaux et les plis-failles (failles inverses); nous avons nous-même montré²⁾ dans le cas très simple et très net de la montagne de Lure comment le même effort de striction diversement accentué le long d'une même ligne peut produire d'abord un simple bombement anticlinal (E. de Lure), puis un pli déversé, un pli-faille et un chevauchement (portion centrale de Lure). Il serait facile de citer dans nos Alpes et principalement dans les chaînes subalpines bien d'autres exemples du même genre; nous ne rappellerons qu'un des plus connus, la „faille de Voreppe“, dans le massif de la Grande Chartreuse, qui présente tous les intermédiaires entre un chevauchement sans flanc inverse, un pli-faille (pli rompu) avec flanc inverse conservé, et passe au Nord de la gorge du Frou et au S. du Vercors à un anticlinal à allure normale³⁾.

Les plis-failles dérivés des anticlinaux sont devenus à leur tour des „plans de glissement“ (Encombres-Galibier, Charmont-Som, N. de St. Pierre d'Entremont, etc.) qui, lorsqu'ils sont isoclinaux et répétés, donnent lieu à la structure imbriquée (Schuppenstruktur),

¹⁾ Heim. Mechanismus der Gebirgsbildung, et surtout: Heim et de Margerie. Les Dislocations de l'écorce terrestre. (Die Dislokationen der Erdrinde.) Zürich, Wurster, 1888.

²⁾ Kilian. Description de la montagne de Lure. Paris 1889. (Annales des Sc. Géol.) — Livret-guide Congr. géol. 1900. Exc. XIIIc, p. 6—7.

³⁾ Kilian. Livret-guide Congr. géol. 1900. Exc. XIIIa. V, aussi Kilian et Matte. Excurs. géol. Dauphiné (Trav. Lab. géol. Univ. Grenoble, t. VI).

bien connue par les lignes que lui a consacrées Ed. Suess (Antlitz, tome I. p. 149), et deviennent, lorsqu'ils se rapprochent de l'horizontale, des „plans de charriage“ isolant entre eux des „nappes de recouvrement“ ou „écailles“. Les nappes de charriage passent, en effet, toujours dans nos Alpes (lorsqu'on les suit dans la direction voulue) à des plis normaux ou à la structure imbriquée isoclinale. C'est ce que l'on observe avec évidence pour les nappes du Briançonnais, lorsqu'on étudie leur continuation au Nord de la Guisane¹⁾ ou vers le col de Larche, et pour les nappes de l'Ubaye, lorsqu'on les suit à l'E. du Mercantour et vers le Col de Tende.

On est en droit d'affirmer, par conséquent, que l'on connaît actuellement des passages graduels conduisant du pli anticlinal normal au pli-faille et à la structure imbriquée et de cette dernière aux lames de charriage les mieux caractérisées.

Cette constatation nous mène logiquement à l'importante conclusion suivante: le charriage a suivi et non précédé l'effort initial de plissement.

Nous savons du reste²⁾ que la forme de dislocations qui correspond à la phase de plissement minimum (initiale) est la forme en dômes et en cuvettes synclinales. C'est cette forme qu'ont produite les efforts prénummulitiques dans les Basses-Alpes³⁾ et le Dévoluy⁴⁾, c'est elle que montrent les saillies antétriasiques des environs de la Mure (Isère⁵⁾), c'est elle encore qu'ont produite sur le pourtour des Alpes (Montfort²⁾) (Basses-Alpes) environs de Montélimar⁶⁾) et sur les plateaux du Jura (Avoudrey⁷⁾) les derniers échos affaiblis de la striction alpine.

Les phénomènes de charriage ne peuvent donc pas être considérés comme ayant précédé le plissement, ni comme une phase préliminaire nécessaire de ce plissement, puisque dans un grand nombre de cas il est possible de prouver que les plissement proprement dits n'ont fait que compliquer et accentuer des dômes et des brachyanticlinaux résultant d'une première déformation, phase initiale laquelle n'a rien qui rappelle, même de loin, les charriages et les recouvrements.

¹⁾ Kilian. Livret-Guide. Congrès géol. de 1900; Exc. XIIIa, p. 26. Termier. Bull. Soc. géol. de France, 4^{me} série, tome 2, p. 416.

²⁾ Kilian. Le brachyanticlinal de Montfort. (Bull. Soc. géol. de France, 3^{me} série, tome XXV n. 491.) 1897.

³⁾ D'après M. Ph. Zürcher (environs de Castellane). (Bull. Serv. Carte géol.)

⁴⁾ D'après M. Pierre Lory.

⁵⁾ id.

⁶⁾ D'après M. V. Paquier.

⁷⁾ D'après nos propres observations.

On peut affirmer par contre que cette phase préliminaire de bossellement a parfois été suivie postérieurement de plusieurs efforts de striction. Il en est ainsi dans le bassin de la Durance: la disposition des plis couchés reployés sur eux-mêmes (aux environs de Guillestre par exemple) montre en effet jusqu'à l'évidence qu'il y a eu dans la zone du Briançonnais deux phases de plissement successives: la première et la plus intense a produit de grands plis couchés qui se sont déroulés, escaladés et empilés en laminant leur flanc inverse; la seconde a ondulé et même plissé le système ainsi produit. Néanmoins, ces deux derniers efforts, tous deux postoligocènes, appartiennent à la même grande phase des plissements alpins proprement dits, dont ils doivent être considérés comme de simples épisodes ¹⁾.

On verra la suite que l'influence de massifs anciens pré-existants et déjà plissés (hercyniens) sur le développement, l'ampleur et la destruction par l'érosion des plis couchés et des charriages paraît avoir été très importante.

III.

La répartition de ces diverses formes de dislocations et, notamment, celle des nappes de charriage, des „écaillés“ et des plis couchés dans les Alpes delphino-provençales est très instructive.

Sans avoir à aucunement nous prononcer ici, malgré tout ce qu'a d'ingénieux, de sérieusement étudié et de vraisemblable l'exposé du génial professeur de Lausanne sur les détails d'agencement des systèmes de plis couchés imaginés par M. Lugeon pour rendre compte de la structure des Alpes suisses, nous ne retiendrons pour le moment que le fait incontestable du développement grandiose qu'atteignent dans ce pays de grands plis couchés „s'escaladant“ les uns les autres et réalisant ainsi une disposition qu'on pourrait appeler avec MM. Lugeon et Heim un „surchevauchement“ (Überüberschiebung).

¹⁾ Il est curieux de remarquer que dans les Alpes de la Haute Provence la structure imbriquée de la „Zone du Gapençais“ et les charriages de l'Ubaye-Embrunais sont manifestement postérieurs, non seulement aux dômes prénummulitiques, mais encore, aux plis E—O des régions subalpines (St. Geniès) d'âge antéoligocène (E. Haug) et même à certains plis postérieurs au Miocène inférieur qu'ils ont recoupés. Il résulte de cette constatation que les phases de striction du plissement „alpin“ ont été multiples, successives et se sont continuées jusqu'à une époque relativement récente (Pliocène?). Les éléments lithologiques (galcts) contenus dans les conglomérats oligocènes (Basses-Alpes) etc.; montrent du reste nettement quel existait dès l'Eocène supérieure des saillies anticlinales faisant affleurer le Granite et le Trias des zones alpines.

Il convient de considérer désormais comme un fait capital pour la structure des Alpes helvétiques, l'existence de ces nappes, provenant de racines externes et internes, diversement reployées et étirées, et l'absence — en dehors d'elles — de toute nappe de charriage qui ne puisse être ramenée à des plis couchés ou qui soit antérieure au plissement alpin. Ce régime, qui comprend le Chablais et le Faucigny, s'étend vers le SO jusqu'à la vallée de l'Arve et la dépasse même notablement.

Les beaux travaux de MM. Marcel Bertrand et E. Ritter sur l'extrémité méridionale du massif du Mont Blanc ont fait voir en effet, que le développement des grands plis couchés se poursuit dans les Alpes françaises; les racines en sont situées en arrière de la zone Aiguilles Rouges-Belledonne jusque vers Beaufort. A ces plis couchés se rattachent les lambeaux du Chart-du-Beurre, du Crest-Volant, etc., étudiés par M. Ritter. Dans les zones externes, les lambeaux exotiques des Annes et de Sulens témoignent également d'un charriage, mais peuvent être très plausiblement attribués à des plis couchés dont les racines isoclinales aujourd'hui „décapitées“ seraient à rechercher dans la zone à structure imbriquée qui s'étend au N-O de Moutiers en Tarentaise et continue vers le col de la Seigne la zone des Aiguilles d'Arves et du Briançonnais.

Cependant, au Sud d'une ligne Bourg-St.-Maurice-Albertville-Anancy, on n'a signalé, malgré les explorations détaillées dont ces régions ont fait l'objet, aucune dislocation qui témoigne de grands charriages et de déplacements horizontaux comparables aux nappes (plis couchés) de la Suisse, du Chablais et du Mont Joly, et ce n'est que dans le bassin de la Durance que réapparaissent, avec le „Flysch charrié“ de l'Embrunais, les „écaillés“ du Briançonnais et les „recouvrements“ de l'Ubaye, la trace de phénomènes analogues. Il est intéressant d'examiner de près ces différentes régions.

A. Entre une ligne transversale aux Alpes reliant la Vanoise et le Mt. Jovet à Albertville et Rumilly et une autre ligne également transversale reliant le Monétier-de-Briançon à la Mure et Valence, il faut signaler l'absence complète des phénomènes de charriages.

Dans les chaînes externes (subalpines) de cette section les dislocations les plus énergiques sont de simples plis-failles (Beauges, Chartreuse, Vercors), dont certaines, comme celles du massif de la Chartreuse, sont notablement inclinées sur l'horizon et constituent de véritables chevauchements. Certains de ces accidents sont dirigés vers l'intérieur de la chaîne ¹⁾ (bord E. du Vercors; environs de Varcès, de

¹⁾ Recherches de MM. Kilian et P. Lory.

Monteynard et de la Motte-les-Bains [Isère]), mais on ne relève dans ces régions aucune trace de charriages proprement dits ni de plis à longs cheminements. Il est intéressant de faire ressortir que ce régime coïncide avec l'existence, à l'E. des chaînes subalpines, des massifs cristallins de Belledonne et des Grandes Rousses, qui semblent bien, comme l'admet aussi M. Termier, avoir opposé à la propagation de la poussée E. O. une résistance efficace.

Il convient également de faire remarquer que, du reste, le caractère détritique et la nature lithologique des éléments dont se composent certains dépôts tertiaires subalpins (conglomérats éocènes et oligocènes de Barrême, conglomérats miocènes du Bas-Dauphiné, etc.) suffisent à convaincre les plus sceptiques de la nature autochtone de ces chaînes; le développement harmonieux des facies des dépôts mésozoïques¹⁾ dans tout le Sud-Est de la France exclut également toute velléité de considérer comme exotiques aucune des portions de nos chaînes subalpines du Dauphiné et de la Haute Provence²⁾. La nature autochtone des chaînes subalpines dauphinoises est encore péremptoirement prouvée par la liaison évidente des leurs couches tertiaires (Sables éocènes, oligocène saumâtre et mollasses miocènes) avec ceux de la vallée du Rhône et aussi par le passage du Tithonique supérieur subalpin au Purbeckien, à la Cluse de Chaille (Savoie).

Sur le bord externe de la chaîne cristalline de Belledonne, les étirements sont nombreux, il est vrai (d'après M. P. Lory), mais on n'y constate aucune trace de charriage horizontal.

Dans les zones plus internes de la section considérée, les plis-

¹⁾ On n'accorde généralement que trop peu d'importance aux arguments tirés de cet ordre de considérations. Il nous semble cependant qu'elles constituent un criterium précieux pour contrôler les hypothèses souvent trop hardies auxquelles peut conduire la pratique trop exclusive de la tectonique. La tectonique, qui n'existerait pas sans la stratigraphie, ne peut en effet, se passer de ce contrôle; aussi nous semble-t-il étrange de voir M. Lugeon (loc. cit. p. 727) écrire ces lignes quelque peu paradoxales: „Les faits tectoniques surtout ont fait ma conviction, tant leur valeur est supérieure aux arguments stratigraphiques“, alors que le même auteur reconnaît avec raison quelques pages plus loin la haute portée des considérations de facies émises par M. Haug au sujet des Préalpes et des Hautes Alpes calcaires suisses.

Ce sont des arguments de cette nature qui nous empêchent d'admettre, pour la Provence, l'existence d'une nappe de charriage unique de provenance lointaine.

²⁾ Les beaux travaux de M. Haug sur l'évolution du géosynclinal mésozoïque des Alpes delphino-provençales, pendant les époques liasique, medio- et suprajurassique, ceux de M. Paquier pour le Crétacé en constituent une démonstration éclatante.

failles, la structure isoclinale et imbriquée¹⁾ (environs de Moutiers en Tarentaise, région du Grand-Galibier) sont nettement prononcés; des plis très déversés existent dans le massif du Pelvoux (d'après M. Termier), des paquets repliés et étirés existent au sommet du Mont Jovet (M. Bertrand), mais, malgré la forte présomption qu'entraîne la présence de faisceaux isoclinaux imbriqués, racines possibles de plis couchés importants, nulle part nous n'avons à signaler de nappes de charriage ou de plis couchés à long cheminement qui aient échappé à l'action de l'érosion et nous aient été conservés.

B. Il en est autrement au Sud de Belledonne et surtout au Sud du Massif du Pelvoux au Midi d'une ligne Monétier-de-Briançon—la Mure—Valence; nous voyons ici apparaître les traces indiscutables des dislocations les plus intenses.

Si nous considérons d'abord les chaînes externes de ce tronçon méridional de nos Alpes, ce n'est que dans les régions de ces chaînes les plus éloignées de l'axe alpin, c'est-à-dire dans le Diois occidental et la chaîne Ventoux-Lure que se rencontrent exceptionnellement des plis-failles et des chevauchements dirigés vers le N. (Lure) ou vers l'O. (Montagne d'Angèle). Nous constatons avec netteté en outre que la structure imbriquée (en écailles) atteint, dans la portion orientale de ces chaînes externes, son maximum d'intensité dans la région (zone du Gapençais) qui est située en avant de l'intervalle que laissent entre eux les massifs du Pelvoux et du Mercantour: en effet, si du Diois occidental, nous nous rapprochons des Grandes Alpes, nous sommes frappés du fait que tous les accidents sont déversés vers l'O. Nous voyons se dessiner d'abord, dans le Diois oriental, sur les limites du Beauchaine, la ligne de chevauchement de Bonneval d'âge postoligocène, décrite par M. Paquier, à laquelle font suite au S-E les „Ecailles“ répétées du Gapençais, dont nous devons la connaissance à M. Haug²⁾. Ce régime spécial se poursuit au S-E par les environs de Castellane et de Soleilhas,

¹⁾ Il importe de remarquer avec M. Lugeon que rien n'empêche dans beaucoup de cas, de voir dans ces régions isoclinales et imbriquées les racines relativement droites et pour ainsi dire „décapitées“ d'une série de plis couchés dont la portion charriée aurait totalement disparu par l'effet de l'érosion. (Lugeon, loc. cit. p. 817.) — Cela paraît être le cas notamment pour la zone isoclinale qui s'étend du Col de la Seigne et du Petit St. Bernard à Moutiers et au Galibier, et en général en arrière des massifs cristallins qui avaient du motiver un relèvement notable des nappes charriées, lorsque celles-ci existaient.

²⁾ Ces écailles, très inclinées sur l'horizon, n'ont pas le caractère rigoureusement isoclinal qui distingue les „racines“ de plis couchés; en outre, elles portent la trace de plis E-O antérieurs (d'après E. Haug).

faisant le tour de l'aire synclinale du Haut-Verdon et de la Haute Bléone à allures plus tranquilles qu'accidentent quelques dômes infracrétacés (Allos) ou suprajurassiques (Bouchier¹). Ajoutons que dans une zone plus extérieure encore, dans ce qu'on a appelé récemment les „Préalpes maritimes“, c'est-à-dire dans la portion des chaînes subalpines qui font face aux Maures et à l'Estérel, on voit se développer des dislocations analogues: structure imbriquée, plis déversés vers le S., dont MM. Zürcher et Guébbard ont étudié l'allure et dont ce dernier a fait connaître avec une louable minutie les moindres accidents de détail. Il semble qu'il y ait là l'ébauche avortée de la formation de plis couchés vers le S., et cette structure particulière doit sans doute sa cause à l'existence rapprochée (au S.-S.-E) des massifs résistants anciens des Maures et de l'Estérel.

Considérons maintenant les chaînes internes situées au Sud du Monétier-de-Briançon:

„L'„enracinement“ de la portion axiale de la zone²) du Briançonnais, outre qu'il ressort avec évidence malgré l'existence d'importants refoulements vers l'Ouest, de la continuation de cette zone vers le Nord et de l'apparition constante, dans la partie méridionale, de larges anticlinaux de quartzites (La Blachière [Ubaye], E du Veyer [Queyras] dans sa zone médiane, apparaît comme irréfutable par suite de l'existence manifeste de charnières anticlinales tournées vers l'extérieur, de part et d'autre de cet axe (cette disposition est bien visible entre Vars et Abriès), et par suite aussi de la distribution des facies passant graduellement à l'E. comme à l'O. à ceux, si différents dans leur ensemble, des zones voisines.

La partie occidentale de cette zone du Briançonnais, qui a été distinguée par M. Haug sous le nom de „sous-zone des Aiguilles d'Arves“ et que M. Termier appelle „zone du Flysch“, est particulièrement intéressante au S. de la Guisane. Bien que chevauchée par les „écailles“ (plis couchés) de Vallouise et de Guillestre, comme elle l'est plus au Nord par les plis imbriqués du Galibier et comme elle chevauche elle-même les „terres noires“ jurassiques de l'Embrunais, cette bande synclinale de dépôts éogènes quoique certainement chevauchée à l'E. par des plis plus intérieurs et se poursuivant sous ces derniers assez loin vers l'Est, ne nous paraît pas cependant devoir se prolonger souterrainement sous les Alpes Briançonnaises jusqu'à l'aplomb de Briançon.

¹) W. Kilian. C. R. Ac. des Sc. et Feuille Digné (S.E.) de Carte géol. détaillée de la France (1:80,000).

²) Cette dénomination a été créée en 1892 par M. Diener.

comme le pense M. Termier¹⁾. En effet, immédiatement au Nord du Briançonnais, cette bande affecte le caractère d'un simple synclinal en V déversé vers l'O., dont les bords ne présentent aucune trace de charriage (St-Julien-de-Maurienne); il se poursuit ainsi en diminuant de profondeur (Crève-Tête près Moutiers) jusqu'en Tarentaise où il se décompose au N. de Moutiers en plusieurs petits synclinaux en V séparés par des anticlinaux de roches mésozoïques (environs de Roselend).

Mais une continuité manifeste, et que nul ne peut nier rattache, dans le sens transversal aux plis, les masses de Flysch charrié de l'Embrunais et de l'Ubaye aux nappes décrites près de Vallouise par M. Termier et ces dernières au Flysch isoclinal à structure imbriquée du Galibier, qui lui-même se continue indiscutablement par les dépôts éogènes des Aiguilles d'Arves, de St-Julien-en-Maurienne, du Cheval-Noir et de la Tarentaise, ces derniers se révélant comme de simples replis synclinaux nullement charriés.

Au Sud-Est les masses de recouvrement de l'Ubaye semblent également s'incurver et passer, à l'E. du Massif cristallin du Mercantour, à un ensemble isoclinal déversé vers le S. à structure imbriquée (Col de Tende)²⁾ analogue à celui du Galibier.

Ainsi dans les zones alpines internes, nous voyons avec netteté, au S. de la Guisane, le faisceau isoclinal imbriqué du Galibier dérivant lui-même des plis normaux du Massif des Encombres, se transformer graduellement (Col de l'Eychauda) en une série de plis couchés (nappes) à long cheminement, s'avancant et s'empilant vers l'Ouest dont les plus internes sont les „Ecailles“ décrites par M. Termier entre Briançon et Vallouise et dont la plus extérieure constitue la base du „Flysch charrié“ décrit par M. Haug. Ces charriages ont leur plus grande ampleur dans l'Embrunais et dans la région de l'Ubaye (MM. M. Kilian et Haug) ainsi³⁾ que dans les Montagnes comprises entre Guillestre, Vars, Escreins et le Col des Ayes (M. Kilian); au SE, dans la Haute Ubaye, les plus internes passent à des plis normaux;

¹⁾ Nous avons publié (Assoc. fr. pour l'Avanc des Sc. Congrès de Boulogne, un profil schématique de la zone du Briançonnais — qu'il est intéressant de comparer avec les coupes réelles éditées depuis lors — et où nous figurons bien le prolongement vers l'E. de ce synclinal sous les plis-couchés du Briançonnais sans toutefois le pousser jusque sous le Houiller de Briançon.

²⁾ Voir la coupe qu'ont donnée de cette région MM. Franchi et Baldacci. (Boll. del R. Comitato geol. 1900, Nr. 1.)

³⁾ Où ils ne dépassent pas vers le S—O et le S. une ligne jalonnée par les localités de Savines, Pontis, Ubaye, le Laverq, Sestrières, Talon, le Col de Granges-Communes.

les plus externes existent encore à Argentera (Italie), mais ils vont en s'atténuant vers le S-E et cette atténuation coïncide avec l'apparition du massif cristallin du Mercantour.

On voit donc nettement que ces déplacements horizontaux atteignent dans l'état actuel de leur conservation, leur maximum comme l'ont montré nos travaux et ceux de M. Haug dans l'intervalle compris entre les massifs du Mercantour et du Pelvoux et à ce maximum¹⁾ correspond vraisemblablement un charriage qui ne dépasse pas trente ou quarante kilomètres.

Le rapide examen que nous venons de faire de la répartition des charriages et de la structure imbriquée dans les Alpes delphino-provençales, entre l'Arc et l'Ubaye, nous a amené à constater l'influence manifeste que semblent avoir eue sur leur développement (ou tout au moins, dans certains cas, sur leur conservation au dessous du niveau atteint par la dénudation) la présence ou l'absence des massifs centraux cristallins déjà anciennement plissés par les efforts hercyniens et repris, après une immersion souvent très longue, par les plissements alpins; cela est particulièrement net pour le massif de Belledonne, extérieurement auquel les accidents font totalement défaut et qui constitue un bon exemple de cette résistance du „Vorland“ à la propagation de la striction; cela semble également évident pour le Pelvoux et le Mercantour dans l'intervalle desquels nous voyons les faisceaux imbriqués de la zone du Briançonnais se coucher et se transformer en de vastes charriages et la structure imbriquée du substratum se poursuivre vers l'Ouest jusqu'à Digne et Castellane.

Il semble que ces massifs auxquels les plissements antéhouillers avaient donné préalablement une plasticité moins grande aient fait obstacle à la propagation et au développement du charriage et des plis que M. Termier désigne si justement par le terme de „plis à long cheminement“. Ainsi se manifeste clairement l'influence des noyaux hercyniens contenus dans certains faisceaux à axe surélevé des plis alpins sur la structure définitive des Alpes françaises.

Cependant certains de ces massifs hercyniens, comme le Pelvoux, tout en formant obstacle au cheminement des nappes plus intérieures, ont été eux-mêmes énergiquement plissés à l'époque des mouvements alpins; l'incurvation brusque de quelques unes de leurs têtes anticlinales, signalée par M. Termier, peut faire supposer qu'ils ont eux-mêmes été „escaladés“ par de grands plis couchés provenant probablement

¹⁾ La disparition successive des nappes vers le Sud Est est particulièrement nette entre Escreins, Vars, Maurin et Larche.

des zones voisines du Flysch et du Briançonnais, et qui les ont déversés, vers l'Ouest.

Dans les régions où un abaissement des plis des massifs cristallins correspond à la disparition („énoyage“) momentanée de ces derniers, les nappes charriées se sont déroulées dans des régions déprimées ou elles ont été généralement, au moins partiellement, épargnées par l'érosion et c'est dans ces points privilégiés qu'il convient d'en rechercher les vestiges. C'est le cas, par exemple, pour les lambeaux des Annes et de Sulens qui sont situés en avant d'une sorte de dépression transversale correspondant à l'énoyage du Mont-Blanc et à la saillie encore très faible de la zone Mégève—Belledonne qui, plus au S. où elle a plus d'importance, a formé obstacle à la propagation des nappes. C'est également le cas pour les masses charriées de l'Embrunais et de l'Ubaye entre le Pelvoux et le Mercantour, soit que le cheminement des plis ait été plus grand dans ces intervalles où aucun noyau hercynien résistant ne gênait leur développement, soit que l'érosion ait été moins forte dans ces portions déprimées de la chaîne et y ait laissé substituer ce qu'elle enlevait ailleurs. Les faits observés par MM. Haug et P. Lory sur le bord méridional du Pelvoux et qui accusent une forte inflexion (vers le NE.) en arc de cercle du bord de la masse charriée nous font toutefois incliner vers la première de ces hypothèses.

Le rôle passif des massifs hercyniens a été également constaté en Suisse par M. Lugeon, à la géniale sagacité duquel il ne pouvait échapper (loc. cit. p. 813); il avait, du reste, déjà frappé M. Baltzer.

IV.

Nous croyons, 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'E. du Rhin. Il est utile, en outre pour éviter des malentendus et faciliter la compréhension de ce qui suit de rappeler que pour nous, comme pour notre collègue suisse, chacune des ces „nappes“ peut comprendre, comme celles de la Suisse, plusieurs écailles ou plis couchés.

Examinons maintenant les rapports qui existent entre les „nappes“ reconstituées, par notre ami de Lausanne et les éléments tectoniques des Alpes savoyardes et delphino-provençales:

A. Les nappes du Mont Joly font partie de ce que M. Lugeon appelle les nappes „à racines externes“ : il semble inutile de discuter cette assimilation qui paraît définitivement établie. Il s'en suit que les plis isoclinaux de la bande Beaufort-Petit-Cœur-Col de la Madeleine-Grandes-Rousses qui continuent au Sud le faisceau du Mont-Joly, sont l'homologue et la continuation des racines des plus extérieures des „nappes à racines externes“ (Nappes de Morcles, des Diablerets, des Hautes Alpes vaudoises et bernoises etc. . . .) de M. Lugeon, mais aucun lambeau situé à l'O. ne permet d'affirmer que ces racines correspondaient, au S. d'Albertville, à des „nappes à long cheminement“ comme d'ailleurs aucun fait n'autorise à prétendre le contraire¹⁾.

B. La zone plus interne, imbriquée et isoclinale à affleurements éogènes: Chapieux-Cornet d'Arèches-Crève Tête-Niélard-Montricher-Aiguilles d'Arves, suite de la portion externe de la zone du val Ferret, est reliée au S. par une incontestable continuité (v. plus haut) aux recouvrements des environs d'Embrun. Les lames et le Flysch charrié de l'Embrunais et de l'Ubaye sont donc l'homologue et la continuation probable des nappes glaronnaises rangées également dans les nappes „à racines externes“.

C. La zone plus interne encore, qui comprend le Petit-St. Bernard, l'amygdaloïde de Montfort, le Mont Jovet, le Galibier et les „nappes briançonnaises“ ainsi que les plis situés à l'E. de Guillestre, est elle-même extérieure à la zone des Schistes lustrés et aux plis couchés du Simplon et du Mont Rose; il en résulte que les charriages qui en émanent correspondent, en Suisse, à la zone interne des Préalpes, qui dériverait en partie de la portion E. de la zone du val Ferret ou de la bande houillère qui lui succède à l'E. et que M. Lugeon considère encore comme faisant partie des nappes „à racines externes“²⁾.

D. Quant aux grands plis couchés de la zone du Simplon, ils ne seraient représentés en France que par la 4^{me} écaïlle de M. Termier et par le Lias du Mont-Jovet.

Les plis et nappes à „racines internes“ (nappe des Préalpes médianes, nappe des brèches et du Rhaeticon) de M. Lugeon, ne

¹⁾ Quant aux „Klippes“ des Annes et de Sulens que M. Lugeon assimile aux nappes „à racines internes“ (Préalpes médianes), elles paraissent bien plutôt correspondre aux Préalpes internes; c'est à dire à des plis encore rangés dans les Nappes à racines externes.

²⁾ C'est dans cette bande qu'il conviendrait de rechercher, à notre avis les racines des „Klippes“ de Sulens et des Annes si bien décrites par Maillard puis par MM. Haug, Lugeon et Ch. Sarasin.

paraissent donc pas exister dans les Alpes delphino-provençales; notre éminent confrère suisse semble avoir démontré que leur origine se placerait au S. du massif du Mont Rose et un peu au N. de la zone d'amphibolites d'Ivrée, c'est à dire dans une bande intérieure à la zone des Schistes lustrés et qui n'est plus représentée, au S. de la ligne Modane-Turin, que par les montagnes qui bordent la plaine piémontaise (Torre Pellice, Orta) et qui ne semblent pas avoir le caractère de „racines“. M. Termier, dans sa brillante conception, suppose, il est vrai, l'existence de ces nappes, mais nous croyons avoir montré tout ce que cette reconstitution a d'hypothétique. Il n'y a du reste, pensons nous, aucune raison pour que le nombre des plis charriés reste le même du Rhaeticon à la Durance, M. Lugeon ayant fait ressortir d'une façon magistrale que ces accidents sont sujets à disparaître et à se „relayer“. Leur nombre, leur amplitude et leur niveau (elles paraissent s'enfoncer de plus en plus à l'E. du Rhin) varient considérablement de la Suisse occidentale au Vorarlberg et au Rhaeticon; nous ne voyons pas pourquoi une variation analogue mais inverse ne se produirait pas de la Suisse à la Durance et à la Méditerranée.

V.

D'autres conclusions découlent de ce qui précède:

Rien ne permet, dans ce que nous connaissons des Alpes occidentales, de considérer les phénomènes de charriage comme produits par un processus distinct et indépendant du plissement; nulle part ces phénomènes n'ont précédé la phase principale du ridement, bien que parfois (Guillestre, Ubaye) ils aient été certainement suivis et compliqués de plissements ultérieurs. M. Lugeon abandonne du reste catégoriquement, dans son dernier et important travail p. 724 et p. 775), la conception de „grands plissements“ faisant des charriages un phénomène spécial, et c'est avec une vive satisfaction que nous le voyons tirer de ses ingénieuses observations la conclusion que nous en avons déduite nous-même dans une communication faite en septembre 1901 à Thonon devant la Société géologique de France, à savoir que ces accidents rentrent dans les résultats normaux de la contraction tangentielle et des efforts de plissement.

Cette proposition ne paraît pas devoir être limitée aux Alpes delphino-provençales: nous croyons que nulle part dans les Alpes les charriages ne peuvent être séparés des manifestations classiques des efforts de plissement; ils ne sont, à notre avis, qu'une forme extrême des plis couchés et doivent être considérés comme le terme ultime des dislocations engendrées par la striction orogénique; rien n'autorise

à les séparer des diverses formes du plissement auxquelles ils se rattachent par des intermédiaires et dont ils ont tous les caractères. Nous avons vu, en effet, que même le Flysch charrié de l'Embrunais avec ses nombreuses intercalations anticlinales reemployées se rattache, lorsqu'on le suit vers le N-E sur le bord S. et S-O du massif du Pelvoux, à un faisceau de plis imbriqués (Eychauda, Galibier), dont le flanc occidental montre des brèches éogènes (Lautaret) contenant des débris des schistes cristallins sur lesquels il s'appuie¹⁾ et attestant ainsi leur liaison intime avec le substratum autochtone.

Les lames ou écailles dérivées des plis couchés s'empilent „s'escaladent“ fréquemment, suivant l'heureuse expression de M. Lugeon et viennent „déferler“ comme des vagues sur les zones plus extérieures; elles présentent une série d'accidents accessoires tels que disparition locale et étirement du flanc inverse, „nourissage“ des charnières²⁾, disparition locale du noyau anticlinal étiré en „cha-pelet“ et réduit temporairement à une simple „cicatrice“ (Région de l'Ubaye; Kilian et Haug). Mais ce ne sont là que des faits secondaires qui n'enlèvent rien à la netteté avec laquelle se présentent dans leur ensemble les phénomènes dont nous venons de tenter le groupement synthétique.

Les cas indiscutables de charriages dans les Alpes delphino-provençales se réduisent donc à des déplacements horizontaux qui ne dépassent pas, entre Gap et Châteauroux, une trentaine de kilomètres au maximum³⁾. Ces charriages sont accompagnés dans leur „Vorland“ d'une structure isoclinale accentuée avec imbrication fréquente des plis (Région entre Gap et Digne).

Au S-E et au N-E ils passent eux-mêmes à de simples faisceaux isoclinaux également imbriqués, qui se résolvent à leur tour en plis normaux.

Tous ces plis couchés ne sont, à tout prendre, que des accidents⁴⁾ plus ou moins importants dans le côté externe du même bourrelet alpin témoignant de l'intensité très grande d'une poussée unique dirigée vers le bord subalpin. Aucun d'eux n'émane,

¹⁾ Ce fait est admis également par M. Termier.

²⁾ Observées par M. Haug et par moi. La région frontale des plis couchés supérieurs de l'Ubaye accuse en effet, au Morgon, une grande complication, jointe à une épaisseur des couches sensiblement supérieure à celle qu'elles montrent dans le voisinage de leurs racines.

³⁾ En Suisse, M. Lugeon, estime à 79--90 kilomètres la distance qui sépare les plus importantes de ces nappes frontales de leurs racines.

⁴⁾ Qui ont pu se produire partiellement en profondeur, ainsi que l'ont fait voir MM. M. Bertrand et Lugeon.

en ce qui concerne notre région, du côté interne¹⁾ de ce bourrelet alpin²⁾ (versant italien des Alpes).

Remarquons également que tous ces charriages sont dirigés vers l'Ouest, le S-O et le N-O, c'est-à-dire vers la région externe (périphérique) de l'arc alpin.

Ce n'est que dans certaines parties des chaînes externes (O. de Belledonne, O. du Diois) occupant une situation particulière à l'abri d'importants massifs hercyniens, et éloignées de la région axiale de nos Alpes affectée par ces charriages, dans ce que M. Termier a appelé très heureusement la „région des plis hésitants“, que se rencontrent des plis-failles et des plis déversés vers l'E. ou le N-E.

VI.

Ces considérations nous amènent à la conception suivante:

Malgré ce qu'a d'infiniment séduisant, de logique et de grandiose la récente théorie de M. Termier, il semble que la présence de sa „quatrième écaille“³⁾, comme celle des paquets de Lias plissé du Mont Jovet⁴⁾, au sommet de l'éventail axial alpin puisse s'expliquer assez naturellement sans l'intervention d'une phase de très grand charriage absolument hypothétique, qui serait survenue après la constitution de l'éventail alpin et des plis couchés du Briançonnais. Il suffit pour cela d'admettre que les plis de cette région étaient primitivement tous déversés vers l'Ouest (y compris la 4^{me} Ecaille et le Lias du Mt. Jovet) et que la formation — à l'E. d'une zone considérée aujourd'hui comme axiale — de plis déversés vers l'Italie (E. de Briançon) s'est produite postérieurement sous l'effet d'une autre cause (affaissement ou décompression du bord interne des Alpes) par suite de la formation de „plis en retour“, mécanisme désigné depuis longtemps par M. Heim sous le nom de „Rückfaltung“. L'érosion ultérieure aurait

¹⁾ La 4^{me} écaille elle-même ne peut provenir, comme l'indiquent les faciès des terrains qui la composent que d'un point peu éloigné de Briançon, comme le pense aussi M. Termier. On verra plus loin comment nous en expliquons l'origine.

²⁾ Assurément l'érosion a fait disparaître un certain nombre de ces nappes, mais nous avons montré plus haut combien il faudrait mêler l'hypothèse aux faits connus pour admettre, dans notre région l'existence de plis à racines internes qui seraient aujourd'hui complètement détruits.

³⁾ „Aucune théorie“, a écrit récemment ce savant, „n'est recevable pour l'explication de la structure du Briançonnais si elle ne rend compte de l'origine de la quatrième écaille.“

⁴⁾ Décrits par M. Marcel Bertrand.

alors isolé la 4^{me} écaïlle de sa racine, déformée et déversée vers l'E. par ces plissements, en somme secondaires et postérieurs à la striction principale.

Cette hypothèse nouvelle, outre qu'elle explique l'absence, dans les plis de la zone du Piémont¹⁾, de charriages dirigés vers l'E. et la prédominance remarquable et exclusive, dans toute la chaîne, des accidents poussés et charriés vers le bord externe de l'arc alpin²⁾, pourrait peut être un jour s'accorder avec une explication du régime spécial (déjà signalé par M. Suess) qu'affectent les dislocations dans les zones calcaires (Dinarides) du bord intérieur (périadriatique) des Alpes orientales où se montrent des effondrements et des coulées éruptives et où dominent les plis relativement simples et les failles dénotant une striction bien moindre que celle qui a produit les zones centrale et externe des Alpes, avec leurs charriages et leurs recouvrements. Par elle, on comprend également pourquoi aucun des plis déversés vers l'Italie ne montre le retroussement vers l'O. et la déformation qui semblerait cependant nécessairement devoir exister dans l'hypothèse de M. Termier.

Enfin elle écarte la difficulté qu'il y aurait à comprendre nettement la raison déterminante des transports vers l'E., après le plissement alpin, de nappes aussi considérables que celles que suppose M. Termier et dont l'existence elle-même n'a été imaginée par ce savant que pour expliquer les déformations et le déversement vers l'Ouest des plis autochtones de l'éventail alpin et du Pelvoux.

En résumé, nous voyons dans la structure si complexe des Alpes delphino-provençales la trace des phénomènes suivants tous postérieurs aux phases de bossellement et de plissement anténummulitiques et antémiocènes :

Ia. Formation de grands plis imbriqués et couchés vers l'extérieur de la chaîne, accompagnés, notamment entre les massifs du Pelvoux et du Mercantour, de „surchevauchements“ et de nombreux charriages et ayant déterminé dans leur „Vorland“ une structure imbriquée très nette dirigée dans le même sens (zone du Gapençais).

Ib. Nouvelle phase de striction produisant le repliement de ce plis couchés et des nappes qui en dérivent (Montagnes entre

¹⁾ M. Termier a très justement fait remarquer (Bull. Soc. géol. 4^{me} série, tome II) le contraste frappant qui existe entre la forme et le régime des plis situés à l'E. de l'arc de l'éventail et l'allure qu'ils ont à l'O. de cet axe.

²⁾ Le double pli glaronnais formait une exception à cette règle; l'abandon de cette conception par son auteur même est un des plus beaux succès qui aient couronné les démonstrations si lucides et si documentées de M. Lugeon.

Briançon et Vallouise, Guillestre) et dont une grande partie est actuellement détruite par des érosions ultérieures¹⁾.

II. Phénomènes de plissement en retour ou de „Rückfaltung“ déterminés par un affaissement des régions piémontaises²⁾ et se manifestant seulement sur le côté interne du bourrelet (arc) alpin ainsi constitué; cette sorte de „poussée au vide“ produit une série de „plis en retour“ déversés vers l'Italie (notamment dans la racine de la 4^{me} Ecaille) et ainsi se dessine la structure en éventail asymétrique si caractéristique de nos Alpes françaises³⁾.

Toute cette structure a pu se produire dans l'intérieur d'un épais manteau de Flysch sans se trahir au dehors autrement que par la formation d'un énorme bourrelet suivi de la production à l'Est d'un aire déprimée, origine et cause de la „Rückfaltung“.

Cet éventail⁴⁾ manifesterait ainsi, suivant que l'on considère les causes qui ont produit sa portion externe (O., N-O et N.) ou ses éléments internes⁵⁾ (E., S-E et S.), une dualité d'origine tout à fait remarquable et sur laquelle nous croyons intéressant d'attirer l'attention de nos confrères.

Nous avons comparé, en 1899⁶⁾, la zone houillère du Briançonnais à un „massif central encore revêtu de sa couverture sédimentaire“. Cette conception subsiste dans notre nouvelle hypothèse, malgré la production de „plis en retour“ que nous invoquons pour rendre compte de la formation de „l'éventail Briançonnais“.

¹⁾ C'est-peut être à ce moment seulement, comme le pense M. Lugeon, que le relief alpin a commencé à se dessiner à l'extérieur autrement que par de vagues bombements de la lithosphère quoique la composition des conglomérats oligocènes (Molasse rouge, grès d'Annot) prouve nettement l'existence d'affleurements granitiques, triasiques etc. dans la région à l'Epoque éogène.

²⁾ Dans lesquelles les terrains antéhouillers occupent une altitude bien moindre que dans les massifs centraux du Pelvoux, de Belledonne etc., puisqu'ils n'existent guère qu'en profondeur (v. Termier loc. cit. p. 480) la plupart des gneiss de cette région étant permo-carbonifères.

³⁾ Il s'agirait alors non plus d'une déformation de l'éventail alpin postérieurement à la production des plis couchés, comme le suppose M. Termier, mais bien de la formation même de cet éventail aux dépens de ces mêmes plis et par suite de la naissance, dans le flanc normal des plus orientaux d'entre eux, de plis accessoires déversés en sens contraire par suite de la poussée au vide.

⁴⁾ Voir les belles coupes récemment publiées par M. Termier. (Bull. Soc. géol. de France, 4^{me} série, tome II, pl. XII et XIII.)

⁵⁾ Une étude tectonique compétente et attentive du bord intérieur des Alpes exécutée dans un esprit synthétique rendrait assurément de grands services.

⁶⁾ Association Fr. pour l'Avanc des Sc. Congrès de Boulogne.

Le massif du Pelvoux, avec le déversement uniforme de ses plis vers l'O., pourrait avoir en effet, s'il avait conservé sa couverture sédimentaire et si la formation d'une importante dépression, ou un fort effondrement en arrière de lui avait provoqué la production de „Plis en retour,“ exactement la même structure que celle que présentent actuellement les Montagnes comprises entre Cézanne et Vallouise.