

Les structures à vergence Est de la zone des Aiguilles d'Arves (Savoie)

par Christian BRAVARD*

RÉSUMÉ. — La découverte, dans la zone des Aiguilles d'Arves, de structures à vergence Est montre que le domaine affecté par les rétrodéversements, ici comme au Sud du Pelvoux, s'étend vers l'Ouest bien au delà du Chevauchement pennique frontal. Après une analyse de leur style et de leur répartition géographique, on examine leur place dans la tectonique de ce secteur des Alpes : elles s'intègrent dans un ensemble de déformations tardives dont les relations mutuelles sont précisées.

ABSTRACT. — *Eastward-facing structures in the Aiguilles d'Arves zone (Savoie).* In the Aiguilles d'Arves zone, the discovery of Eastward-facing structures shows that, North as well as South of the Pelvoux massif, backthrusting has involved a realm extending very far West of the Penninic Front Thrust. After analysing the style and geographical extent of these structures, their place in the tectonic frame of this district of the French Alps is examined: it is concluded that they belong to late deformations whose mutual relations are precised.

Introduction

Les structures à vergence Est sont connues depuis longtemps dans les zones internes des Alpes occidentales. L'ampleur des déplacements correspondants est parfois telle que l'on parle couramment de rôtrocharriages.

Des structures rétroversées, plus modestes, sont aujourd'hui connues dans la zone dauphinoise au Sud du Pelvoux, sur la transversale de la Durance (9) où elles ont été intégrées dans un schéma d'ensemble de l'évolution tectonique des Alpes occidentales (8), (9).

Au Nord du Pelvoux, la zone des Aiguilles d'Arves, incluant le flysch et sa semelle mésozoïque qui en est tectoniquement solidaire, présente des exemples caractérisés de structures à vergence Est, mais elles ne semblent pas avoir retenu l'attention jusqu'à ce jour.

Nous examinerons dans un premier temps les caractères géométriques de ces structures dans une région où leur analyse est particulièrement représentative et que nous prendrons comme exemple de base. Puis nous passerons en revue d'autres représentants des structures de cette famille avant de nous pencher sur leur signification d'ensemble.

1. Caractères géométriques des structures à vergence est de la zone des Aiguilles d'Arves

Les exemples les plus significatifs de ces structures se rencontrent en rive gauche de l'Arc (fig. 1). La coupe E-W qui est présentée (fig. 2) montre qu'elles apparaissent en trois points qui seront examinés successivement d'Est en Ouest, la rive droite de l'Arvan, la crête du massif des Arves (Crête de Lacha), le secteur de Montricher.

* Institut Dolomieu, Université de Grenoble, Lab. de Géologie Alpine associé au C.N.R.S.

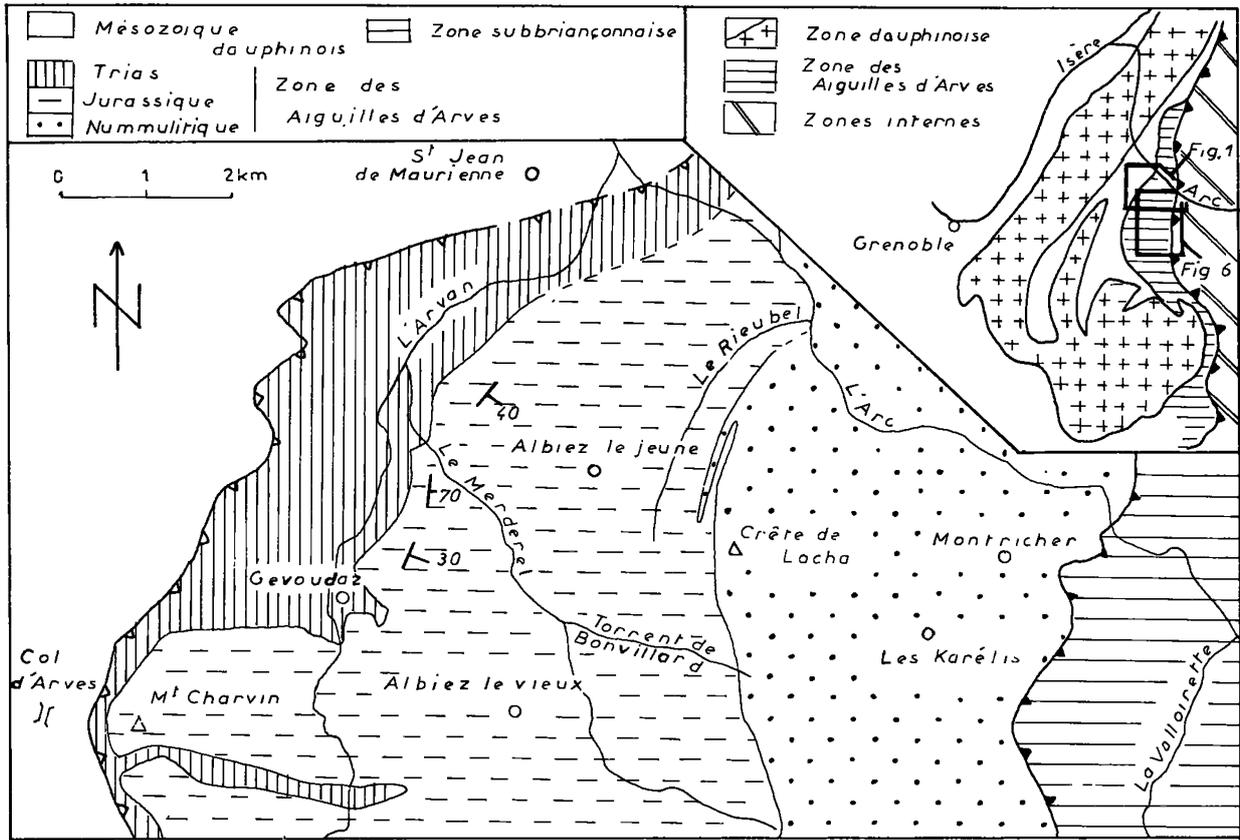
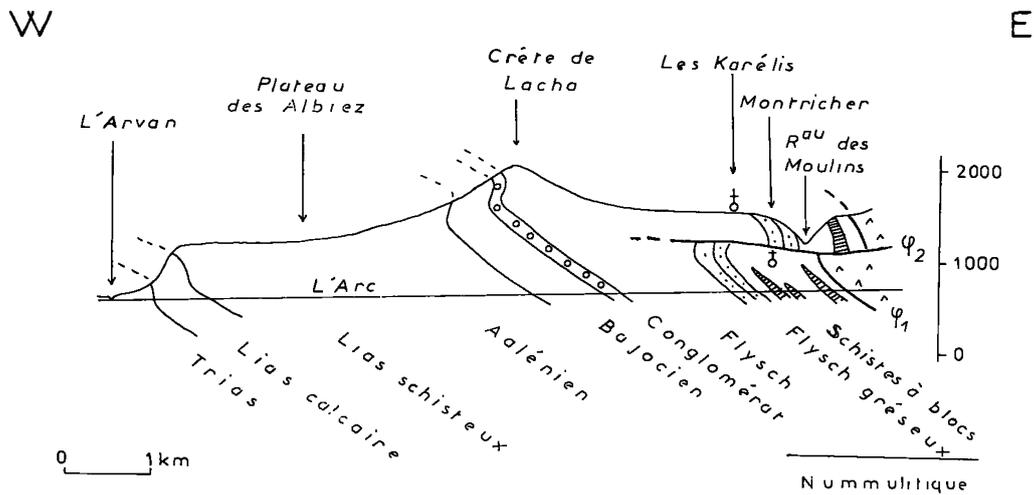


Fig. 1. — La zone des Aiguilles d'Arves en rive gauche de l'Arc.



- ψ_1 : Chevauchement pennique frontal
- ψ_2 : Chevauchement de l'échelle des Karéllis

Fig. 2. — La coupe EW en rive gauche de l'Arc.

Une interprétation d'ensemble de la structure de cette transversale sera ensuite discutée.

A) LA RIVE DROITE DE L'ARVAN

A cet endroit, le lit de l'Arvan est creusé dans les gypses triasiques situés à la base de la zone des Aiguilles d'Arves. La rive droite, abrupte, est formée essentiellement par les argilites du Trias supérieur, qui constituent un bon niveau repère, et les calcaires du Lias inférieur. Ces couches présentent un pendage général vers l'Est qui varie du Nord au Sud (fig. 1) :

— N 35°/40° E dans la forêt de Mont l'Evêque;

— N 10°/79° E au niveau du débouché du torrent du Merderel;

— N 20°/30° E au crêt de Georgillan.

Ce dispositif est celui d'un pli en genou, de dimension kilométrique, d'axe N0°/20° S, regardant vers l'Est (pli du Bas Merderel). Au niveau

des couches redressées du Bas Merderel, on observe un clivage schisteux (N 170°/65° W) qui, par son attitude, doit être assimilé à sa schistosité de plan axial. Ce pli est tardif car il replisse la série liasique redoublée tectoniquement (ce redoublement n'a pas été représenté sur la coupe de la figure 2 dans un but de clarté, mais est bien traduit cartographiquement sur la carte géologique Saint-Jean de Maurienne 1/50 000).

B) LE SECTEUR DE LA CRÊTE DE LACHA

La coupe de la figure 3, réalisée sur la transversale du torrent de Bonvillard (fig. 1), permet une étude détaillée de la partie centrale de la figure 2. Un synclinal ouvert à l'Est se développe dans les couches du Bajocien et montre un cœur nummulitique (pli de Bonvillard : axe N 150°/10° S, plan axial penté environ 45 W). Vers le Nord, en rive droite du torrent de Rieubel, la gouttière synclinal des conglomérats nummulitiques

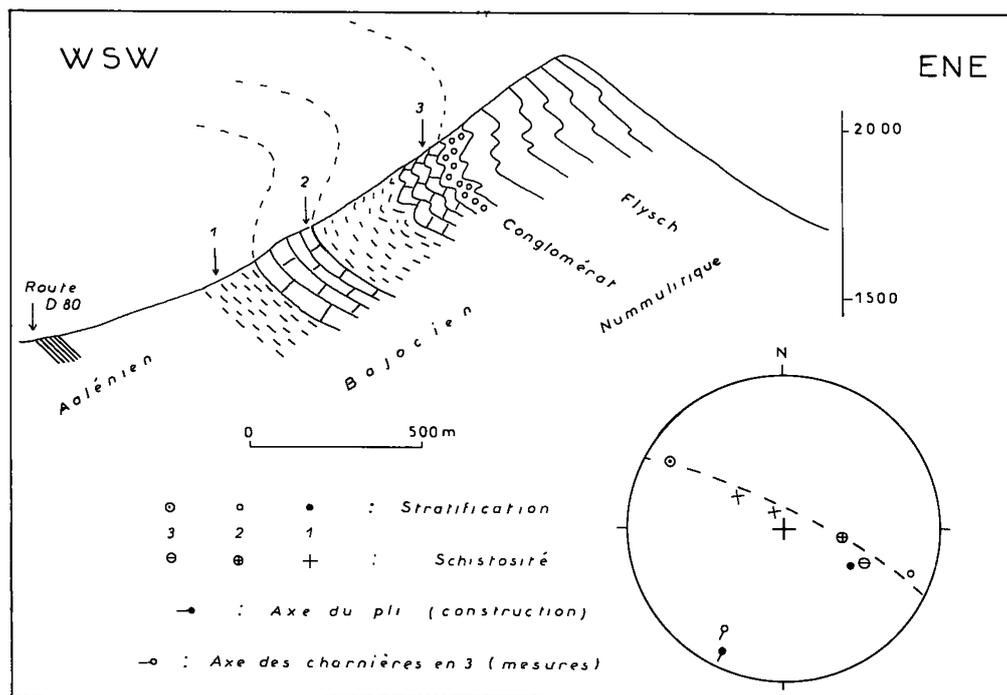


Fig. 3. — La coupe EW le long du torrent de Bonvillard (cf. fig. 1).

Cette coupe constitue un détail de la partie centrale de la coupe de la figure 2.

Le diagramme de Schmidt (projection sur l'hémisphère inférieur) montre la construction de l'axe du synclinal à partir de mesures de stratification effectuées aux points 1, 2 et 3. Cette construction met également en évidence la schistosité de plan axial du pli.

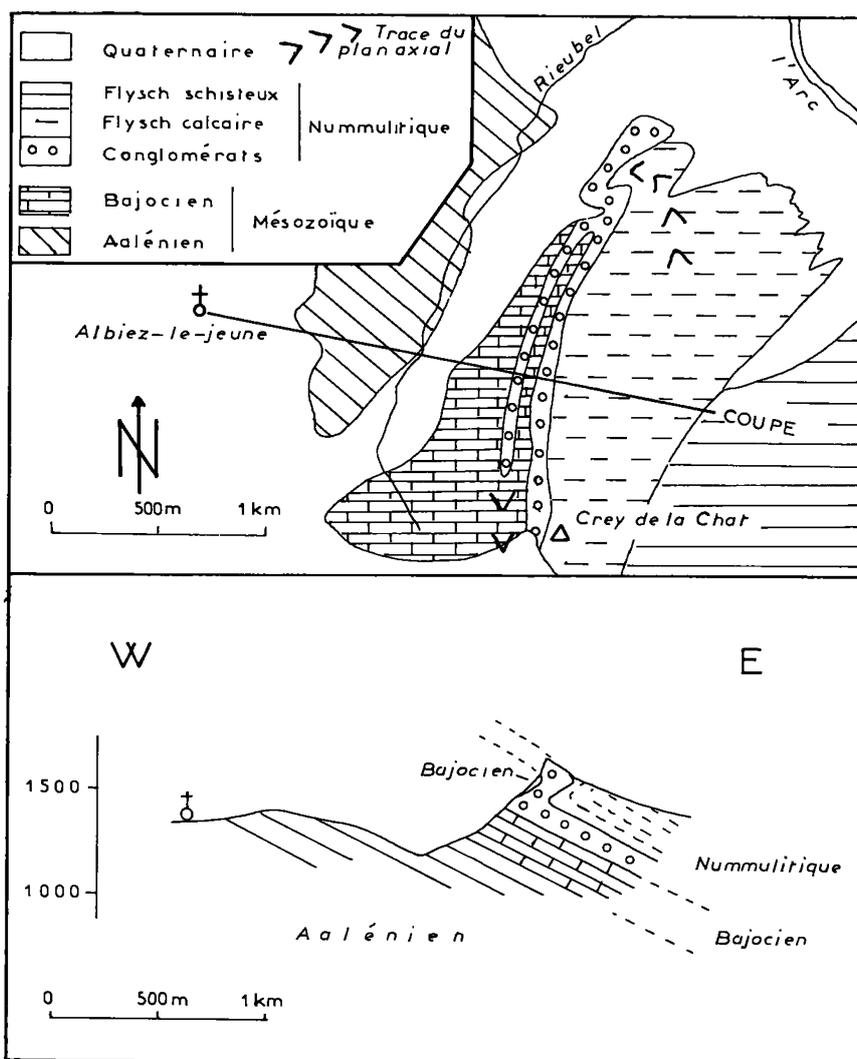


Fig. 4. — La structure de la rive droite du Rieubel.

tiques forme une bande isolée perçant les couches de Bajocien (fig. 4).

Les observations de ce secteur attestent sans ambiguïté de l'âge postnummulitique du pli de Bonvillard.

C) LE SECTEUR DE MONTRICHER

La coupe générale de la figure 2 montre l'existence d'une écaïlle, dite des Karélis, à matériel nummulitique, chevauchant vers l'Est, avec une flèche d'environ 500 m, la série égale-

ment nummulitique de Montricher. Un certain nombre d'arguments viennent étayer cette interprétation :

— Les niveaux repères du flysch gréseux et des schistes à blocs (5), formant le sommet de la série nummulitique, ne peuvent être suivis de façon continue entre les Karélis et Montricher. Les mêmes couches, d'azimut subméridien, se retrouvent, près des Karélis, environ 500 m plus à l'Est qu'au niveau de Montricher. La zone où se situe la discontinuité peut ainsi être localisée en divers points de son tracé à défaut d'être observable (couvert forestier).

1) *Le Nummulitique redressé de la rive gauche de la Valloirette* (fig. 6)

La trace du chevauchement subbriançonnais suit la vallée de la Valloirette; la rive gauche est constituée par les couches supérieures du Nummulitique des Aiguilles d'Arves (Flysch gréseux et schistes à blocs) qui montrent une disposition en genou à regard Est; cette structure est l'équivalent du pli que montre l'écaille des Karélis (fig. 2); on

l'observe de façon particulièrement claire aux « Portes de l'Enfer » près de Valloire (fig. 6).

2) *Les plis du col d'Albanne*

Ce col est situé au SE d'Albiez le Vieux, sur la crête principale, constituée de Nummulitique, qui sépare le bassin de l'Arvan de celui de la Valloirette (fig. 6).

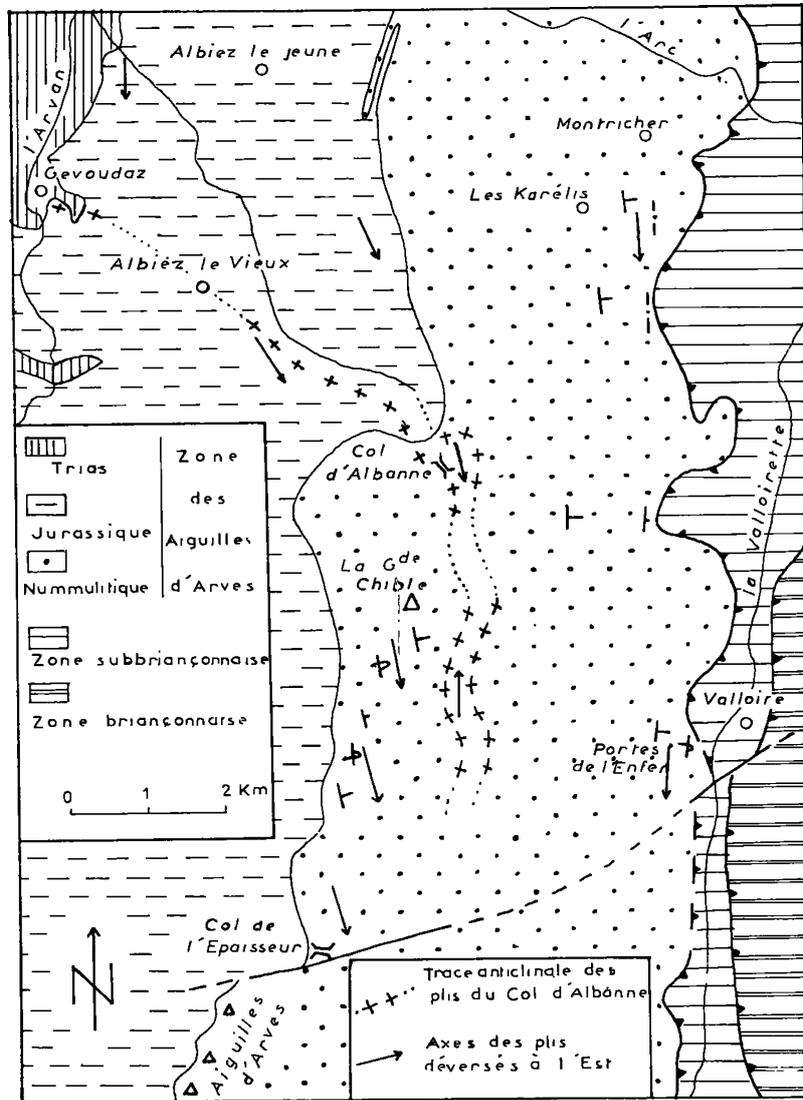


Fig. 6. — *Les structures à vergence Est entre l'Arc et les aiguilles d'Arves.*
(Se reporter au schéma de situation de la figure 1).

Les bancs de grès nummulitique y dessinent un magnifique pli en genou de taille hectométrique (déversement Est, axe N 160 subhorizontal, plan axial environ 45° W) bien visible depuis Albiez le Vieux. Un deuxième pli, de même type, non visible de loin, se situe un peu au Nord du premier. La charnière de ces plis est très aigüe et les flancs très plans. On a une géométrie de chevrons emboîtés analogue à celle connue dans les grès du Champsaur [9] (p. 17).

Ces deux plis se suivent très bien sur le versant Valloirette, en direction du sud, jusqu'au vallon de Péméan; ils se développent dans les termes moyens du Nummulitique (« Flysch schisteux » auct.) qui sont ici plus riches en bancs de grès, donc globalement plus compétents, qu'au niveau de la Vallée de l'Arc. On doit également signaler que leur azimut est ici méridien.

Sur le versant Arvan, on peut suivre le flanc inverse du pli principal du col d'Albanne dans les formations du Bajocien et de l'Aalénien jusqu'aux abords du village d'Albiez le Vieux (axe N 145°/20° SE, schistosité de plan axial très nette). Le redressement des couches, correspondant au flanc Nord de ce pli, se retrouve, au Nord Ouest d'Albiez le Vieux, dans le Lias calcaire du secteur de Gévoudaz (fig. 6), associé là aussi à sa schistosité de plan axial (azimut N 145, subverticale).

3) La crête des Arves entre la Grande Chible et le col de l'Épaisseur (fig. 6)

Le parcours de cette crête permet d'observer une alternance de zones où le Nummulitique montre un pendage modéré en direction de l'Est et de zones où il est très redressé, ou même en position inverse, avec un azimut subméridien et une base à l'Ouest. Cette disposition s'explique par l'existence de plusieurs plis hectométriques, déversés à l'Est et coupant la crête avec un angle faible : la crête à une orientation N 10 et les plis un axe N 160.

On retrouve ces plis, un à un, sans dysharmonie notable, dans le Mésozoïque sous-jacent (Jurassique supérieur et moyen); leur poursuite vers

l'Ouest dans les niveaux du Lias n'a pas encore été reconnue avec précision. Leur existence se trahit cependant par le redressement localisé de structures normalement déversées à l'Ouest (Région du Mont Falcon et du Grand Agnelin).

B) LES STRUCTURES A VERGENCE EST DE LA PARTIE N.E. DU MASSIF DU PELVOUX

Au niveau de la Meije, les terrains présentent un pendage modéré vers le SE, mais au fur et à mesure que l'on se dirige vers l'Est, le pendage vers l'Est s'accroît jusqu'au versant oriental du massif du Combeynot où le Cristallin et sa couverture ont une disposition verticale (4). La coupe schématique de la figure 7 montre ce mouvement de vaste demi-coupe qui doit être considérée comme une structure à vergence Est. Son âge postnummulitique est certain car le Nummulitique est lui aussi redressé au flanc oriental du Combeynot.

Au Sud du Vallon du Tabuc, qui débouche sur la vallée de la Guisane au niveau de Monétier les Bains, on ne retrouve pas ce dispositif. L'ensemble des terrains montrent un pendage modéré vers l'Est.

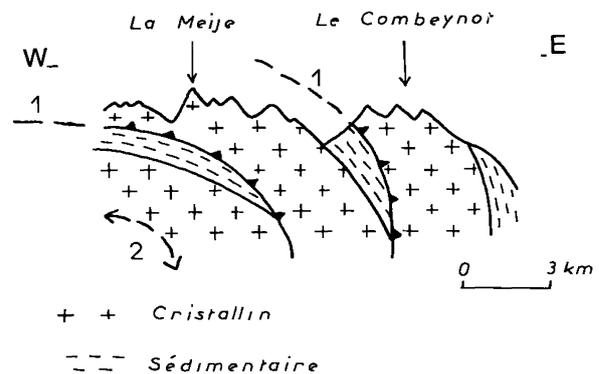


Fig. 7. — Coupe schématique EW à travers la partie Nord-Est du massif du Pelvoux.

- 1) Chevauchement anciens en direction du Nord Ouest. Pour plus de détails à leur sujet se reporter à une coupe perpendiculaire à celle-ci ([4], fig. 9)
- 2) Rétroversement tardif vers l'Est.

3. La place des structures à vergence Est dans la tectonique de la zone des Aiguilles d'Arves

A) LEUR AGE

Dans certains secteurs les structures à vergence Est se trouvent superposées à d'autres déformations dont certaines sont indubitablement plus anciennes :

— L'écaille des Karélis reprend le chevauchement pennique frontal.

— La structure tangentielle à vergence NW, responsable du redoublement de la série liasique en rive droite de l'Arvan (cf. carte géologique St Jean de Maurienne 1/50 000) est reprise par le pli du bas Merderel (cf. paragraphe I ci-dessus).

— L'anticlinal anténummulitique de la combe Genin (3) est recoupé par une schistosité N 145 subverticale qui est la schistosité de plan axial des plis à vergence Est.

— Dans le flysch, le pli du col d'Albanne enroule une schistosité qui est donc plus ancienne.

Finalement les plis à vergence Est ne sont jamais repris par une autre structure plissée ni recoupés par une schistosité. On doit donc les considérer comme tardifs.

B) RELATIONS AVEC LES AUTRES STRUCTURES TARDIVES

Dans la zone des Aiguilles d'Arves, il existe, outre les structures à vergence Est, trois autres types de déformations tardives :

- un réseau de failles,
- des plis à vergence Ouest,
- un cisaillement dextre dans la vallée de la Valloirette.

1) *Le réseau de failles tardives*

Dans la zone des Aiguilles d'Arves, ainsi que dans la partie Est du massif du Pelvoux, existent deux familles de failles :

- NE-SW à décrochement dextre
- NW-SE à décrochement sénestre.

Elles forment un réseau conjugué qui découpe des coins pointés alternativement vers l'Est et vers l'Ouest, traduisant une extension NS et une compression EW à l'échelle régionale. Leur âge tardif est étayé par de nombreuses observations [4].

La figure 8 montre que les plis à vergence Est se retrouvent dans les deux coins à déplacement relatif vers l'Est. On constate qu'ils s'interrompent au niveau des failles qui délimitent les coins et ne se retrouvent pas au delà même en tenant compte du décrochement. Ces failles sont donc antérieures ou plus vraisemblablement contemporaines des plis à vergence Est.

2) *Les plis à vergence Ouest*

Cette phase de plissement tardif a été mise en évidence dans le secteur du lac du Goléon [6]. Elle reprend les structures tangentielles précoces du flysch, mais sont décalées par des failles N 110 du réseau tardif décrit ci-dessus.

Le seul endroit où les plis à vergence Ouest interfèrent se situe dans la partie Sud du bassin de l'Arvan (fig. 8). Il apparaît que là aussi les plis à vergence Est se situent en fin de chronologie.

3) *Le cisaillement dextre de la vallée de la Valloirette*

Cette vallée suit approximativement la trace du chevauchement pennique frontal (cartes géologiques Saint-Jean de Maurienne et La Grave 1/50 000). Près de Valloire, la zone subbriançonnaise est fortement laminée et n'est représentée que par quelques lambeaux de terrains variés emballés dans du gypse. Cette zone cicatricielle a été le siège d'un cisaillement dextre tardif comme le prouve la virgation des structures à vergence Est qui de N 150 au niveau des Albiez passe à N 180 près de la vallée de la Valloirette (fig. 6). Ce mouvement a pu intervenir après la formation des structures à vergence Est mais on peut tout aussi vraisemblablement émettre l'hypothèse d'un certain synchronisme.

Une autre observation atteste de l'existence de ce cisaillement : les terrains subbriançonnais des environs du col du Galibier, qui se trouvent dans l'axe de la vallée de la Valloirette, montrent un clivage schisteux, subvertical et d'azimut submé-

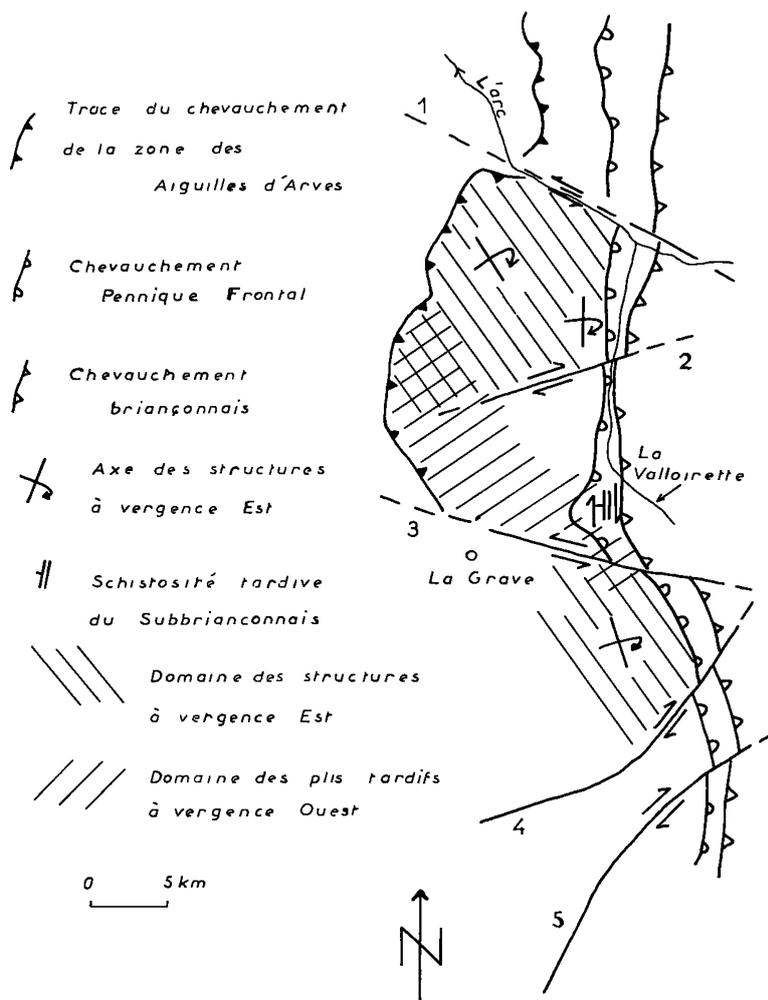


Fig. 8. — Répartition des structures à vergence Est dans la zone des aiguilles d'Arves.

Cette carte montre les relations géographiques qui existent entre les structures à vergence Est et les autres types de déformations tardives. On remarquera, au Nord de La Grave, le secteur où interfèrent les deux types de structures plissées (zone quadrillée).

Les chiffres, de 1 à 5, se rapportent aux failles :

- 1) Faille de l'Arc : Son tracé est visible dans les terrains subbriannonnais, au col de La Porte au NE de St Michel de Maurienne. Au niveau de la zone des Aiguilles d'Arves, le décalage sénestre des terrains, de part et d'autre de la vallée, attestent de son passage.
- 2) Faille de Beaujournal : Elle suit le vallon de Beaujournal au Sud de Valloire, le quitte en passant la Crête des Mossières, puis passe le col de l'Épaisseur pour longer le versant Nord de l'Aiguille Septentrionale d'Arves.
- 3) Réseau de failles du Lautaret : Il a été simplifié ici et représenté par une seule trace [4].
- 4) Faille du vallon du Tabuc [7].
- 5) Faille d'Ailefroide [7].

ridien qui recoupe les plis à vergence Ouest (présents également dans les terrains subbriannonnais) en tordant leurs axes dans le sens dextre.

L'état de contraintes qui a provoqué ce cisaillement devait présenter un axe de compression maximale orientée NE-SW.

4) Vue d'ensemble sur les déformations tardives

Les analyses précédentes suggèrent fortement que l'on a affaire à un déroulement enchaîné des quatre déformations tardives, dans l'ordre suivant :

- plis à vergence Ouest,

- réseau de failles,
- plis à vergence Est,
- cisaillement dextre de la Valloirette.

Dans cette hypothèse, les terrains auraient subi un état de contrainte relativement continu pendant la période recouverte par ces phases. L'axe de compression maximale aurait, dans le même temps tourné de E-W à NE-SW.

4. Relations avec les zones voisines

A) ZONE DAUPHINOISE

Dans la zone des Aiguilles d'Arves la présence de la schistosité de plan axial associée aux plis déversés à l'Est est assez générale dans la région comprise entre l'Arc et les Aiguilles d'Arves et notamment dans le massif du Mont Charvin; plus à l'Ouest on la retrouve près du col d'Arves (fig. 1) dans l'Aalénien dauphinois situé sous les gypses de base de la zone des Aiguilles d'Arves. Elle constitue, là aussi, la dernière déformation décelée.

Les données structurales concernant la couverture orientale de Belledonne et des Grandes Rousses sont actuellement insuffisantes pour conclure quant à l'extension du domaine ici affecté par cette schistosité. Cependant on est tenté de la mettre en parallèle avec la schistosité S3 également tardive, décrite dans le bassin de Bourg d'Oisans et la couverture occidentale du massif de Belledonne [10, 11, 12].

B) LES ZONES INTERNES

Le chevauchement pennique frontal est rétro-cisaillé vers l'Est en rive gauche de l'Arc (Ecaille des Karéllis). Ce fait tend à prouver que les déformations à vergence Est de la zone des Aiguilles d'Arves se retrouvent dans les zones internes. Malheureusement on ne possède que peu de précisions sur la structure de ces dernières dans la transversale de la Maurienne.

Pour tenter une corrélation on peut prendre comme schéma de P. TRICART sur la transversale

de la Durance, au Sud du Pelvoux. Sa phase IV regroupe les plis à vergence Est de la zone dauphinoise orientale (demi-fenêtre d'Embrun) et les rétrocharriages briançonnais. Une hypothèse raisonnable serait donc d'attribuer à cette phase IV les structures à vergence Est de la zone des Aiguilles d'Arves.

Mais P. TRICART a reconnu trois phases tectoniques dans la zone briançonnaise au Sud du Pelvoux (phases II, III, IV); on peut se demander si ce schéma est transportable au Nord où le Nummulitique de la zone des Aiguilles d'Arves a enregistré quatre événements tectoniques qui sont successivement :

1) La mise en place de schistes à blocs au sommet de la série gréseuse, en écho de mouvements affectant les zones internes [5].

2) Une tectonique tangentielle à vergence NW [6].

3) Des plis à vergence Ouest [6].

4) Les structures à vergence Est.

On doit cependant faire les remarques suivantes :

– Les trois phases briançonnaises ont été mises en correspondance avec les événements 1, 2 et 3 dans le secteur du lac du Goléon [6].

– On a suggéré ci-dessus que les phases 3 et 4 soient incluses dans un processus de déformation continue (paragraphe II B 4).

De la sorte, la phase IV de TRICART correspondrait aux phases 3 et 4 de la zone des Aiguilles d'Arves; l'axe de « l'éventail de schistosité » [9] migrant vers l'Ouest entre les phases 3 et 4.

En définitive, quelle que soit la façon dont on établit les correspondances entre les deux chronologies, les structures à vergence Est de la zone des Aiguilles d'Arves sont très probablement à corréler avec la phase IV de P. TRICART.

Conclusion

Les structures à vergence Est représentent un élément tectonique important dans la zone des Aiguilles d'Arves. Il s'agit d'une phase de déformation bien individualisée ayant déterminé des plis ou écaillés et une schistosité régionale qui

participent dans une très large mesure au bâti tectonique.

Au sein de la zone des Aiguilles d'Arves et dans la partie NE du massif du Pelvoux, ces structures représentent l'ultime épisode de plissement et sont même associées à la dernière phase de contraction décelable.

En l'absence de données suffisamment précises concernant la structure des zones dauphinoise orientale et briançonnaise de part et d'autre de la zone des Aiguilles d'Arves, il n'est pas possible, aujourd'hui, d'intégrer ces déformations dans un schéma d'ensemble sur une transversale des Alpes occidentales au Nord du Pelvoux, comme cela a été fait plus au Sud [8]. Cependant le déroulement des événements postnummulitiques, tel que nous le reconstituons dans la zone des Aiguilles d'Arves, montre d'indéniables similitudes avec celui établi sur la transversale de la Durance, si bien que nous sommes amenés à conclure que les structures rétroversées de Savoie, décrites ici, sont probablement contemporaines de la phase IV de P. TRICART, qui correspond aux principaux rétrocharriages des Alpes internes.

OUVRAGES CITÉS

- [1] BARBIER (R.) (1948). — Les zones ultradauphinoises et subbriançonnaises entre l'Arc et l'Isère. *Mém. Carte géol. Fr.*
- [2] BARBIER (R.) (1963). — La tectonique de la zone ultradauphinoise au NE du Pelvoux. *Géologie alpine*, t. 39, p. 239-246.
- [3] BARBIER (R.) et BARFETY (J.Cl.) (1972). — Les structures EW de la zone ultradauphinoise du pays des Arves et leur signification. *Géologie alpine*, t. 48,(2), p. 151-158.
- [4] BRAVARD (C.) et GIDON (M.) (1979). — La structure du revers oriental du Pelvoux. Observations et interprétations nouvelles. *Géologie alpine*, t. 55, p. 23-33.
- [5] BRAVARD (C.), KERCKHOVE (Cl.) et BARBIER (R.) (1981). — Réinterprétation du sommet de la série des Aiguilles d'Arves et de ses rapports avec la zone subbriançonnaise dans la vallée de l'Arc (Savoie, Alpes occidentales). *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 292, p. 531.
- [6] BRAVARD (C.) (1982). — Données nouvelles sur la stratigraphie et la tectonique de la zone des Aiguilles d'Arves au nord du Lautaret. *Géologie alpine*, t. 58, p. 5-13.
- [7] GIDON (M.) (1965). — Sur l'interprétation des accidents de la bordure méridionale du massif du Pelvoux. *Géologie alpine*, t. 41, p. 177-185.
- [8] TRICART (P.), CARON (J.M.), GAY (M.) et VIALON (P.) (1977). — Relais de schistosité, structures en éventail et discontinuités majeures sur la transversale du Pelvoux (Alpes occidentales). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, t. XIX, n° 4, p. 873-881.
- [9] TRICART (P.) (1980). — Tectoniques superposées dans les Alpes occidentales au Sud du Pelvoux. Evolution structurale d'une chaîne de collision. *Thèse*.
- [10] VIALON (P.) (1968). — Clivage schisteux et déformations : répartition et genèse dans le Bassin mésozoïque de Bourg d'Oisans. *Géologie alpine*, t. 44, p. 352-366.
- [11] GRATIER (J.P.), LEJEUNE (B.) et VERGNE (J.L.) (1973). — Etude des déformations de la couverture et des bordures sédimentaires des massifs cristallins extérieurs de Belledonne, des Grandes Rousses et du Pelvoux. *Thèse 3^e cycle*, Grenoble.
- [12] VIALON (P.) (1974). — Les déformations synschisteuses superposées en Dauphiné. Leur place dans la collision des éléments du socle préalpin. Conséquences pétrostructurales. *Bull. Suisse Minéral. Pétrogr.*, t. 54, p. 663-690.

Remerciements. MM. J. DEBELMAS et M. GIDON ont fait bénéficier le texte de cette note de nombreuses remarques constructives.