

Structure de la Zone Houillère Briançonnaise (Alpes françaises), tectonique néoalpine et conséquences sur l'interprétation des Zones Penniques Frontales

C.R. Acad. Sci. Paris,
t. 321, série II a,
p. 247 à 254,
1995

Laurent Aillères, Jean-Michel Bertrand, Jean Macaudière et Michel Champenois

L. A., J.-M. B., J. M. et M. C. :
Centre de Recherches Pétrographiques
et Géochimiques (CNRS),
BP n° 20, 54501 Vandœuvre, France ;

J. M. : Ecole Nationale Supérieure
de Géologie de Nancy (INPL),
BP n° 452, 54001 Nancy, France.

Résumé Le profil ECORS-Alpes montre, à l'aplomb de la Zone Houillère Briançonnaise (ZHB), deux ensembles de réflecteurs à pendages opposés, plongeant vers l'Ouest à l'Est et vers l'Est à l'Ouest. De nouvelles données structurales issues de la Vallée des Belleville permettent de dresser un modèle cinématique de la ZHB, qui remet en cause l'interprétation actuelle de ces réflecteurs et notamment de leur lien éventuel avec les Fronts Briançonnais (FB) et Pennique (FP). Les accidents associés jusqu'ici aux deux bandes de réflecteurs à pendage est et dénommés classiquement FB et FP correspondraient à des failles en extension d'âge néoalpin, plutôt qu'à des contacts tectoniques antérieurs séparant des domaines paléogéographiques.

Mots-clés : Front Pennique, Zone Houillère, Alpes françaises, Structure néoalpine.

Abstract **New structural data from the "Zone Houillère Briançonnaise" (French Alps), neoalpine Tectonics and consequences for the interpretation of the Pennine Front**

Beneath the "Zone Houillère Briançonnaise" (ZHB), the ECORS seismic profile shows a singular crossed pattern. From new structural data from the "Vallée des Belleville", a new kinematic model is proposed which brings into question the classical interpretation of these reflectors. The problem is: are they related to the "Briançonnais" (BF) and Pennine Fronts (PF) or not. It appears that the so-called BF and PF, classically interpreted as corresponding to the two east-dipping bands of reflectors, are more likely related to a neoalpine extensional event than to earlier tectonic contacts, original BF and PF, which separate palaeogeographic domains.

Keywords: Pennine Front, "Zone Houillère", French Alps, Neoalpine structure.

**Abridged
English
Version**

BENEATH the "Zone Houillère Briançonnaise" (ZHB), seismic reflectors imaged by the ECORS-CROP profile show a singular crossed pattern. Reflectors form two narrow East-dipping bands in the westernmost part of the ZHB, scattered reflectors dip gently to the West beneath the ZHB and Vanoise further East (Bayer *et al.*, 1987). Such a seismic image confirms at first glance

the fan structure of the ZHB previously described by Favre (1861), Ellenberger (1958) and Caby (1963, 1992). This paper presents new structural observations from the "Vallée des Belleville" (department of Savoie, France), north of the Maurienne valley (**fig. 1 A**). Schematic cross-sections (**fig. 1**) across the ZHB are proposed, which differ significantly from previous interpretations (Debelmas *et al.*,

Note

présentée par
Michel Durand-Delga.

remise le 27 mars 1995,
acceptée après révision
le 12 mai 1995.

1988; Caby, 1992; Aillères *et al.*, 1994). These new cross-sections are also compared with available interpretations of the upper crust seismic imaging beneath the ZHB. According to Mugnier *et al.* (1993), the two bands of East-dipping reflectors are related to the "Pennine Front" (PF) for the more external band and to the "Briançonnais Front" (BF) for the more internal one. The PF corresponds to the tectonic contact separating the Subbriançonnais domain from external Alps. The BF separates the Subbriançonnais domain and the Briançonnais domain whose ZHB constitutes the most external unit. Nevertheless, at present, we prefer to call this later contact the "Les Encombres Fault" (LEF) in order to distinguish palaeogeographic limit and tectonic contact. The cross-sections presented here are located just East of the LEF and show three tectonic units (**figs. 1 and 2**) which are from West to East: the "Les Encombres" unit, the "La Masse" unit and the "Mont de Pécelet" unit. These units have suffered low grade metamorphism under greenschist facies conditions. The "Les Encombres" unit is made of Permian rocks which are green to violet slates and arkoses. In places, these rocks are overlain by upward facing Triassic quartzites and dolomites. The "La Masse" unit consists of Upper Carboniferous microconglomerates and black slates which are the typical rocks of the ZHB. The "Mont de Pécelet" unit is made up of the "Assise de Courchevel" (megaconglomerates and green to violet slates) described by Fabre (1961). These units have been defined from a stratigraphic point of view as described above but they also correspond to tectonic units which probably correspond to mega-units related to the D1 tectonic event (*see below*). In these units, three major tectonic events followed by a later extensional stage have been evidenced.

The D1 tectonic event (fig. 1 C) is very well evidenced in the "Mont de Pécelet" unit where younger events do not mask the D1 structures. D1 event consists in thin "layers" (a few metres thick) which present a strongly penetrative S1 schistosity, separated by thick S1-undeformed layers. S1 is generally parallel to S0. The younging direction of S0 is similar in all undeformed horizons and will be discussed later. D1 corresponds to the piling up of

units (**fig. 2**), the vergence of which is not well understood yet.

The D2 tectonic event (fig. 1 B and C) is the major folding and cleavage-forming event. S2 schistosity is the regional schistosity and is associated with (1) the flattening of quartz grains in the S2 planes (Aillères *et al.*, 1995) and (2) F2 folds. The present relationships between (1) S1 (parallel to S0) and S2 and (2) the younging direction (towards the East) indicate that these folds, at present, are eastward verging. Their axial planes (S2) are gently dipping to the West. Nevertheless, in the model we discuss later, it looks more likely that these folds were west-verging or were upright F2 folds but have been brought into their present position during later tectonic phases.

The D3 tectonic event (fig. 1 B) corresponds to a kilometre-scale F3 fold corresponding to the fan shape of the S2 schistosity. The hinge of this F3 fold is close to the LEF in the "Les Encombres" unit. Moreover, F3 mesoscopic folds have been evidenced, whose axes are about N20-30°. A non-penetrative S3 schistosity develops in the hinges of the folds and is generally horizontal. This complete wrapping of the S2 schistosity is responsible for the tilting of F2 folds.

The D4 tectonic event (fig. 1 B) corresponds to an extensional motion along the LEF. This normal faulting is only evidenced by the bending of the S3 planes close to the LEF. S3 planes are dipping to the East in the western part of the ZHB and to the West in the eastern part of the "La Masse" unit (**fig. 1 B**). No kinematic criterion has been observed within the mélange belt with gypsum matrix outlining the LEF.

DISCUSSION-CONCLUSION

Structural observations lead to the model described on fig. 2. A further feature questions the D3-D4 relationships: the overall pattern of folds and schistosités is complicated by mesoscopic normal shear zones (NSZ) evidenced in many places within the ZHB and further to the East, since the contact of the ZHB with the Sapey gneisses (Detraz, 1984) shows the same geometry. The NSZ are North-South trending and always dip to the West. They

cross-cut D1 and D2 structures but are difficult to relate precisely to either D3 or D4 since they cannot be observed together. They may be related either to D3 in accommodating a westward motion, if a compressive context is assumed for D3, or to D4 antithetic shear zones associated with the normal faulting along the LEF. In the latter hypothesis, D3 and D4 could represent a unique event, interpreted as a roll-over style deformation.

Nevertheless, the structure and kinematics of the ZHB are similar to what has been described by Platt *et al.* (1989) further to the East in Vanoise, except for the late extensional event. The west dipping seismic reflectors are probably related to the internal structure of the ZHB and the Vanoise. In such an interpretation, they correspond to the signature of the D2 deformation.

Concerning the two bands of east-dipping reflectors, they probably correspond to the signature of east-dipping late detachment (?) faults unrelated to the internal structures of the ZHB. Thus, these two bands cannot only represent the actual traces of the genuine and

original PF and BF as postulated by Mugnier *et al.* (1993) because the two main schistosités (S1 and S2) are parallelized to the LEF, due to a large-scale F3 fold which produces the observed fan structure. In that case, the PF and BF should have partly been reactivated and steepened during a later, probably neoalpine extensional event, such as the late uplift of the external crystalline massifs (Seward and Mancktelow, 1994). The late faults, such as the LEF, are, then, partly superimposed upon the original thrust contacts and are hiding both primary PF and BF. Such a hypothesis may be compared with the complex folded shape of the PF as shown by the Swiss profile NFP-20 (Schmid *et al.*, 1990; Schreurs, 1993; Schmid *et al.*, in press). The large-scale geometry deduced from our data suggests that the main tectonic discontinuities, outlined by gypsum and previously interpreted as the map trace of the PF and BF, may correspond, in fact, to late normal faults which partly rework older weakened zones induced by the BF and PF. In such an interpretation, the original PF should be related to the S1 schistosity.

INTRODUCTION

A l'aplomb de la Zone Houillère Briançonnaise (ZHB), les réflecteurs du profil sismique ECORS-Alpes montrent deux orientations principales à pendages opposés (Bayer *et al.*, 1987). La plus nette correspond à deux bandes denses de réflecteurs rectilignes et parallèles à pendage est. Ces deux bandes sont situées en position externe par rapport à la ZHB. La seconde orientation correspond à de nombreux réflecteurs discontinus à pendage ouest, situés sous la ZHB et la Vanoise. Cette image rappelle la structure en éventail de la ZHB décrite par Favre (1861) et Ellenberger (1958) et reprise par Caby (1963, 1992).

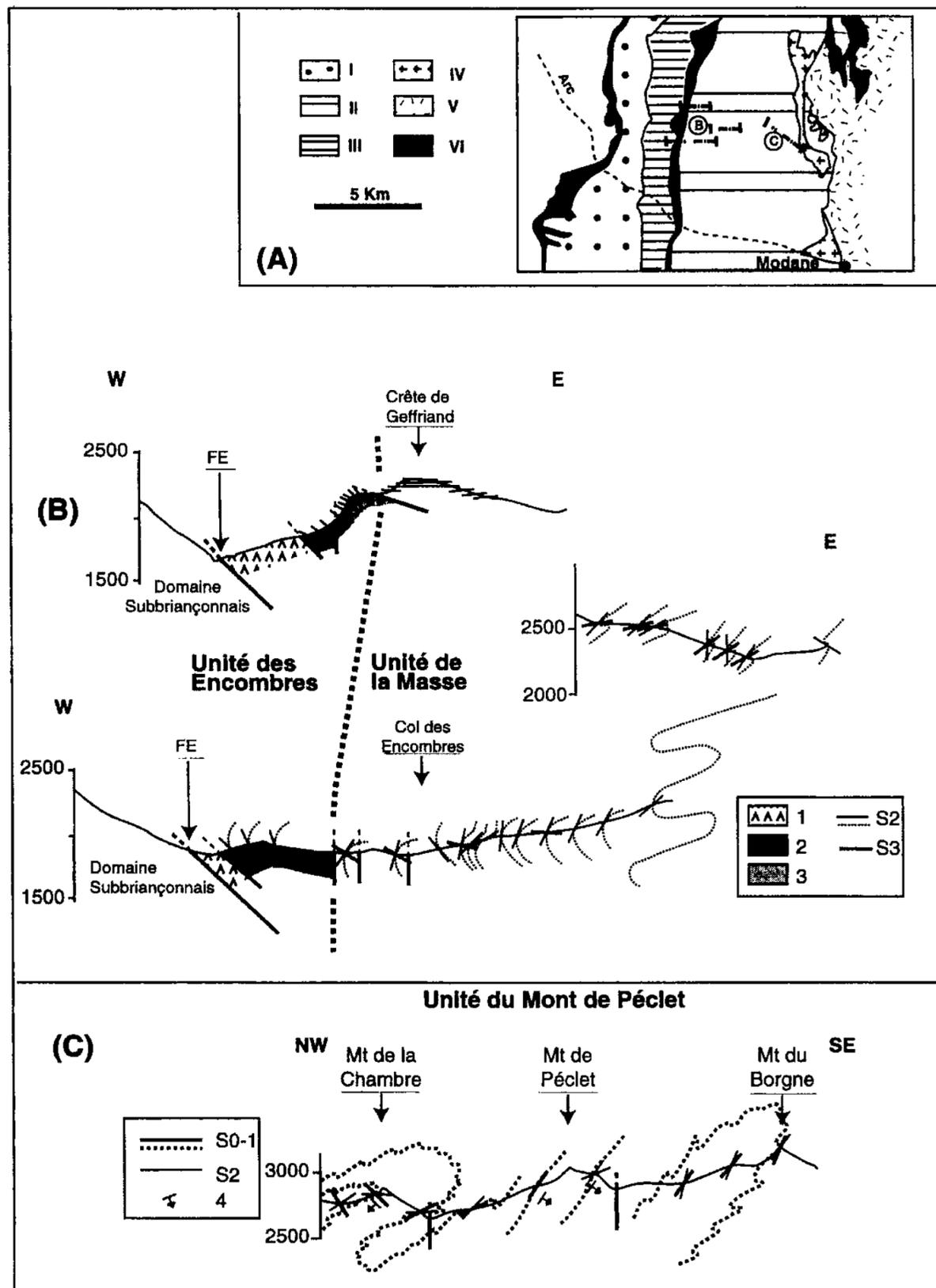
D'après Mugnier *et al.* (1993), la bande de réflecteurs la plus externe correspond à l'accident majeur qui fait reposer la zone subbriançonnaise sur le domaine dauphinois. Pour ces auteurs, cette bande est interprétée comme la signature du « Front Pennique » s.s. (FP). De même la seconde

bande, plus interne, sépare le domaine subbriançonnais de la ZHB et est interprétée comme la trace sismique du « Front Briançonnais » (FB), limitant le domaine subbriançonnais du domaine briançonnais. Nous préférons, cependant, appeler cet accident la Faille des Encombres (FE), afin de bien séparer les notions de limite paléogéographique (BF) et d'accident tectonique.

Dans cette Note, nous présentons de nouvelles données structurales issues de la Vallée des Belleville (département de Savoie, France), juste en arrière de la FE (**fig. 1 A**). Ces observations permettent d'identifier trois événements tectoniques majeurs, eux-mêmes suivis d'un événement extensif. Les relations géométriques entre ces épisodes sont illustrées à l'aide de coupes sériées de la ZHB au Nord de la vallée de la Maurienne. Ces coupes (**fig. 1**) diffèrent très sensiblement des coupes présentées dans la littérature (Debelmas *et al.*, 1988 ; Caby, 1992 ; Aillères *et al.*, 1994) et permettent de proposer une nouvelle interprétation des réflec-

Fig. 1 Schémas microtectoniques de la Zone Houillère Briançonnaise au niveau de la Vallée des Belleville, sans exagération verticale. (A) Cartouche de situation des coupes : (I) Ultra-Dauphinois, (II) Subbriançonnais, (III) Zone houillère, (IV) Gneiss du Sapey, (V) Vanoise et (VI) Zones des Gypses s.l. (B) Les trois coupes ont été replacées relativement à leur position longitudinale ; (1) correspond au gypse, (2) au Permien et (3) au Trias. (C) (4) indique le haut de la polarité stratigraphique. Pour toutes les coupes, les traits pleins correspondent à des mesures, les pointillés à l'interprétation.

Microtectonic sections of the "Zone Houillère Briançonnaise" in the "Vallée des Belleville" with no vertical amplification. (A) Location map of the sections: (1) Ultra-Dauphinois, (II) Subbriançonnais, (III) Zone houillère, (IV) Vanoise, (V) Sapey gneisses and (VI) Gypsum zones s.l. (B) Serial cross-sections, (1) is for gypsum, (2) for Permian, (3) for Triassic. (C) (4) indicates the younging directions. In all sections, continuous lines correspond to measurements, dotted lines to interpretation.



teurs à pendage ouest et est, dans un modèle conceptuel et cinématique de la ZHB (fig. 2).

Par ailleurs, nous distinguons trois unités (fig. 1 et 2) qui sont d'Ouest en Est : l'unité des Encombres, l'unité de La Masse et l'unité du Mont de Pécelet. Ces unités sont définies d'après leur contenu lithologique, mais elles correspondent surtout à des ensembles tectoniques homogènes en relation avec l'événement D1 (voir ci-après). Ces trois unités ont subi un métamorphisme en contexte épizonal, relativement plus faible

au niveau de l'unité des Encombres, la plus externe. D'un point de vue stratigraphique, l'unité des Encombres est constituée d'arkoses et de schistes verts et violets, attribués classiquement au Permien. Par endroits, cette série est surmontée par des niveaux de quartzites triasiques, localement associés à des dolomies jaunes de même âge. La série apparaît donc à l'endroit. L'unité de La Masse est formée de roches typiques de la ZHB qui sont des grès ou des microconglomérats du Carbonifère supérieur alternant avec des niveaux de schistes noirs. L'unité du

Mont de Pécelet est constituée essentiellement par l'assise de Courchevel (mégaconglomérats et schistes verts et violets) décrite par Fabre (1961).

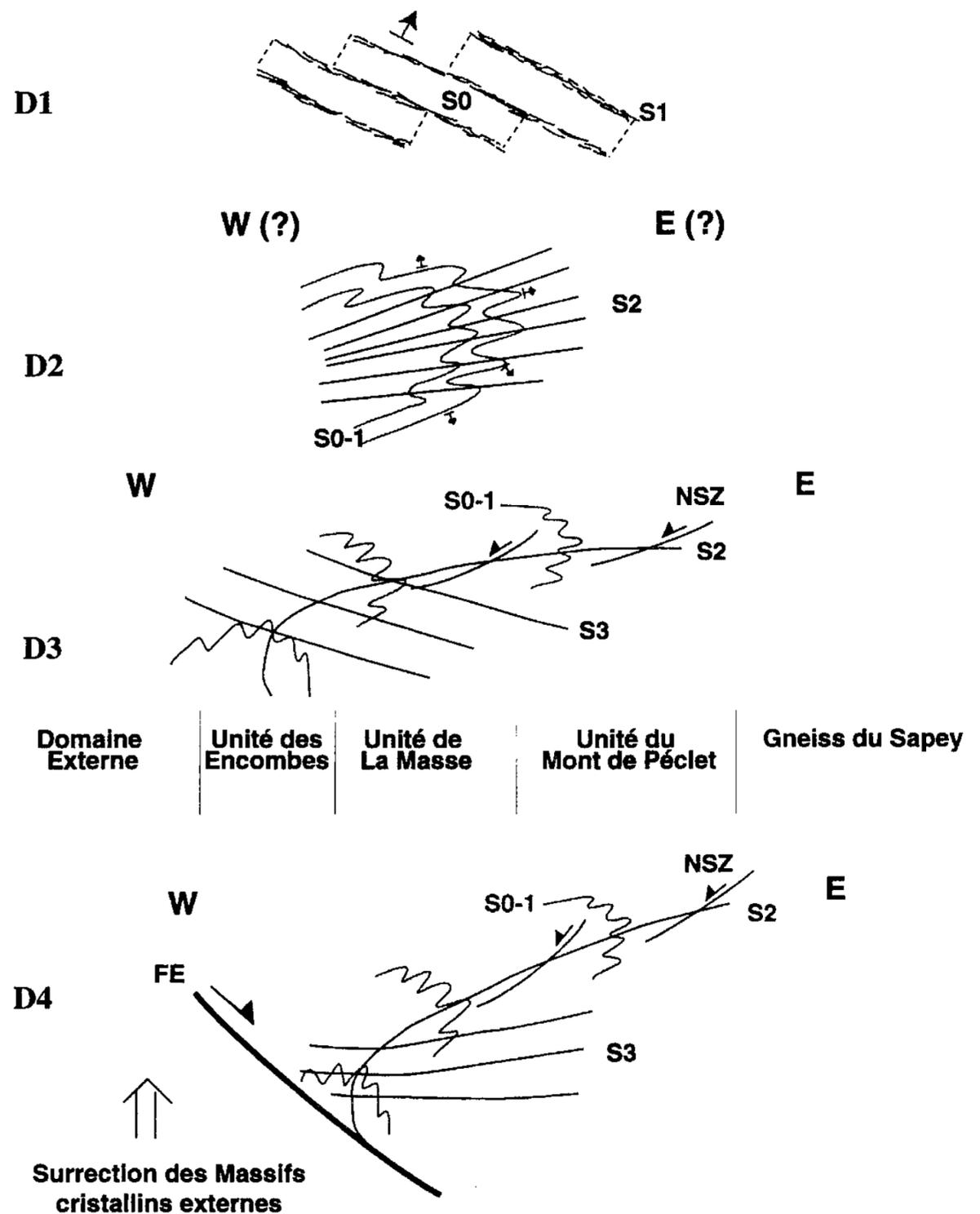
Événement D1 (fig. 1 C)

L'épisode de déformation D1 est très bien caractérisé dans l'unité du Mont de Pécelet, où les phases ultérieures sont soit absentes soit co-axiales et ne masquent donc pas complètement les structures propres à cette phase. D1 correspond à l'apparition très locale (quelques mètres d'épaisseur) de niveaux très déformés, avec développement d'une surface S1 subparallèle à la stratification (S0). La schistosité S1 est localisée dans des bandes métriques, mais non pénétrative à une échelle plurimétrique. Entre les niveaux où S1 est exprimée, la stratification n'est pas déformée par D1. Une linéation E-W et quelques rares critères de rotation (le haut allant vers l'Est dans la position actuelle) semblent pouvoir être associés à ces bandes de déformation. Aujourd'hui, l'ensemble des surfaces S0-S1 dessinent de grands plis isoclinaux (fig. 1 C) en relation avec une phase de déformation ultérieure.

L'ensemble de la structure est interprété comme un empilement d'écaillés (fig. 2) dont la direction de mouvement est inconnue, même si les rares critères dont nous disposons indiquent un transport vers l'Est, dans la position actuelle.

Événement D2 (fig. 1 B et C)

D2 est marqué par une schistosité S2 qui est très pénétrative et représente la schistosité régionale à l'échelle de la ZHB (fig. 1 B et C). Cette schistosité est caractérisée par l'aplatissement de galets de quartz qui ont, par ailleurs, fait l'objet d'une cartographie régionale de la déformation finie (Aillères *et al.*, 1995). Elle est associée au développement de plis synschisteux (P2), à vergence actuelle vers l'Est et dont les plans axiaux sont à pendage faible vers l'Ouest (fig. 1 C). La vergence actuelle des plis P2 n'est probablement que le résultat d'un basculement vers l'Est de plis à vergence originelle inconnue (vergence ouest ou plis droits), comme



le suggère le modèle proposé par la suite (fig. 2). Dans l'unité du Mont de Pécelet, la déformation D2 se traduit par un pli mégascopique dont l'axe tourne de N50° à proximité du Mont de Pécelet à N150° en allant vers le Sud, à la suite de déformations ultérieures qui ne montrent pas de manifestations pénétratives.

Notons ici que, compte tenu de certaines inversions locales des critères de vergence (relation S0-1 et S2 comparée avec la polarité stratigraphique) des plis P2, l'existence de plis isoclinaux de phase 1 (P1) n'est pas à exclure.

Le style de déformation de l'événement D2 correspond à un contexte compressif

Fig. 2 Modèle cinématique conceptuel de la ZHB. S0 à S3 : voir texte.

Kinematic model of the ZHB. S0 to S3: see text.

avec un mécanisme essentiellement en aplatissement, bien démontré par l'absence de linéation et par les données de la déformation finie (Aillères *et al.*, 1995).

Événement D3 (fig. 1 B)

L'événement D3 dessine un pli P3 d'échelle kilométrique qui reprend les structures de D1 et D2 et dont la charnière principale, déjà observée par Fabre (1961, p. 43), se situe au contact de la FE, juste en bordure externe de l'unité des Encombres. Les plans de schistosité S2 sont alors disposés suivant un éventail passant d'un léger pendage vers l'Ouest dans l'unité de La Masse à des pendages très redressés, puis s'inversant vers l'Est dans et au contact de l'unité des Encombres.

Ce pli est associé à de nombreux replis secondaires dont les axes sont orientés N20° à N30°. Les plis P3 présentent, uniquement dans les charnières, une schistosité de plan axial S3 qui est très peu pénétrative. La schistosité de plan axial S3 est statistiquement horizontale, avec des pendages faibles vers l'Est ou l'Ouest. Cet événement est responsable du basculement des plis P2 envisagés précédemment.

Événement D4 (fig. 1 B)

D4 est marqué par le rebroussement de la schistosité S3 à proximité de la FE. S3 passe de pendages faibles vers l'Ouest au niveau de la Pointe de La Masse (à l'Est) à des pendages faibles vers l'Est à proximité de la FE (à l'Ouest). Du fait de la présence d'importantes quantités de gypse, aucun critère cinématique clair n'a pu être observé dans le contact le long de la FE. L'événement D4 peut être interprété comme le résultat d'une évolution tardive de l'ensemble de la ZHB. Il correspondrait à un jeu en faille normale le long de la FE, impliquant le basculement vers l'Ouest des structures D1-2-3 (fig. 2). Le jeu en faille normale n'est argumenté qu'indirectement par le rebroussement de la schistosité S3.

DISCUSSION-CONCLUSION

Les données structurales nous conduisent donc à un modèle d'évolution de la ZHB, décomposé en trois événements majeurs suivis d'une extension (fig. 2). Ce modèle est compliqué par la présence, en de multiples endroits, de zones de cisaillement orientées N-S et à pendage ouest. Le contact entre la ZHB et, à l'Est, les gneiss du Sapey (Detraz, 1984) est du même type. Ces structures montrent un jeu normal. Elles recourent les structures antérieures à D3, mais elles n'ont pu être précisément calées, puisqu'elles n'ont jamais pu être observées en relation directe avec des structures de D3. Les zones de cisaillement normal (ZCN) peuvent très bien s'intégrer dans l'événement D3, en accommodant un mouvement vers l'Ouest des terrains de la ZHB. Dans ce cas, D3 correspondrait à une structure compressive à vergence ouest. Mais les ZCN peuvent aussi être interprétées comme des structures antithétiques associées au jeu normal de la FE et donc appartenir à l'événement D4 selon un modèle de type « roll-over ». Dans cette dernière hypothèse, les événements D3 et D4 ne formeraient alors qu'une seule et même phase.

Quoi qu'il en soit, la structure et l'histoire de la ZHB sont, pour nous, globalement comparables à celles décrites en Vanoise, plus à l'Est (Platt *et al.*, 1989), à l'exception de l'événement extensif tardif. Notons cependant que, du fait de l'importance de D3 et de l'éventail des schistosités S2, l'attitude originelle des structures D2 est inconnue. Leur attribution à des plis « en retour » n'est justifiée que par rapport à la géométrie actuelle. Il apparaît, cependant, que les réflecteurs sismiques à pendage ouest sont parallèles à la structuration interne de la ZHB et de la Vanoise, c'est-à-dire qu'ils apparaissent comme la signature de la déformation D2. Ils correspondraient donc à des événements précoces de l'évolution alpine.

En revanche, les deux bandes de réflecteurs à pendage est peuvent être interprétées comme la signature d'accidents tardifs (FE),

d'âge néoalpin, sans relation évidente avec la structure interne de la ZHB. Ces bandes de réflecteurs ne peuvent donc pas correspondre uniquement à la signature sismique des vrais FP et FB originels, comme le suggèrent Mugnier *et al.* (1993). Mais, il semble plus probable que les FP et FB ont dû, en partie, être redressés et réactivés tardivement, par exemple lors de la surrection des Massifs cristallins externes (Seward et Mancktelow, 1994). Les failles néoalpines, telle que la FE, viennent donc se surimposer à l'ensemble de la structure et surtout aux fronts tectoniques et paléogéographiques originels (FP et FB) en utilisant les régions de plus faible résistance préalablement créées. Même si, par endroits, FB et FE sont confondus, du moins à l'échelle de la carte, il apparaît que les bandes de réflecteurs à pendage est sont la signature des failles normales tardives. Les FP et FB originels, c'est-à-dire les limites de domaines paléogéographiques et tectoniques précoces, sont donc, plus probablement, à rechercher parmi des surfaces équivalentes à des mouvements tan-

gentiels anciens et donc à des surfaces correspondant à la S1. L'interprétation des deux bandes de réflecteurs comme étant la signature sismique de failles récentes permet d'expliquer la pente régulière et la continuité de ces bandes, qui n'est pas compatible avec la géométrie replissée du FP observée en Suisse le long du profil NFP-20 (Schmid *et al.*, 1990 ; Schreurs, 1993 ; Schmid *et al.*, sous presse). Les données cinématiques fiables manquent encore, mais la géométrie d'ensemble évoque plutôt un jeu en faille normale qui est partiellement confirmée par les âges apparents en traces de fission de Seward et Mancktelow (1994) obtenus à l'arrière du Massif du Mont Blanc.

La structure en éventail des schistosités observées dans la ZHB ne peut de toute manière plus être interprétée comme correspondant à une vaste synforme formée de deux antiformes à vergence opposée puisque, dans la partie orientale de la ZHB (région de Modane), il s'agit de mégastructures D2 alors que dans la partie occidentale, ce sont des mégastructures D3.

Remerciements : Nous remercions MM. M. Durand-Delga et R. Trümpy pour les remarques constructives apportées à la clarté de cette Note. Cette Note est la contribution 1092 du CRPG.

AILLÈRES, L., BERTRAND, J. M., MACAUDIÈRE, J. et CHAMPENOIS, M., 1994. Interpretation of seismic data using finite strain in the « zone Houillère Briançonnaise » (French Amps), *In* MONTRASIO, A. et SCIESA, E., éd., *Proceedings of Symposium CROP-Alpi Centrali, Sondrio 20-22 October 1993, Quaderni di Geodinamica Alpina e Quaternaria*, 2, p. 17-22.

AILLÈRES, L., CHAMPENOIS, M., MACAUDIÈRE, J. et BERTRAND, J. M., 1995. Use of Image Analysis in the Measurement of Finite Strain by the normalized Fry method: geological implications for the « Zone Houillère » (Briançonnais zone, French Alps), *Mineral Mag.*, 59, p. 179-187.

BAYER, R., CAZES, M., DAL PIAZ, G. V., DAMOTTE, B., ELTER, G., GOSSO, G., HIRN, A., LANZA, R., LOMBARDO, B., MUGNIER, J. L., NICOLAS, A., NICOLICH, R., POLINO, R., ROURE, F., SACCHI, R., SCARASCIA, S., TABACCO, I., TAPPONNIER, P., TARDY, M., TAYLOR, M., THOUVENOT, F., TORREILLES, G. et VILLIEN, A., 1987. Premiers résultats de la traversée des Alpes occidentales par sismique réflexion verticale (Programme ECORS-CROP), *C.R. Acad. Sci. Paris*, 305, série II, p. 1461-1470.

CABY, R., 1963. Etude géologique et métallogénique du bord interne de la zone houillère et de la bordure des schistes lustrés entre Modane et la Vallée Etroite (Savoie, Haut Val-de-Susa), *Thèse 3^e cycle*, Fac. Sc. Paris.

CABY, R., 1992. Hiérarchie des déplacements et exhumation du socle de la Zone Briançonnaise, des Alpes Cottiennes aux Alpes Graies, *C.R. Acad. Sci. Paris*, 315, série II, p. 1517-1523.

DEBELMAS, J., SHADE, J., FABRE, J., DETRAZ, G., JAILLARD, E., ACCARIE, H., GOFFÉ, B., LISTER, G., PLATT, J. P., PEELS, F., MÉNARD, G., DONDEY, H., LANDES, B., FUDRAL, S. et PACHOUD, A., 1988. *Carte géologique de la France à 1/50 000, feuille de Modane*.

DETRAZ, G., 1984. Les gneiss du Sapey, *Thèse*, Université Grenoble.

ELLENBERGER, F., 1958. Etude géologique du Pays de Vanoise, *Mém. Serv. Carte géol. Fr.*

FABRE, J., 1961. Contribution à l'étude de la Zone Houillère en Maurienne et en Tarentaise (Alpes de Savoie), *Mém. BRGM*, 2, 315 p.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- FAVRE, A., 1861. Notice sur la réunion extraordinaire de la Société géologique de France à St. Jean de Maurienne (Savoie), *Arch. Sci. Phys. Nat. Genève*, XII.
- MUGNIER, J. L., LOUBAT, H. et CANNIC, S., 1993. Correlation of Seismic Images and Geology at the Boundary Between Internal and External Domains of the Western Alps, *Bull. Soc. géol. France*, 164, p. 697-708.
- PLATT, J. P., LISTER, G. S., CUNNINGHAM, P., WESTON, P., PEEL, F., BAUDIN, T. et DONDEY, H., 1989. Thrusting and backthrusting in the Briançonnais domain of the western Alps. In COWARD, M. P., DIETRICH, D. et PARK, R. G., éd., *Alpine Tectonics, Geological Society Special Publication*, p. 135-152.
- SCHMID, S. M., RUESCK, P. et SCHREURS, G., 1990. The significance of the Schams nappes for the reconstruction of the paleotectonic and orogenic evolution of the Pennine zone along the NFP-20 East traverse (Grisons, eastern Switzerland), *Mém. Soc. géol. France*, 156, p. 263-287.
- SCHMID, S. M., FROITZHEIM, N., KISSLING, E., PFIFFNER, A. et SCHÖNBORN, G., 1995. Integrated cross section and tectonic evolution of the Alps along the eastern transect. In HEITZMANN et al., éd., *Deep structure of the Swiss Alps - Results from NFP/PNR 20*, Birkhäuser AG Basel (à paraître).
- SCHREURS, G., 1993. Structural Analysis of the Schams Nappes and Adjacent Tectonic Units - Implications for the Orogenic Evolution of the Penninic Zone in Eastern Switzerland, *Bull. Soc. géol. France*, 164, p. 415-435.
- SEWARD, D. et MANCKTELOW, N. S., 1994. Neogene kinematics of the central and western Alps: Evidence from fission track dating, *Geology*, 22, p. 803-806.
-