Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae

Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft

Band: 84 (1991)

Heft: 2

Artikel: La notion de décrochement dans l'interprétation du profil sismique ECORS-CROP Alpes

Autor: Ricou, Luc-Emmanuel / Dauteuil, Olivier

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-166781

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 03.10.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Eclogae geol. Helv. 84/2: 403–411 (1991)

0012-9402/91/020403-9 $ 1.50 + 0.20/0
Birkhäuser Verlag, Basel

La notion de décrochement dans l'interprétation du profil sismique ECORS-CROP Alpes

Par Luc-Emmanuel Ricou[1]) et Olivier Dauteuil[2])

Mots-clefs: Alpes, ECORS-CROP, Discontinuités verticales, Décrochements.
Key-words: Alps, ECORS-CROP, Vertical discontinuities, Strike-slip faults.

RÉSUMÉ

Les interprétations courantes du profil ECORS-CROP à travers les Alpes mettent l'accent sur les discontinuités à faibles pendages et privilégient le rôle des charriages selon la direction du profil. L'analyse de terrain met en évidence des structures à fort pendage de longueurs hecto- à kilométriques ayant un rôle décrochant. Leur trace a été recherchée sur le profil sismique.

Trois compartiments aux signatures sismiques différentes, sont mis en évidence; ils sont séparés par deux zones majeures d'interruption. Ces zones sont à l'aplomb de deux couloirs de failles sub-verticales. Ces failles ayant une forte composante décrochante, expliquent l'absence de continuité des réflecteurs de part et d'autre. Le découpage en trois compartiments séparés par des décrochements suggère un élément d'une structure en fleur dont le compartiment basal reposerait sur une rampe basale.

ABSTRACT

A standard interpretation of the ECORS-CROP profile through the Alps point out the low-dip discontinuities and emphasizes the role of the thrust planes. As field analysis also shows the existence of some large-scale steep-dip structures which accomodate strike-slip displacement, it is discussed why they are actually not visible on the profile.

A partition into three blocks showing their own sets of the reflectors is evidenced. The two intervening boundary zones correspond to two conspicious zones showing sub-vertical structures at surface and the misfit between neighouring sets of reflection suggest strike-slip displacement. The three blocks are interpreted as elements of a flower structure.

1. Introduction

Le profil sismique ECORS-CROP (fig. 1) qui traverse les Alpes franco-italiennes a fait l'objet d'une publication préliminaire par l'équipe du programme (Bayer et al. 1988), puis d'une réunion publique («Deep structure of the Alps», Paris, 1988), au cours de laquelle ont été présentées diverses communications actuellement en cours de publication dans le Memoire n° 156 de la Société Géologique de France.

[1]) Laboratoire de Geologie structurale- t26-16- U.P.M.C. 4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05, France.

[2]) Nouvelle adresse: Laboratoire de Tectonique, CAESS, Campus Beaulieu, Univ. Rennes, Av. du Général Leclerc, 35042 Rennes Cedex, France.

Comme nous l'avons signalé lors de ce Congrès, l'interprétation proposée sous ses diverses variantes nous semble faire la part trop belle à une conception éminemment classique de la chaîne selon laquelle les déplacements tectoniques essentiels seraient des charriages selon une direction que l'orientation du profil approxime correctement. Une conception alternative, basée aussi bien sur les observations de terrain que sur la place qu'occupent les Alpes occidentales dans le système de collision Afrique-Europe (Ricou & Maury 1983, Ricou 1984, Ricou & Siddans 1986) suggère que les décro-

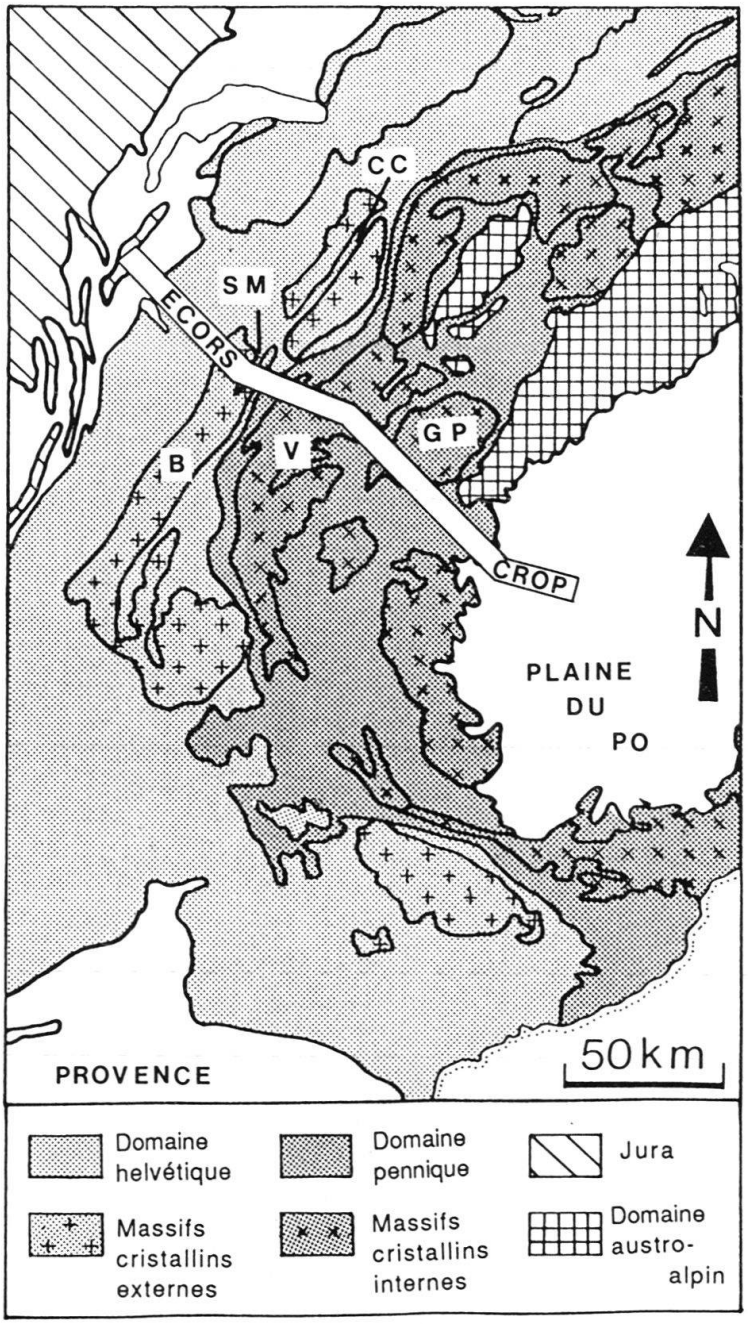

Fig. 1. Carte géologique des Alpes occidentales avec localisation du profil ECORS-CROP. CC: couloir de Chamonix; SM: «synclinal médian» de Belledonne; GP: Grand Paradis; B: Belledonne; V: Vanoise.

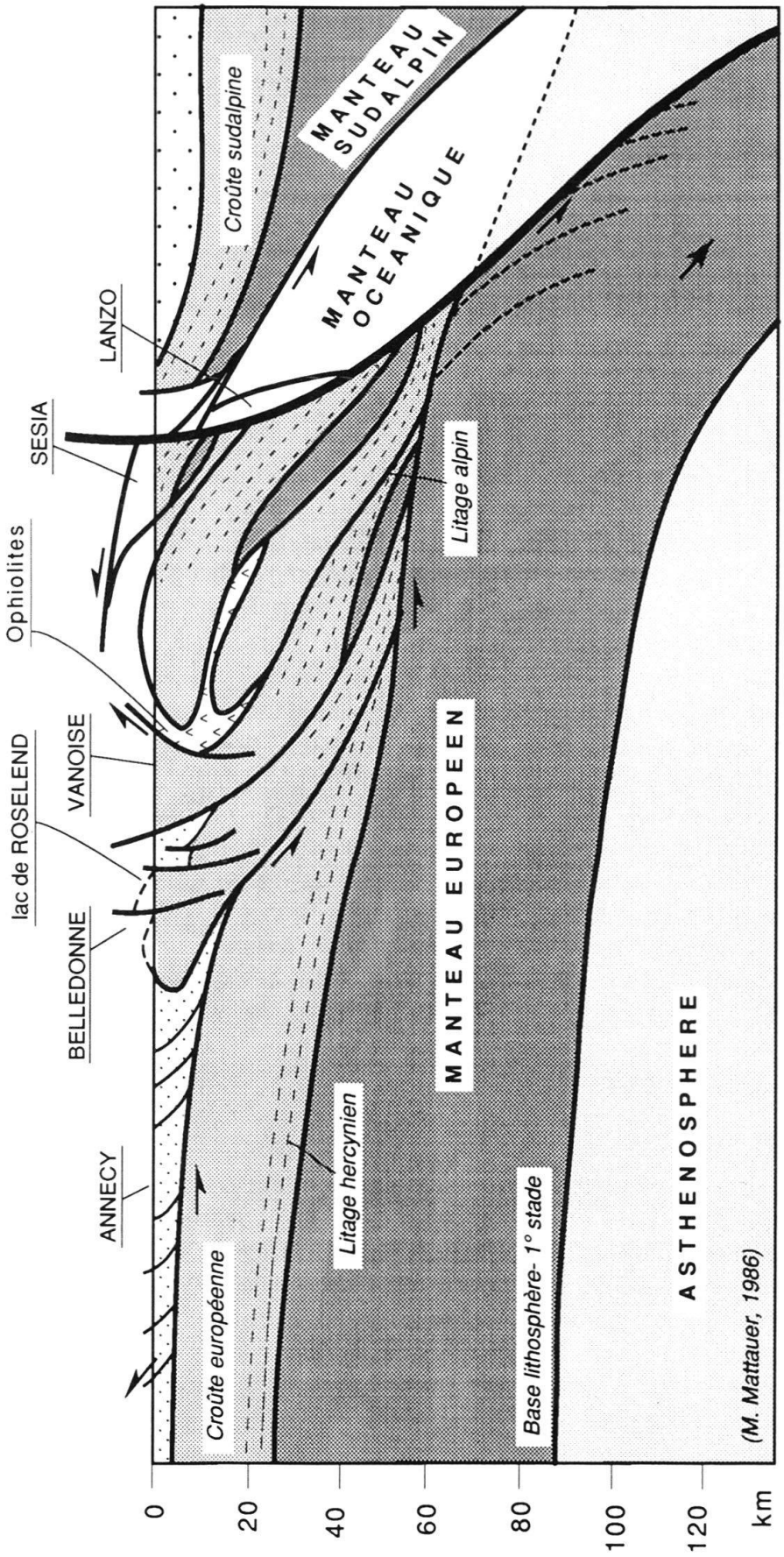

Fig. 2. Coupe géologique prédictive du profil (Mattauer 1986, rapport d'implantation du profil).

chements, pour l'essentiel nettement obliques au profil analysé, pourraient jouer un rôle majeur.

Ce sont des accidents tectoniques à fort pendage et avant même d'interpréter leur jeu tectonique, il s'agit de décider si de telles structures, illustrées par exemple par MATTAUER (1986, ou dans le rapport préliminaire d'implantation) avant la réalisation du profil (fig. 2), jouent un rôle significatif à l'échelle du profil: s'agit-il de structures mineures que par malchance le niveau d'érosion actuel met à valeur et fait surestimer par l'observation de surface; ou bien sont-elles importantes et, dans ce cas, l'outil sismique, quasiment aveugle aux structures à fort pendage, les fait sous-estimer par l'interprétateur?

2. Structures géologiques traversées par le profil

En suivant le tracé du profil d'Ouest en Est, une première structure à fort pendage correspond au «synclinal médian» de Belledonne, terme classique mais peu précis puisqu'il s'agit en fait d'une pincée, d'une étroite bande verticale de terrains mésozoïques coincée entre les deux massifs antiformes de socle, Belledonne interne et externe. Immédiatement à l'Est, le massif de Belledonne Interne est organisé en une série de bandes de socle antiformes, les «claveaux» de BORDET (1963), séparés par de minces lames verticales de terrains mésozoïques. On peut aussi observer, de la route qui emprunte le profil, une lame de cargneules triassiques verticales qui tranche le massif sur 1500 m de hauteur (carte géologique au 1/250 000 d'Annecy). La bordure orientale du massif, que l'on atteint au lac de Roselend, est elle-même une zone verticale qui prolonge au Sud le couloir de failles verticales du Bon Nant (GOURLAY 1986a).

Au delà de ce couloir et jusqu'à la vallée de la Tarentaise dominent les structures à faible pendage vers l'Est. Puis, le profil traverse ce qui est sans doute la plus importante des structures verticales d'âge Eo-Oligocène des Alpes Françaises: l'axe de l'éventail Briançonnais. Il est représenté ici par des terrains carbonifères et permiens dont la foliation varie autour de la verticale. Il est probable aussi qu'un certain nombre de décrochements post-métamorphiques à fort pendage traversent ici le profil (MAURY & RICOU 1983, RICOU 1984).

Au niveau du massif Vanoise-Mt. Pourri, le profil est forcé d'emprunter la vallée de l'Isère et devient quasi parallèle aux structures. Entre les massifs de la Vanoise et du Grand Paradis, il traverse sub-perpendiculairement une série de rouleaux antiformes à axe vertical (observations personnelles). D'échelle modeste sur le terrain, cette structure pourrait se voir attribuer un rôle majeur ou mineur selon les interprétations. Au-delà du dôme antiforme du Grand Paradis, le profil traverse en Italie toute une série d'accidents sub-verticaux bien connus, de Viu-Locana jusqu'à la faille Insubrienne et à la ligne de Canavese elle-même qui sépare les Alpes du bassin du Pô.

3. Analyse du profil ECORS

Toutes les structures à fort pendage sont en premier examen invisibles sur le profil. L'outil sismique n'est pas approprié à leur mise en évidence directe, mais si elles existent réellement il y a des chances pour qu'elles interrompent et/ou décalent les struc-

tures à faible pendage que le profil met en évidence. On s'interdira donc de prolonger les réflecteurs à travers les parties blanches du profil et on soulignera au contraire sur le pointé du profil (fig. 3a) leurs points d'interruption.

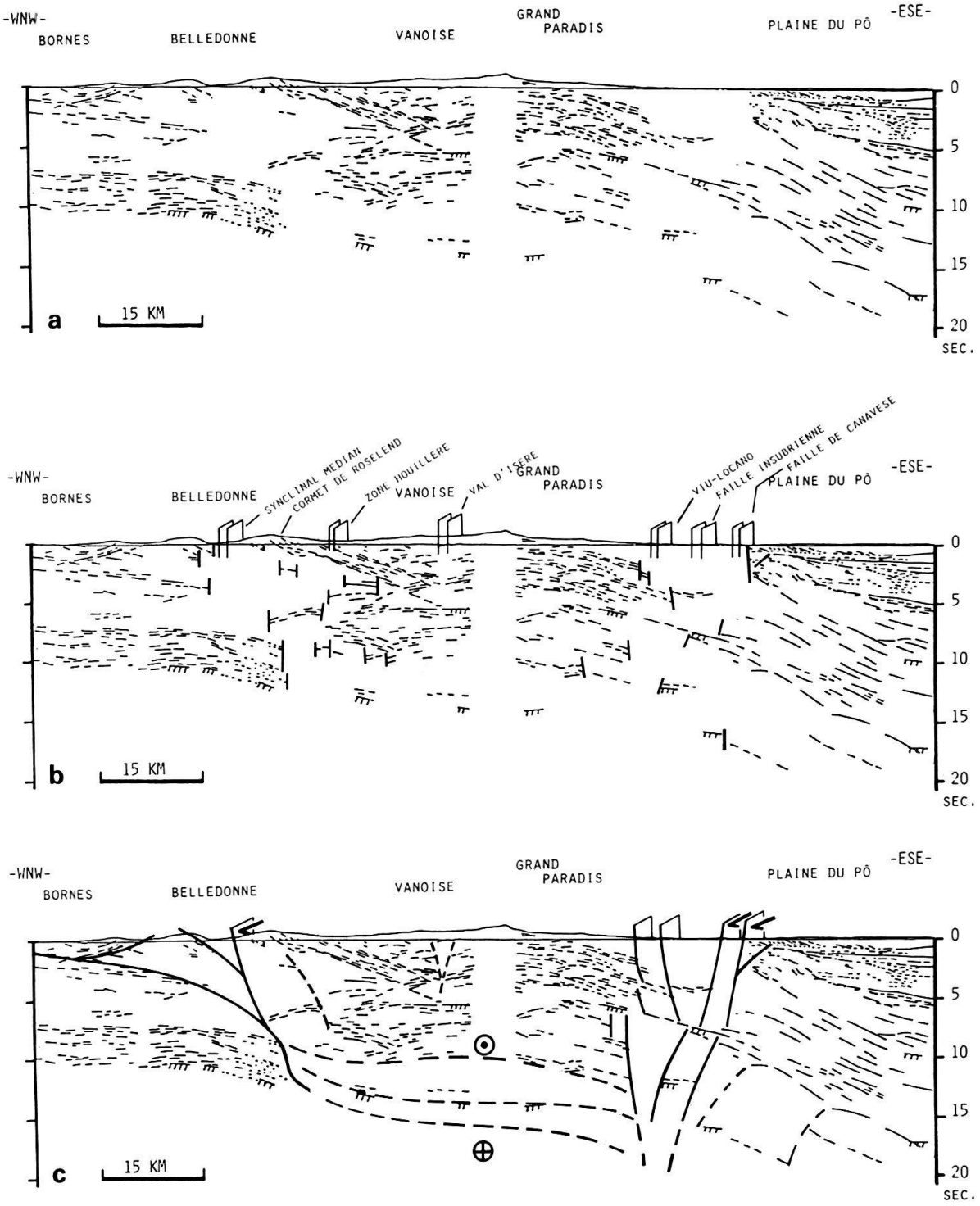

Fig. 3. a: Pointé du profil brut («line-drawing). b: Profil avec discontinuités et structures géologiques verticales. c: Profil avec failles extrapolées en profondeur.

Le profil brut montre trois ensembles majeurs: un ensemble médian complexe entre deux ensembles plus régulièrement organisés, respectivement sous les Alpes Externes et sous la plaine du Pô. Il apparaît ainsi deux zones majeures d'interruption de réflecteurs dans le profil. A l'Est, toute la belle succession de réflecteurs superposés depuis la surface jusqu'au Moho sous la plaine du Pô s'interrompt à l'aplomb de la zone de faille Viu-Locana-Insubrienne. A l'Ouest, les réflecteurs des Alpes Externes s'interrompent à l'aplomb du massif de Belledonne pour la partie superficielle (0–5 sec.), un peu plus à l'Est pour la partie profonde jusqu'au Moho (10–15 sec.). Il est clair que ces zones d'interruption des réflecteurs sont celles-mêmes où le géologue observe en surface des discontinuités physiques à fort pendage.

La zone d'interruption orientale, entre les Alpes et la plaine du Pô correspond très nettement à un beau faisceau de failles subverticales. Si l'on pousse plus loin l'interprétation, on remarque qu'un réflecteur à faible pendage, assez continu, traverse ce faisceau vers 8–10 sec. déportant les parties hautes vers l'Est. Il pourrait s'agir d'une faille normale liée à la surrection de la chaîne alpine et passant en profondeur sous le Grand Paradis. Sur le terrain, il existe en effet des glissements vers l'Est en faille normale dans le massif de la Vanoise au Sud de Val d'Isère (Observations personnelles); c'est le rétro-écoulement classique décrit par Ellenberger (1958). Il faudrait cependant établir soigneusement le partage entre structures d'âges différents car le rétro-écoulement commence pendant le métamorphisme éo-oligocène (Ricou et al. 1988). La zone d'interruption occidentale, à l'aplomb de Belledonne, correspond en surface au «synclinal médian» du massif tandis qu'en profondeur elle est située plus à l'Est. Ce décalage peut être mis en relation avec le charriage de Belledonne Externe sur l'avant-pays. En Vanoise, les rouleaux de Val d'Isère apparaissent bien à l'aplomb d'une zone de discontinuité verticale d'importance secondaire. Par contre, une série de réflecteurs à faible pendage traverse sans encombre la zone houillère à foliation redressée; on peut penser que ces réflecteurs correspondent à des cisaillements plus récents que la foliation (d'âge Eo-Oligocène) de la zone houillère. On vérifie sur le terain (v. plus bas et fig. 4) qu'il s'agit bien de cisaillements tardifs et selon une direction d'ailleurs fortement oblique au profil.

La mise en évidence de discontinuités à fort pendage d'échelle crustale soulève la question de la nature du jeux de ces accidents. On peut proposer la règle simple suivante inspirée de Christie-Blick & Biddle (1985): si un déplacement dans le plan du profil permet de réajuster les séquences de réflecteurs de part et d'autre des zones de discontinuités, on peut admettre que le déplacement réel est essentiellement de type normal ou inverse; sinon il y a une composante non négligeable perpendiculairement au profil, c'est-à-dire en décrochement. Dans le cas qui nous intéresse, la belle séquence de réflecteurs du Pô à l'Est et celle de l'avant-pays européen à l'Ouest ne peuvent plus être reconnues au centre, au delà des discontinuités à fort pendage. Il y a donc là présomption de décrochements sur les deux zones de discontinuités à faible pendage, ce qui s'accorde avec les observations de décrochements faites en surface.

4. Interpretation et discussion

Une analyse tectonique de la région du Mont Blanc, située au Nord du profil (Gourlay 1986b) montre que le déplacement d'âge éocène-oligocène s'est opéré vers

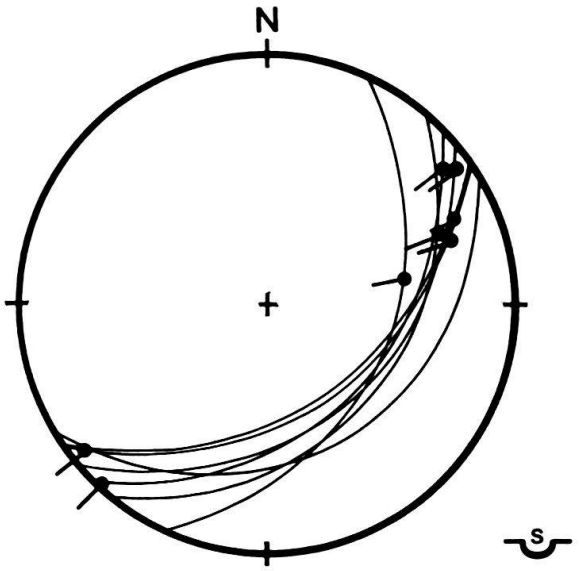

Fig. 4. Diagramme des plans de cisaillement avec leur sens de cisaillement au niveau du lac de Roselend.

le Nord, des accidents subverticaux orientés Nord-Sud jouant alors en décrochement sénestre; mais ensuite, il s'est progressivement orienté vers l'Ouest. En conséquence, le jeu post-oligocène est en décrochement dextre sur le synclinal de Chamonix (Gourlay & Ricou 1983), accident qui se prolonge par le «synclinal médian» au travers du profil comme on peut le vérifier sur le terrain immédiatement au Nord et au Sud du village de Beaufort. Nous interprétons donc la zone occidentale d'interruption des réflecteurs par le jeu de décrochements dextres post-oligocènes sub-perpendiculaires au profil.

Les structures verticales que l'on rencontre depuis le lac de Roselend jusqu'à la zone houillère sont recoupées par des plans de cisaillement à faible pendage vers l'Est qui correspondent sans doute aux réflecteurs à faible pendage que montre ici le profil car le plus remarquable d'entre eux affleure justement au lac de Roselend en recoupant les structures verticales antérieures. On vérifie que le cisaillement sur ce plan s'effectue vers le Sud-Ouest (fig. 4), c'est-à-dire perpendiculairement au profil sismique ce qui est en accord avec le champ régional de déformation (Gourlay 1986) pour l'étape post-oligocène et en particulier avec le jeu décrochant dextre sur le «synclinal médian» à Beaufort.

Ce réflecteur peu penté a été interprété comme charriage pennique frontal (Bayer et al. 1987), ce qui n'est pas vraiment inexact mais évoque un charriage vers le Nord-Ouest traduisant la collision éo-oligocène alors qu'il s'agit d'un accident récent à cisaillement vers le Sud-Ouest ayant plus valeur de rampe latérale que de charriage selon la ligne de plus grande pente.

A l'échelle des Alpes, on sait que le décrochement dextre en synclinal de Chamonix se raccorde vers le Nord à la faille normale du Simplon qui décale les isogrades du métamorphisme lépontin et dont le rejet vertical peut être estimé à 12 km (Steck 1987). C'est un accident majeur de l'organisation tectonique récente de l'arc alpin (fig. 1). Comme il plonge en direction du profil, on peut supposer qu'il se prolonge au

plancher du compartiment médian, dessinant un raccord à faible pendage entre les deux zones de décrochement majeures comme suggéré sur la fig. 3b.

L'architecture fondamentale du profil s'interprète alors comme une structure en fleur liée à un système de décrochements dextres perpendiculaires au profil et non pas à un système de nappes progressant vers le Nord-Ouest parallèlement au profil. Le système décrochant lui-même apparaît lié à un processus d'expulsion où la poussée du promontoire apulien induit un échappement des Alpes Françaises vers l'Ouest, le Sud-Ouest et même franchement le Sud.

5. Conclusions

Notre interprétation est basée sur la coïncidence entre les structures à fort pendage de la surface et les interruptions de réflecteurs à faible pendage en profondeur. Cette coïncidence montre que les interruptions ne peuvent pas être négligées comme de simples artefacts et le résultat obtenu présente l'avantage de mettre en accord l'analyse tectonique de surface avec les données plus profondes.

L'interprétation proposée ici reste au niveau des grandes masses et c'est bien à ce niveau que nous voulons discuter les interprétations antérieures qui n'examinent pas l'hypothèse de déplacements significatifs non parallèles à la direction du profil. Aller plus loin demanderait un réexamen pas à pas du terrain, le profil en main. L'exemple du lac de Roselend où le cisaillement, sur un accident qui semble bien l'émergence d'un beau réflecteur, est à 90° de la direction du profil semble significatif.

Nous ne prétendons pas que le profil à lui seul démontre l'existence de décrochements, mais que la prise en compte des décrochements permet de réinterpréter certaines des caractéristiques essentielles et tout d'abord un découpage fondamental en trois ensembles, typique d'une structure en fleur à grande échelle.

BIBLIOGRAPHIE

Bayer, R., Cazes, M., Dal Piaz, G.V., Damotte, B., Elter, J., 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. & Villien, A. 1988: Premiers résultats de la traversée (Programme ECORS-CROP). C.R. Acad. Sci., Paris II, 305 1, 461–470.

Behrman, J.H. 1988: Crustal scale extension in a convergent orogen: the Sterging Steinach mylonite zone in the Eastern Alps. Geodin. Acta 2, 63–73.

Bordet, P. 1983: Déformations anciennes, récentes et actuelles dans les massifs cristallins externes des Alpes françaises. Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. Grenoble 39, 173–198.

Carte Géologique de France d'Annecy: 1/250 000, 1979, Bur. Rech. Géol. Min. Orléans.

Chantraine, J. 1988: Forage scientifique de Sancerre-Couy (Cher). Socle: données préliminaires. G.P.F.; document du Bur. Rech. Géol. min. n° 137, 328p.

Christie-Blick, N. & Biddle, K.T. 1985: Deformation and basin formation along strike-slip faults: In: Strike-slip deformation, basin formation and sedimentation (Ed. by Biddle, K.T. & Christie-Blick, N.). S.E.P.M. Oklahoma, USA, 1–34.

Ellenberger, F. 1958: Etude géologique du Pays de Vanoise. Mém. Serv. Carte géol. France.

Gourlay, P. 1986a: La déformation du socle et des couvertures delphino-helvétiques dans la région du Mont-Blanc (Alpes occidentales). Bull. Soc. Géol. France, (8), II, n° 1, 159–169.

— 1986b: Chevauchements et décrochements alpins aux limites du massif du Mont-Blanc (Alpes occidentales). Mém. Sci. Terre Univ. P. et M. Curie, 86–3. Thèse de Doct. Univ. Paris 6.

GOURLAY, P. & RICOU, L.E. 1983: Le jeu décrochant dextre tardif de la suture de Chamonix (Alpes françaises et suisses). C.R. Acad. Sci., Paris, II, 296, 927–932.

LEMISKI, P.J. & BRONON, L.D. 1988: Variable crustal structure of strike-slip fault zones as observed on deep seismic reflection profiles. Geol. Soc. Am. Bull. 100, 665–676.

MATTAUER, M. 1986: Intracontinental subduction, crust-mantle décollement, and crustal-stacking wedge in the himalayas and other collision belts. In: Collision Tectonics (Ed. by COWARD, M.P. & RIES, A.C.), 37–50, London.

MAURY, P. & RICOU, L.E. 1983: Le décrochement subbriançonnais: une nouvelle interprétation de la limite interne-externe des Alpes franco-italiennes. Rev. Geol. Dyn. Geog. Phys. 24, 3–22.

RICOU, L.E. 1984: Les Alpes Occidentales: chaînes de décrochement. Bull. Soc. Géol. France, (7), XXVI, n° 5, 861–874.

RICOU, L.E. & SIDDANS, A.W.B. 1986: Collision tectonics in the Western Alps, in: Collision Tectonics (Ed. by COWARD, M.P. & RIES, A.C.), 229–244, London.

STECK, A. 1987: Le massif du Simplon – Réflexions sur la cinématique des nappes de gneiss. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 67, 27–45.

Manuscrit reçu le 14 novembre 1989
Révision acceptée le 22 janvier 1991