
SUR LA GÉOLOGIE
DES ENVIRONS DE CASTELLANE
(BASSES-ALPES)

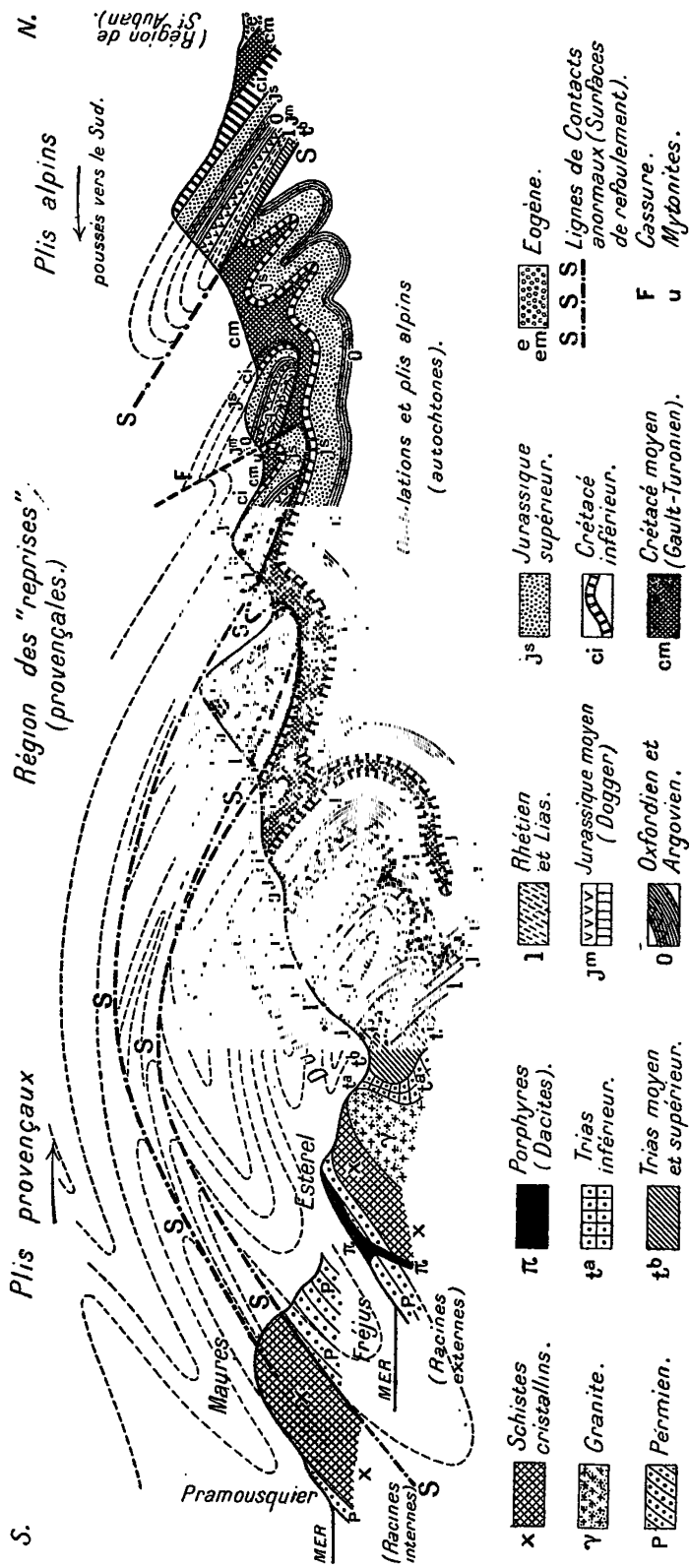
Par M. W. KILIAN,
Correspondant de l'Institut,
Professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble,
Et M. Antonin LANQUINE,
Préparateur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

**I. — Sur les complications tectoniques de la partie sud-est
des Basses-Alpes (région de Castellane) ¹.**

En vue de la préparation de la feuille d'Avignon, au 1/320.000, de la Carte géologique de la France, nous avons fait séparément, depuis plusieurs années, un certain nombre d'observations dans la partie sud-est des Basses-Alpes. Dans le but de comparer ces études et pour arriver à une compréhension satisfaisante des accidents compliqués, figurés par M. Ph. Zürcher sur la première édition de la feuille de Castellane au 1/80.000, nous avons effectué en commun quelques courses dans cette région. Les recherches ainsi faites nous conduisent à une interprétation tectonique des environs de Castellane qui se trouve,

¹ Voir *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. CLXI, p. 93 (séance du 2 août 1915).

Fig. 1 REPRÉSENTATION SCHEMATIQUE DE LA STRUCTURE DES "PRÉALPES MARITIMES".



S. Plis provençaux

Région des "reprises"
(provençales.)

N. Plis alpins
poussés vers le Sud.

Pramousquier

Mayres

Estérel

Fréjus

(Racines internes)

(Racines externes)

Discontinuités et plis alpins
(autochtones).

x Schistes cristallins.

γ Granite.

P Permien.

π Porphyres (Dacites).

ta Trias inférieur.

tb Trias moyen et supérieur.

1 Rhétien et Lias.

jm Jurassique moyen (Dogger)

0 Oxfordien et Argovien.

js Jurassique supérieur.

ci Crétacé inférieur.

cm Crétacé moyen (Gault-Turonien).

e Eogène.

S-S-S Lignes de Contacts anormaux (Surfaces de refaiblement).

F u Mytonites. Cassure.

d'ailleurs, en parfait accord avec l'interprétation de même ordre donnée précédemment par M. Léon Bertrand et l'un de nous ¹ pour la partie adjacente des Alpes-Maritimes, et par l'autre pour la tectonique de la Basse-Provence ².

L'étude attentive des accidents, de direction générale Ouest-Est, qui se trouvent au Sud et à l'Est de Castellane, révèle, entre autres particularités, l'extension d'une grande nappe de terrains secondaires charriés, d'origine pyrénéo-provençale, ultérieurement remaniée, rompue et *reprise* par des poussées alpines plus

¹ Léon Bertrand et Antonin Lanquine, cf. *Comptes rendus Ac. Sc.*, t. CLVI, 16 juin 1913, p. 1857; t. CLVIII, p. 376, 2 février 1914; t. CLVIII, 18 mai 1914, p. 1460.

² W Kilian, *Remarques sur la Tectonique de la Basse Provence*, in *C. rend. Collab. in Bull. Serv. Carte géol. de la France*, n° 110, 1906, p. 171.

NOTA. — La figure ci-jointe (fig. 1) est destinée à faire comprendre l'interprétation que nous proposons; nous croyons devoir faire remarquer que c'est un simple *schéma* qui ne correspond à aucun point particulier, mais dans lequel nous avons réuni sur un même profil, en les simplifiant, des complications en réalité réparties sur plusieurs coupes parallèles.

Nous nous attendons à quelques critiques de détail; ces dernières ne sauraient néanmoins en aucune façon infirmer notre manière de voir qui nous semble la seule qui puisse rationnellement expliquer tous les accidents et toutes les complications tectoniques de la région considérée, en particulier la coexistence de cassures verticales et d'accidents tangentiels, la fréquence des zones broyées et des « mylonites », ainsi que la répartition de certains facies sédimentaires.

L'un de nous a lui-même consacré un grand nombre de ses observations à combattre les exagérations de la conception des charriages, lorsque celle-ci paraissait appliquée sans preuves suffisantes et avec une ampleur qui lui semblait encore injustifiée à certaines parties des Alpes françaises; s'il croit devoir adopter pour les environs de Castellane et les Préalpes Maritimes, comme il l'a fait pour la Provence, l'interprétation qu'on vient de lire et qui s'harmonise si bien avec la géniale *synthèse des Alpes Suisses* proposée par M. Lugeon, c'est uniquement parce que de longues années d'explorations dans les Basses Alpes et des réflexions prolongées ont entraîné sa conviction.

La plupart des faits de détail signalés par M. le D^r Adrien Guébard, ainsi que les tracés cartographiques si précis de ce géologue, peuvent d'ailleurs facilement rentrer dans le cadre général de notre interprétation et être expliqués sans difficulté dans l'hypothèse que nous venons d'exposer; cette dernière a en outre l'avantage de faire comprendre mieux que toute autre les principales particularités de la géologie provençale et de s'accorder avec les résultats récents des recherches tectoniques dans toute la région du Sud Est de la France.

ou moins accentuées qui ont déterminé des accidents généralement dirigés Nord-Ouest — Sud-Est.

Plusieurs conséquences résultent de cette rencontre des deux systèmes de plissement :

1° La rupture de la nappe et sa segmentation en plusieurs séries d'anticlinaux jurassiques (faux synclinaux) et de synclinaux crétacés de plus ou moins d'importance;

2° Une disposition en gradins, pour ainsi dire, des divers segments échelonnés du Sud au Nord et disposés, en quelque sorte, *en cascade* (v. fig. 1);

3° Au voisinage de la partie frontale, en certains points, les segments de la nappe ont été *chavirés* (v. fig. 1) sous l'influence des poussées alpines, ce qui exagère la disposition déjà plongeante des digitations les plus avancées vers le Nord;

4° En s'éloignant de la partie frontale, vers le Sud, on peut observer, au contraire, des ondulations de la nappe dont les ruptures méridionales témoignent d'assez faibles répercussions alpines et dont la direction arrive à épouser presque complètement celle du mouvement provençal antérieur; des accidents transversaux (au Sud de Rougon) sont en outre attribuables à cette phase orogénique préoligocène.

Le maximum de complications se trouve réalisé aux abords mêmes de la ville de Castellane. En effet, plusieurs chevauchements s'y montrent, dont la netteté ne peut faire de doute, mais dont l'analyse est délicate. Les observations que nous avons faites sur les contacts qui limitent de toutes parts le massif Destourbes-Le Roc, dont la continuité d'une rive à l'autre du Verdon est évidente, ainsi que l'avait vu M. Ph. Zürcher, établissent, selon nous, la possibilité de rattacher à la nappe, comme un repli de son front, cette montagne formée par un anticlinal jurassique à noyau triasique, fortement couché vers le Nord. La disposition plongeante au Nord-Est (en *faux synclinal*) de la partie septentrionale de Destourbes est accentuée par l'avancée

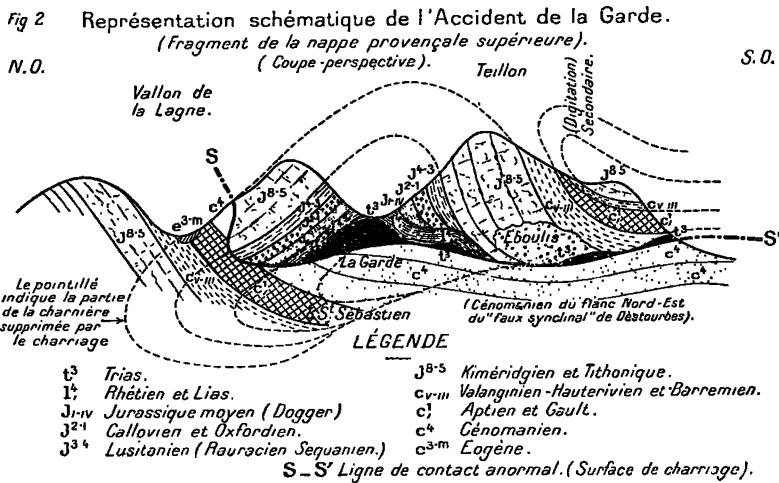
alpine, en sens contraire, du grand pli de la Blache dont le Trias se montre, derrière le Roc, en recouvrement sur les calcaires tithoniques qui forment l'abrupt supportant la chapelle, au-dessus du Verdon. Ce Jurassique supérieur de la nappe est entouré, au Nord, par une sorte de gaine de Paléocrétacé dans laquelle il s'enfonce. Notons, en passant, qu'immédiatement au Nord du Roc et en amont du petit torrent de la Jaby, se montrent, le long du contact anormal, deux affleurements de marnes noires aptiennes directement surmontés, le premier¹ par le Lias inférieur et le Trias, le second par le Jurassique supérieur du chevauchement alpin de la Blache. Cet Aptien, d'ailleurs réduit, fait partie du Crélacé qui succède normalement au Tithonique du Roc sur la rive droite du Verdon. A l'Ouest et au Sud, la partie axiale visible de la digitation plongeante de Destourbes est jalonnée par du Trias supérieur, gypses et cargneules, jusqu'à Eoulx. A la sortie de ce village, sur le chemin de la Garde, une zone très broyée sépare le complexe Hettangien-Trias, en recouvrement, du Crélacé recouvert. Dans la direction de Rayau, une portion du flanc inverse² subsiste sous le Trias, et la reprise alpine, qui causa la rupture de l'anticlinal de Destourbes, a produit même un léger chevauchement vers le Sud sur les formations tertiaires (lattorfiennes et néogènes).

Mais, au Nord-Est de Destourbes, un remarquable accident, celui de la montagne qui domine La Garde, met en évidence l'allure plongeante (en faux synclinal) d'une digitation supérieure, plus avancée encore du front de la nappe qui a, pour ainsi dire, escaladé la précédente. Cette digitation forme un anticlinal très aigu, dirigé Ouest-Sud-Ouest - Est-Nord-Est, bordé au Nord et au Sud par des bancs verticaux du Jurassique supérieur. Le renversement complet de cet anticlinal fait enfouir presque verticalement sa charnière dans un grand synclinal crélacé dont les

¹ Situé à peu de distance d'affleurements bathoniens et oxfordiens avec lesquels il paraît avoir été confondu par nos devanciers.

² Avec Callovien fossilifère et Jurassique supérieur.

couches emboîtées, depuis le Valanginien jusqu'au Cénomaniens, se montrent en continuité évidente de part et d'autre de cette charnière et nettement *sous elle*. Nous avons saisi avec précision le côté très démonstratif de cet accident en comparant les plongements des couches du synclinal crétaqué, plongement sud à La



Lagne, plongement nord à la chapelle Saint-Sébastien et à La Garde, dont l'inclinaison bien moins accentuée contraste avec le pendage vertical des bancs de l'anticlinal frontal de la nappe. On arrive ainsi à la notion que la digitation de La Garde *flotte* sur les couches crétaquées avec lesquelles elle est venue en contact et dans lesquelles s'enfonce également en *faux synclinal* la charnière de Destourbes.

A l'Ouest, au voisinage du grand contour de la route de Grasse, près du point 940, les bancs verticaux du Jurassique, depuis le Tithonique jusqu'au Lias, le tout extrêmement réduit, viennent couper la route et se terminer en biseau au-dessus du Crétaqué du vallon de La Lagne. Vers l'Est, derrière La Garde, le Trias gypseux axial, très froissé, de la digitation vient au contact du Crétaqué inférieur qui lui est subordonné. Plus à l'Est encore,

dans les petits ravins que franchit la route, après le ravin principal de La Garde, une lame de Trias gypseux, qui semble en relation avec le précédent, sépare cette fois un Hauterivien très redressé appartenant vraisemblablement au flanc sud de la digitation, d'un Cénomaniens plongeant régulièrement au Nord, sur lequel il s'appuie en discordance mécanique. Entre ces deux points, où affleure ainsi le Trias qui jalonne les contacts anormaux des deux séries, se place un curieux accident, de dimensions réduites, qu'il convient selon nous de rattacher à un repli secondaire ayant amené une torsion de certains fragments déchirés du noyau anticlinal plongeant. Cet accident fait apparaître une mince bande de Trias et d'Hettangien, redressé verticalement et très laminé, au contact du Crétacé charrié et des bancs sous-jacents. Sur le flanc sud du massif, à l'Est de La Garde, un autre accident semble indiquer l'existence d'une digitation, plus élevée encore, ayant amené une lame tithonique sur le Crétacé de ce flanc méridional (voir la fig. 2).

Les observations que nous avons poursuivies vers le Sud-Est, entre La Bâtie et Malamaire, montrent l'enfoncement constant des couches cénomaniennes, sur lesquelles repose le hameau du Mousteiret, sous le Jurassique supérieur et le Berriasien situés plus au Nord. Ce Jurassique se raccorde, vers la limite orientale de la feuille de Castellane, avec la série rattachée, sur la feuille de Nice¹, au front de la grande nappe (région du Cheiron et de Végay). Une lame de mylonite existe d'ailleurs au Nord de Malamaire, au contact du chevauchement vers le Sud déterminé évidemment par la *reprise alpine* de la partie frontale.

La traversée de cette région septentrionale de la nappe, depuis Malamaire jusqu'aux points élevés de la vallée de l'Artuby, aux environs de La Foux, permet d'observer, en même temps qu'un

¹ Cf. Léon Bertrand et Antonin Lanquine, *Nouvelles observations sur la tectonique du Sud-Ouest des Alpes-Maritimes* (Comptes rendus Acad. Sciences, t. CLVIII, 18 mai 1914, p. 1460).

abaissement d'axe du repli frontal vers l'Ouest, une sorte d'*en-capuchonnement* des couches crétacées inférieures qui recouvrent et enveloppent le Jurassique supérieur (calcaires blancs) de la nappe et s'enfoncent dans le Crétacé inférieur moins néritique qui appartient au synclinal situé au Nord.

Parfois les couches crétacées (autochtones ou appartenant à une nappe provençale moins élevée, ou à une duplication plus interne) sur lesquelles reposent ainsi les segments conservés de la série secondaire du charriage provençal, ont été elles-mêmes plissées d'une manière énergique, comme on peut s'en rendre compte en quelques points. Entre Le Moustier et Le Logis-du-Pin, ou au voisinage du hameau de La Doire, par exemple, les bancs cénomaniens supérieurs et turoniens sont extrêmement redressés. Ces plissements doivent, en partie, leur origine à l'avancée de la masse charriée, mais les reprises alpines qui ont morcelé l'étendue primitive de la nappe ont accentué encore les replis du substratum.

Ce phénomène est particulièrement net entre Le Logis-du-Pin et La Bastide. Là, de part et d'autre de la dépression que suit la route entre les montagnes de Brouis et de la Chens, le Jurassique supérieur de la nappe se montre en quelque sorte tuyauté au-dessus d'un ensemble crétacé, lui-même très ondulé et apparaissant *en fenêtre* sous le Jurassique. Vers le Sud, les couches supérieures du substratum se complètent et l'Eocène lacustre apparaît à son tour, plongeant nettement, à l'Ouest, sous le Jurassique de Brouis.

II. — Sur la coexistence, dans les environs de Castellane, de dislocations pyrénéo-provençales et de plissements alpins, et sur la complexité de ces phénomènes orogéniques ¹.

Afin de réunir les éléments d'une étude d'ensemble sur la tectonique des environs de Castellane, nous avons fait quelques observations au Nord-Ouest et au Sud-Ouest de cette ville.

C'est ainsi que nous avons pu vérifier, au Nord-Ouest, le contraste avec les accidents pyrénéo-provençaux, envisagés dans une note précédente, des plis nettement alpins qui déterminent les chevauchements vers le Sud du Jurassique de La Blache et de celui de Lauppe qui surmonte le premier après la traversée du torrent du Cheiron.

Dans la partie amont du ravin de Descouère, nous avons remarqué, sous La Raume, succédant à une série éocrotacée de faciès bathyal, un important développement de marnes aptiennes, non marqué sur la feuille de Castellane, sur lesquelles viennent s'appuyer, derrière le hameau, le Sinémurien et le Domérien du Castellard ².

Au Sud-Ouest, le bel accident de la « cluse » (cluse) du Verdon, décrit et figuré par M. Zürcher, sous Rougon, nous semble, au contraire, devoir être rattaché au *mécanisme provençal*. En effet, sous le Trias de Rougon, qui constitue la base d'une masse recouvrante vers le Sud, le Jurassique supérieur, à faciès provençal, de Breis forme un grand pli nettement *couché vers le Nord*

¹ Voir *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. CLXI, p. 165 (séance du 17 août 1915).

² Ces marnes ont été également reconnues par M. Adrien Guébard, ainsi qu'il résulte d'une carte géologique détaillée des environs de Castellane qu'il vient de publier dans le *Bulletin de la Société géologique de France* et sur laquelle ressort d'une façon très nette, malgré l'interprétation différente de l'auteur, le *chevauchement* alpin qui les recouvre au Nord.

dans le noyau duquel se montre des dolomies du groupe Oolithique moyen (faciès provençal). Des gondolements correspondants intéressent le Néocomien et le Cénomaniens de cette carapace, en allant vers l'Ouest. Par suite d'un autre accident transversal (déjà remarqué par M. Ph. Zürcher), ce Cénomaniens vient buter, avec intercalation d'une zone mylonitisée, contre le Jurassique supérieur (de type provençal) du cañon.

Il est certain que le mouvement qui a déterminé l'avancée du Trias de Rougon au-dessus de la charnière jurassique en question est d'origine alpine, comme l'indique le sens du déversement. Mais il est possible de voir là l'effet d'une *reprise* analogue à celles qui caractérisent les accidents de la région orientale, reprise arrivant à mettre en contact brutal deux segments (faux synclinaux) superposés de la nappe. Des recherches ultérieures nous aideront à élucider ce problème.

Les faits que nous avons ainsi rassemblés viennent à l'appui de l'interprétation énoncée au début de la précédente note; on peut les résumer comme suit :

Dans la région comprise entre Grasse et les environs nord de Castellane, le plissement alpin (posthelvétien) s'est étendu à un puissant complexe d'assises variées, comprenant des *plis à racines externes*¹ (duplicatures) et des *plis à racines internes*² (nappes), issus de la chaîne pyrénéo-provençale d'âge antéoliogène, qu'il a *repris* et notablement modifiés. Par suite de cette sorte d'interférence, les digitations frontales des nappes préoliogènes ont été morcelées, *chavirées* et leurs charnières anticlinales, primitivement tournées vers le Nord, ont été fréquem-

¹ W. Kilian, *C. R. Collab. Serv. Carte géol. de la Fr.* pour 1905, in *Bull. Serv. Carte géol. de la Fr.*, n° 110, t. XVI, mai 1906, p. 171 (REMARQUES SUR LA TECTONIQUE DE LA BASSE PROVENCE), et *Id.*, n° 122, t. XIX, juillet 1909, p. 164.

² On remarquera l'analogie de cette conception avec la remarquable synthèse des Alpes Suisses que la science doit à la sagacité de M. Maurice Lugeon et que les recherches récentes n'ont fait que confirmer.

ment transformées en *faux synclinaux* simulant des plis-failles refoulés vers le Sud. Ainsi s'expliquent notamment l'énorme épaisseur apparente des assises jurassiques et crétacées qui constituent le bord sud des *Préalpes maritimes* et l'opposition remarquable des faciès du Jurassique supérieur et du Crétacé signalée par MM. Zürcher et Kilian aux environs de Castellane. Les éléments de nappes provençales d'origine méridionale *flottent* sur un Cénomanién, en partie autochtone, et possèdent, pour l'Eocrétacé et le Tithonique, des faciès néritiques fort différents des faciès vaseux du Cheiron de Castellane, de sa continuation vers le Nord-Ouest et des plis des environs de La Jaby et de Castillon.

Il convient également de remarquer que la région occupée, dans le Sud de la feuille de Castellane, par les duplicatures et nappes provençales coïncide approximativement avec l'aire occupée par les formations lacustres et saumâtres de l'Eocène, de l'Oligocène (Rayau, Sainte-Pétronille) et du Miocène (Tortonien saumâtre de Rayau¹), alors que les refoulements plus spécialement *alpines* coïncident avec l'aire d'extension des dépôts nummulitiques marins telle qu'elle a été tracée par M. Jean Boussac. L'ancienne chaîne pyrénéo-provençale avait sans doute opposé, pendant sa surrection, un obstacle aux transgressions éocènes et latorfiennes vers le Sud-Ouest et l'Ouest.

Nous exposerons dans une note ultérieure les confirmations qu'apportent à notre interprétation l'étude des faciès (faciès provençal, faciès mixte et faciès bathyal), dont M. Zürcher a dégagé, pour la région de Castellane, quelques-uns des traits les plus essentiels, ainsi que l'étude de la continuation vers le Nord-Ouest des accidents provençaux et de leurs rapports avec les dislocations alpines (posthelvétiques) de Levens. L'un de nous a mis en évidence, il y a longtemps déjà², la superposi-

¹ Découvert par le Dr Guébbard et déterminé par M. Depéret.

² W. Kilian, *Notes de Géologie alpine*, 2^e article (*Ann. Enseign. sup. Grenoble*, t. V, 1893, p. 277, et *Comptes rendus Ac. Sc.*, t. CXV, 1892, p. 1024).

tion de ces deux séries de mouvements d'âges différents dans la chaîne est-ouest du Mont Luberon et il semble probable que l'influence du ridement provençal s'est étendue jusque dans les montagnes du Diois antérieurement au plissement alpin post-helvétien.

Dans la Montagne de Lure et à Tanaron (Basses-Alpes) le plissement postmiocène s'est effectué suivant les mêmes axes est-ouest que le plissement provençal, réalisant ainsi ce qu'on peut appeler des *plis posthumes*, alors que, dans l'Est des Basses-Alpes, il affecte une direction différente et s'est traduit, comme l'ont montré les beaux travaux de M. Emile Haug, par deux séries d'efforts, dont le plus récent a amené le chevauchement des plis posthelvétiques est-ouest (Tanaron) par des *écailles* plus récentes, dirigées Sud-Est - Nord-Ouest.
