

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 62 (1969)
Heft: 1

Artikel: Déformations des séries autochtone et helvétique au SE du massif du Mont Blanc
Autor: Ayrton, Stephen
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-163691>

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: 27.04.2026

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

Déformations des séries autochtone et helvétique au SE du massif du Mont Blanc

par STEPHEN AYRTON

Université de Lausanne, Laboratoire de Minéralogie et de Pétrographie

ABSTRACT

The Autochthonous and Helvetic rocks SE of the Mont Blanc massif have undergone three main phases of deformation. These are represented by: l_1 , a strong and generally sub-vertical mineral lineation, f_2 , s_2 , and l_2 in the form of similar isoclinal folds with related axial plane cleavage and lineation, and f_3 , s_3 , which include various brittle structures and their derivatives (kink-bands, knick-zones, chevron folds, concentric folds, flexures, conjugate and en échelon structures, tension gashes – often sigmoidal –, a very coarse cleavage, etc.). Considerations on the chronological order (kinematic sequence), the extent and meaning of these structures suggest that weak alpine metamorphism, which has led to recrystallisation and the formation of new minerals, is synkinematic (and possibly somewhat post-kinematic) in relation to the first phase of deformation.

RÉSUMÉ

Les trois phases principales de déformation qui ont affecté l'Autochtone et l'Helvétique au SE du massif du Mont Blanc sont représentées par: l_1 , une linéation minérale fortement marquée et généralement sub-verticale, f_2 , s_2 et l_2 , soit des plis isoclinaux similaires bien développés, accompagnés d'un clivage axial et d'une linéation d'intersection, et f_3 , s_3 , qui englobent un ensemble de structures de type cassant, ainsi que les structures qui en dérivent (zones de cisaillement: «kink-bands» etc., fissures de tension sigmoïdes, plis en chevrons, flexures, structures conjuguées et échelonnées etc., parfois un clivage très grossier). Des considérations sur l'ordre chronologique, l'étendue et la signification de ces structures suggèrent qu'un certain métamorphisme alpin, qui se traduit par des manifestations de recristallisation et de néoblastèse, est synchrone de la première phase.

Dans le cadre des travaux actuellement en cours et relatifs à la cinématique de l'Autochtone, du Parautochtone, et de l'Helvétique, il nous a paru utile d'exposer quelques observations faites dans le Val Ferret, et en particulier dans les parois du flanc W de la Combe des Fonds. Le propos de cette note est d'esquisser la séquence des événements majeurs qui ont déformé ces séries.

Il n'est pas nécessaire de revenir sur le détail de la stratigraphie de cette zone, bien connue depuis l'excellent travail de GRASMÜCK (1961). Cet auteur a d'ailleurs effectué des observations d'ordre tectonique, qui traduisent la complexité structurale de cette zone.

Les parois du flanc W de la Combe des Fonds (Fig. 1) sont constituées de calcaires gris, souvent sombres, plaquetés, voire schisteux. Il s'agit de Malm, qui appartient en fait à l'unité basale de la série helvétique, d'après GRASMÜCK, et non pas à la couverture autochtone *sensu stricto* du massif du Mont Blanc. Les couches sont fortement redressées, le pendage moyen étant de 65–70° vers l'ESE.

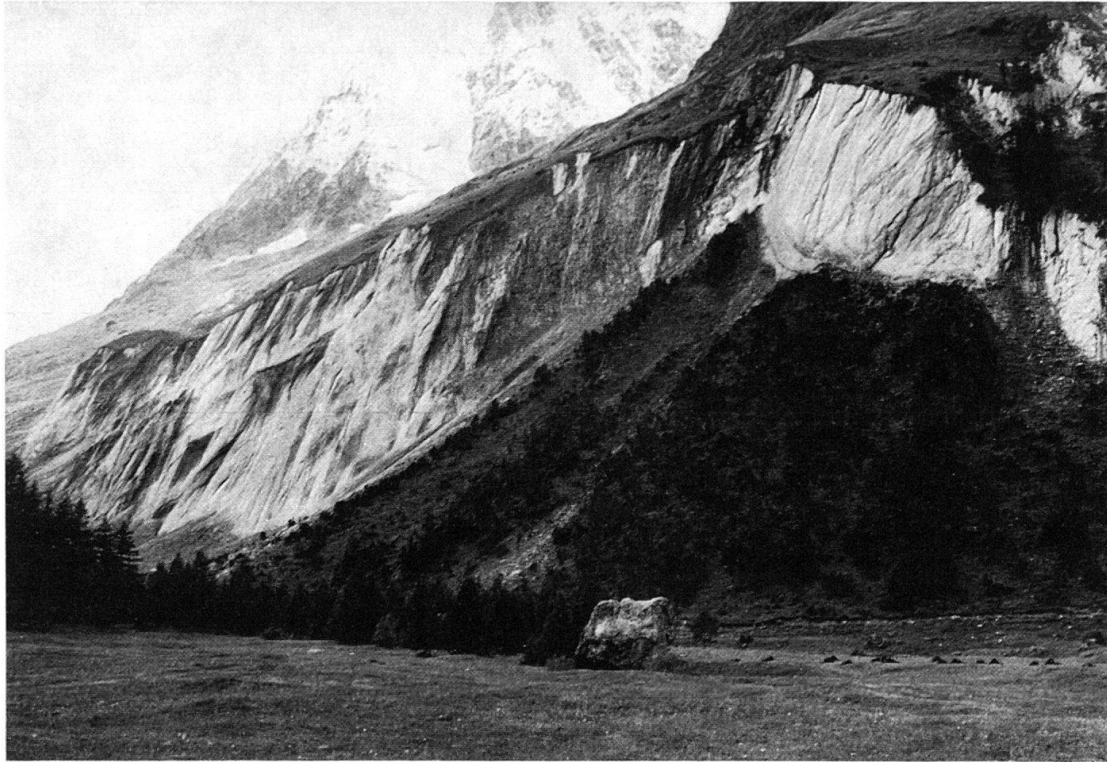


Fig. 1. Calcaires gris du Malm appartenant à la zone basale de l'Helvétique, avec zones de cisaillement bien marquées F_3 . L'une d'elles a déterminé la surface supérieure de ces parois. Combe des Fonds. Vue prise de La Fouly.

L'analyse structurale a révélé l'existence de trois types principaux de structures correspondant à trois stades distincts de déformation, à trois événements tectoniques. Chaque type diffère des deux autres par ses caractéristiques géométriques, son mécanisme de formation, et par l'état du matériel au moment de sa naissance, ce qui entraîne des considérations sur les conditions physiques du milieu au cours de cette séquence déformationnelle.

Voici la description des trois types de structures pris dans un ordre chronologique :

1) le plus ancien (F_1) est constitué essentiellement par une linéation¹⁾ très marquée, très visible de loin, ubiquiste, que nous appellerons l_1 . Elle est presque toujours sub-verticale, souvent parallèle au pendage des couches. En dehors des zones affectées par la troisième phase de déformation, son orientation est assez régulière.

Il est extrêmement probable que cette linéation correspond à l'intersection d'une schistosité avec la stratification, et à des plis similaires isoclinaux, mais une forte recristallisation au sein de la roche (les calcaires sont marmorisés) en empêche l'observation. Il semble bien, d'autre part, que l_1 corresponde à un étirement («stretch lineation»), et à une orientation minérale.

2) le type suivant (F_2) se marque, à la Combe des Fonds, par des plis similaires isoclinaux (f_2), à plan axial fortement incliné à l'ESE, dont l'amplitude est de l'ordre du mètre ou du décamètre (Figs. 2, 3, 4). Certains se poursuivent verticalement sur une quarantaine de mètres. L'angle au sommet est très aigu (environ 150°). A ces plis

¹⁾ Les termes «linéation», «clivage» et «schistosité» sont utilisés dans le sens des auteurs anglo-saxons (voir en particulier WILSON, 1961).

correspond un clivage axial (s_2) qui débite la roche en microlithons de 1 à 5 mm d'épaisseur. C'est un «strain-slip cleavage» classique. L'intersection de ce clivage avec la stratification donne une seconde linéation l_2 , laquelle, contrairement à l_1 , n'est que rarement visible. Ici, ce sont plutôt les plis et le clivage qui ressortent, mais il faut encore pour cela que la lithologie soit favorable, ce qui est généralement fonction de la teneur en argile et silt du calcaire, et de la puissance des bancs. Aussi ne peut-on que supposer, à l'heure actuelle, que cette phase de déformation s'est également manifestée de manière ubiquiste.

Certains niveaux plus massifs, et peut-être plus riches en quartz, sont boudinés. L'allongement des boudins est parallèle à l'axe des plis f_2 , ce qui suggère que ces deux structures sont étroitement liées. Une extension dans le sens de f_2 produit localement des diaclases a/c , et parfois aussi du boudinage en «tablette de chocolat». Toutefois, une part du boudinage doit éventuellement être attribuée aux effets de la troisième phase de déformation.



Fig. 2. Plis isoclinaux f_2 (d'une dizaine de mètres d'amplitude) et zones de cisaillement F_3 . Sous le pt. 1766. Combe des Fonds.



Fig. 3. Plis isoclinaux f_2 (d'une dizaine de mètres d'amplitude) et zones de cisaillement F_3 . Sous le pt. 1766. Combe des Fonds.

Les plis f_2 plongent en moyenne, comme le dit très justement GRASMÜCK, de 15 à 35° vers le NNE ou le NE. Le clivage axial est généralement plus incliné que les couches avec un pendage moyen orienté NNE/65–75° ESE (traduisant une prédominance de flancs normaux), ce qui fait ressortir le sub-parallélisme entre la stratification et le plan axial des structures f_2 .

3) La dernière catégorie (F_3) comprend en fait toute une série de structures de style cassant («brittle»). Il s'agit surtout de zones de dislocation («kink-bands», «knick-zones», etc.), souvent échelonnées et parfois conjuguées (voir Figs. 5–8). Certaines sont encore marquées par des veines généralement sigmoïdes à quartz-calcite. Dans les lithologies finement stratifiées se développent parfois des plis en chevron ou en accordéon, dont le plan axial est souvent sub-horizontale, et quelquefois souligné par une zone de broyage (avec calcitisation), voire encore par un clivage très grossier. A cela correspondent des flexures ou des plis concentriques dans les niveaux plus massifs, ainsi que des bombements irréguliers.

C'est là tout un cortège de structures (que nous appellerons s_3 , f_3 , l_3) caractérisées par un mécanisme de mouvement couche-sur-couche mis en évidence par de nombreuses stries plus ou moins calcitisées, et engendré dans des zones de cisaillement localisé.

Les «kink-bands» sont distribués en deux systèmes conjugués principaux (ou de premier ordre), inégalement développés. Il arrive souvent que seul l'un d'eux soit



Fig. 4. Plis isoclinaux f_2 (d'une dizaine de mètres d'amplitude) et zones de cisaillement F_3 . Sous le pt. 1766. Combe des Fonds.

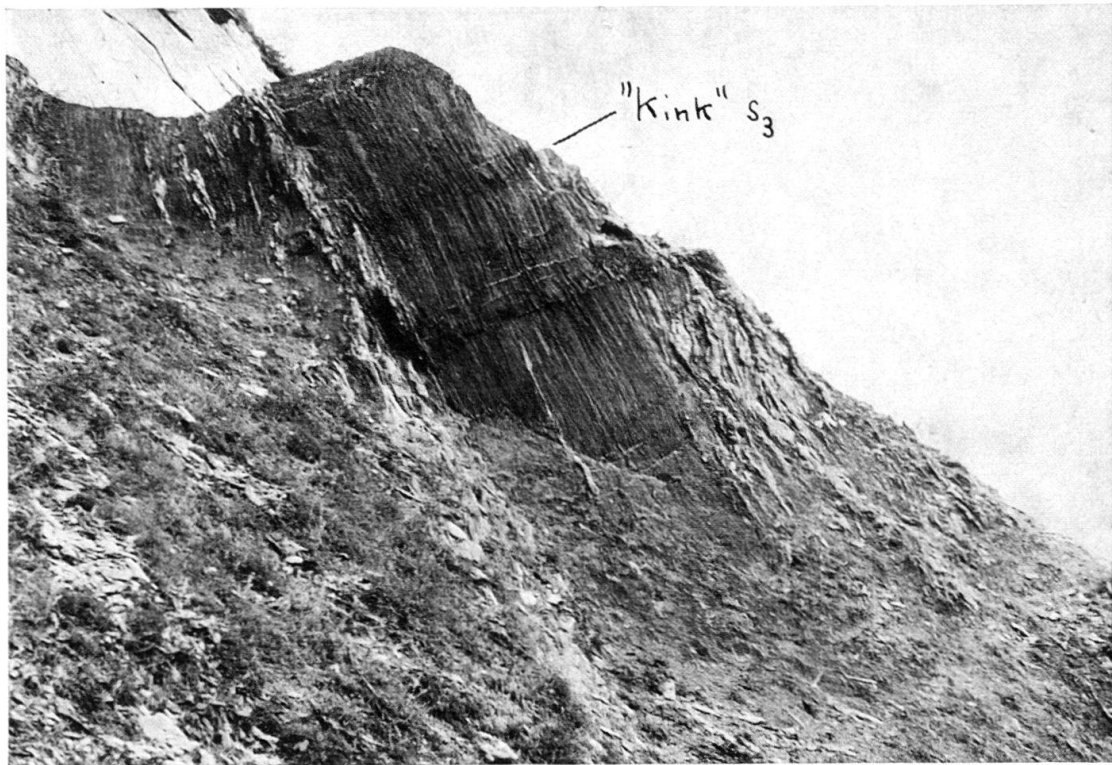


Fig. 5 «Kink-bands» et veines de calcite-quartz F_3 . Les «kinks» sont larges d'environ 10 cm. Sur la Lys. Combe des Fonds.

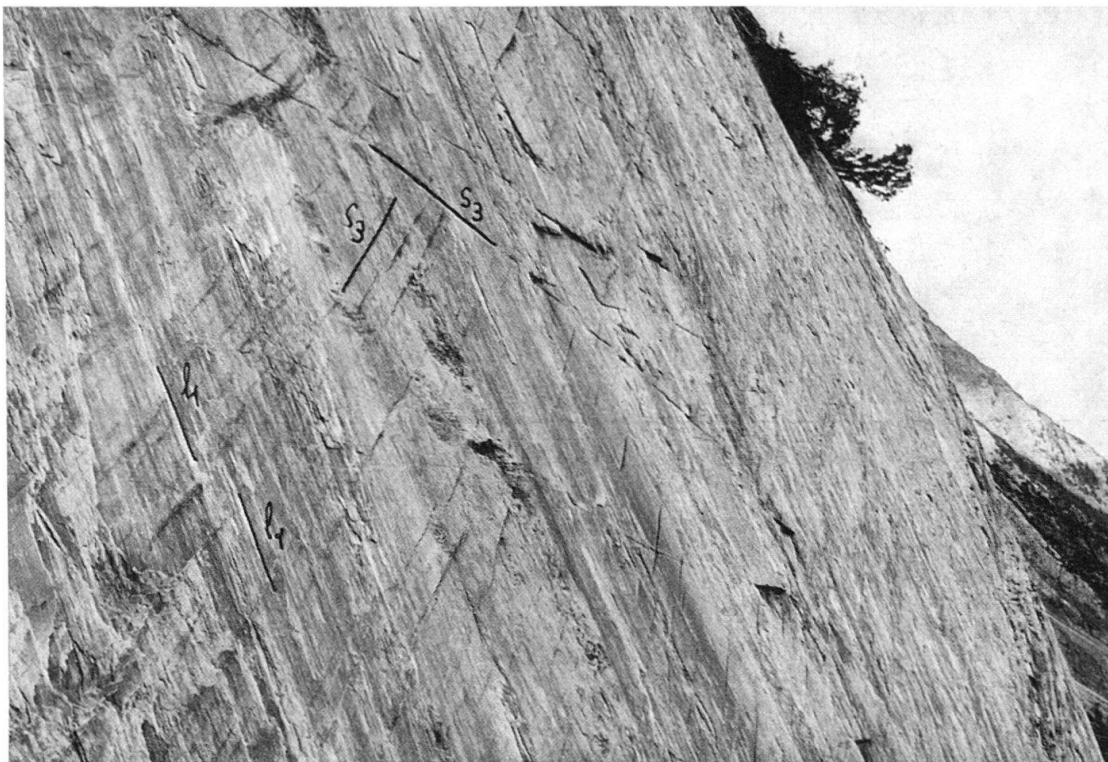


Fig. 6. Linéation verticale l_1 et fissures conjuguées F_3 . Sur la Lys. Combe des Fonds.

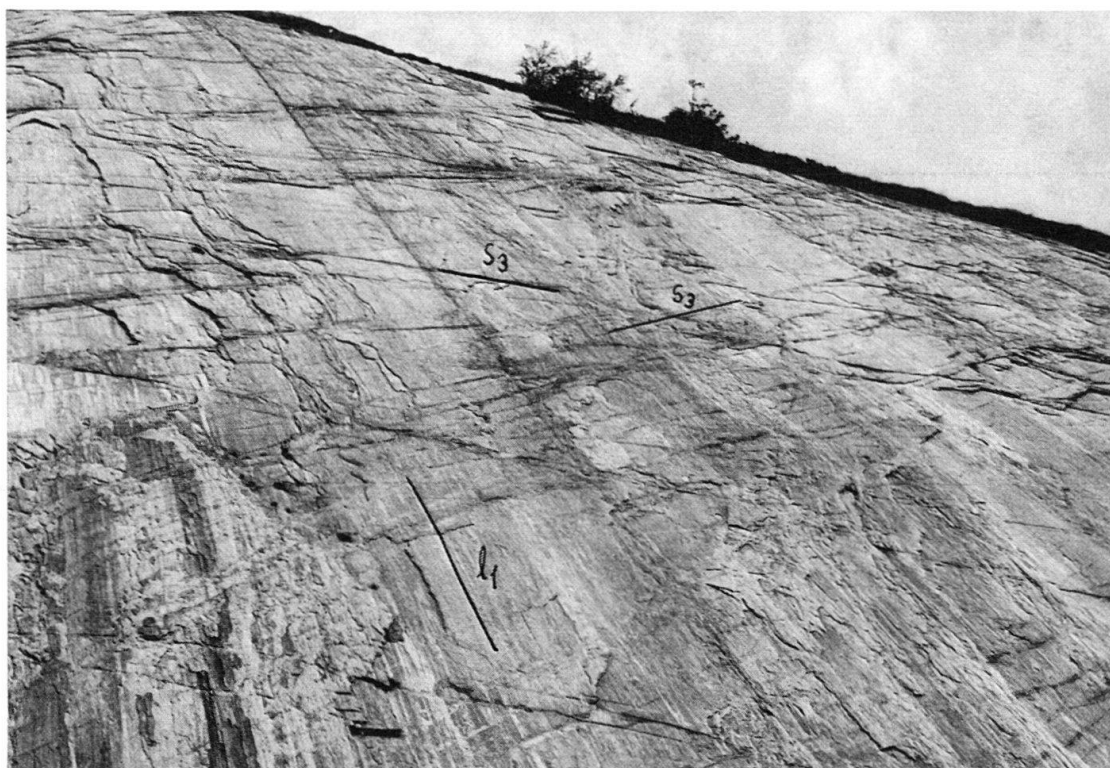


Fig. 7. Linéation verticale l_1 et structures conjuguées F_3 (zones de cisaillement, fissures calcitisées, flexures etc.). Paroi haute d'une vingtaine de mètres. Sur la Lys. Combe des Fonds.



Fig. 8. Linéation l_1 , boudinage F_2 et flexures f_3 (avec, localement rupture de la charnière – sur la droite de l'image). Sur la Lys. Combe des Fonds.

représenté. Le système prédominant est orienté au NNW et pend de 30 à 35° à l'WSW. L'autre a environ la même direction et pend d'une quinzaine de degrés vers l'E. Vers l'extrémité N de cet affleurement, l'importance du système prédominant apparaît clairement, les «kink-bands» plongeant vers l'WSW étant plus nombreux, plus serrés, et plus marqués. Ces structures sont d'ailleurs souvent confondues avec les zones à fissures calcitisées sigmoïdes. Leur géométrie indique dans de nombreux cas un déplacement du compartiment supérieur vers l'W.

L'ordre chronologique de ces trois phases de déformation est fondé sur les observations suivantes :

a) l_2 se superpose à l_1 , de façon très nette. L'ancienne linéation est déformée dans un plan, ce qui démontre le mécanisme «similaire» des plis f_2 . On sait en effet que, dans le cas des plis de clivage qui se superposent à une ancienne linéation, celle-ci se projette en diagramme de WULFF selon un grand cercle. Il faut pourtant relever qu'un autre mécanisme n'aurait pas non plus produit beaucoup d'effet sur l_1 , car les lignes directrices des deux phases de déformation sont sub-orthogonales.

b) f_3 déforme toutes les autres structures, et en particulier l_1 et l_2 (voir Figs. 9 et 10). Là, le caractère surtout concentrique du mécanisme de déformation ressort par le fait que ces linéations sont nettement tordues : leur projection en diagramme de WULFF dessine un petit cercle.

Certaines failles, que nous ne traiterons pas ici, sont probablement postérieures à F_3 .

Considérons maintenant l'étendue de chacun des trois types de structures. La linéation l_1 est fort répandue. On la retrouve souvent dans l'Autochtone, dans le Parautochtone, dans l'Helvétique (voir à ce propos AYRTON et BADOUX, 1966). En général, elle plonge vers l'ESE ou le SE. Les plis f_2 de la deuxième phase correspondent en tout cas géométriquement, aux grandes structures alpines, et aux nappes en parti-



Fig. 9. Linéation l_1 déformée par flexure f_3 (un stylo donne l'échelle). Noter les fissures de tension dans le coin supérieur droit. Sous le pt. 1766. Combe des Fonds.

culier. Leur extension est également régionale, même s'ils ne sont pas toujours visibles. Quant aux structures de la dernière phase, leur distribution n'est pas uniforme. Elles sont concentrées en certaines zones préférentielles, où se sont manifestés des mouvements de cisaillement tardif. Malgré leur caractère sporadique, et la variation de leur degré de développement, on peut dire qu'elles ont également une importance régionale, car on les retrouve dans de nombreuses formations: Helvétique, Flysch parautochtone, Autochtone et Parautochtone de la zone synclinale de Martigny–Chamonix. C'est là d'ailleurs qu'elles sont le mieux représentées (elles font l'objet d'une étude spéciale, actuellement en cours, dans le cadre de la description régionale de cette zone).

Si nous avons esquissé une signification possible pour f_3 , et suggéré une corrélation possible avec la grande tectonique pour f_2 , il est plus difficile de saisir le sens orogénique de l_1 , et de lui attribuer un rôle particulier dans le mécanisme de déformation. Ailleurs, l'observation des structures plissées, auxquelles correspond l_1 , a fourni de précieuses indications qui aideront à résoudre ce problème.

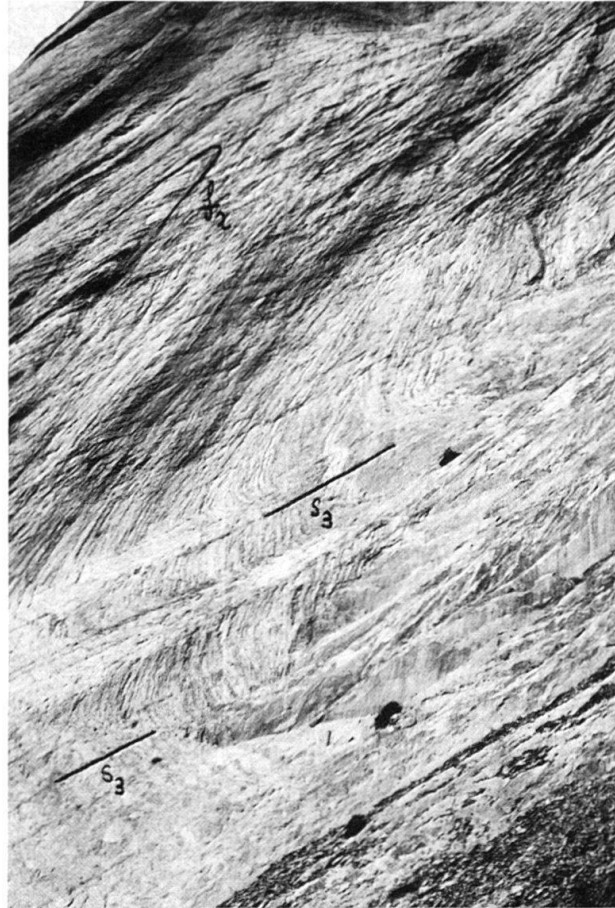


Fig. 10. Plis isoclinaux f_2 (d'une amplitude d'une dizaine de mètres) et «kink-bands» F_3 (tendant vers un clivage grossier). Sur la Lys. Combe des Fonds.

La suite cinématique que nous avons décrite se retrouve en bien des terrains. Dans le Val Ferret, on la retrouve à plusieurs reprises, à Som la Proz par exemple, dans le Malm autochtone à la sortie S du village, où l_1 , s_2 et l_2 sont particulièrement bien visibles. C'est également cette séquence que nous avons mise en évidence dans la zone de Martigny–Chamonix. D'autres auteurs ont noté dans les mêmes séries, ou dans des séries comparables, une évolution semblable (cf. von RAUMER, 1967; PLESSMANN, 1958; NABHOLZ et VOLL, 1963; PURTSCHELLER, 1963; LABHART, 1966), souvent, judicieusement, en tentant de départager les événements alpins des événements anté-alpins.

Relevons encore que ces trois phases de déformation se sont surtout manifestées à l'intérieur des séries: on pourrait les qualifier d'«intraformationnelles». Seule la deuxième a parfois quelque peu bouleversé l'ordre stratigraphique, et il faut probablement lui attribuer la mise en écailles et les petits chevauchements que GRASMÜCK a fort bien décrits, surtout par le fait que les plans de discontinuité sont parallèles au plan axial des plis f_2 . Il est à noter que la déformation dans son ensemble, dont nous venons de voir la complexité, ne peut en aucun cas être assimilée à de simples mouvements dans le plan des couches (en «jeu de cartes»), qui auraient glissé les unes sur les autres lors de la surrection des massifs. Les seules véritables striations que l'on observe sont à rattacher, dans leur majorité, aux cisaillements de la troisième phase.

Reste le problème de l'âge du métamorphisme alpin dans cette région, auquel on doit la recristallisation de la roche (marmorisation des calcaires), et la néoblastèse des phyllosilicates (surtout du mica blanc), et parfois d'albite.

Toute la texture (ou la trame = «fabric») de la roche est déterminée par I_1 , qui est une véritable linéation minérale. Aussi semble-t-il bien que la déformation de la première phase est contemporaine de la recristallisation, ce qui revient à dire que le métamorphisme alpin est ici syncinématique (et peut-être, dans une certaine mesure, post-cinématique) par rapport à F_1 , et précéderait l'individualisation des nappes. L'image cinématique qui découle de l'analyse structurale fait ressortir une décroissance de la plasticité des roches au cours du temps. Le caractère de la structure axiale le montre nettement: schistosité dans la première phase, clivage («strain-slip») dans la deuxième, flexures avec un clivage local encore plus grossier dans la troisième, où le matériel est particulièrement cassant:

| | Structures | | |
|---|--|---|---|
| 1 ^{ère} phase de déformation (F_1) | Linéation (I_1) Plis isoclinaux (f_1) Schistosité (s_1) | Métamorphisme régional | ↓ Plasticité et métamorphisme décroissants |
| 2 ^{ème} phase de déformation (F_2) | Plis isoclinaux (f_2) Clivage axial (s_2) Linéation | (Dynamo-)métamorphisme se limitant aux plans de clivage | |
| 3 ^{ème} phase de déformation (F_3) | «Kink-bands» Fissures sigmoïdes Flexures (f_3) Plis en chevrons (f_3) Clivage, très grossier et local etc. (s_3) | Remobilisation de quartz-carbonates dans les zones de broyage | |

RÉFÉRENCES CITÉES

- AYRTON, S. et BADOUX, H. (1966): *Note préliminaire sur la déformation des roches aux environs de Martigny (Valais)*. Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat., No. 320, 69, 205–213.
- GRASMÜCK, K. (1961): *Die helvetischen Sedimente am Nordostrand des Mont-Blanc-Massivs*. Eclogae geol. Helv. 54/2, 351–450.
- LABHART, T. (1966): *Mehrphasige alpine Tektonik am Nordrand des Aarmassivs*. Eclogae geol. Helv. 59/2, 803–830.
- NABHOLZ, W. K. et VOLL, G. (1963): *Bau und Bewegung im gotthardmassivischen Mesozoikum bei Ilanz (Graubünden)*. Eclogae geol. Helv. 56/2, 755–808.
- PLESSMANN, W. (1958): *Tektonische Untersuchungen an Randteilen des Gotthard- und Mont-Blanc-Massivs sowie an der Grenze Penninikum–Helvetikum*. Nachr. Akad. Wiss. Göttingen, Math.-Physik. Kl. 7, 153–188.
- PURTSCHELLER, F. (1963): *Gefügekundliche Untersuchungen am Granit des Mont Blanc und an den angrenzenden Gebieten*. Sitzungsber. Österr. Akad. Wissensch. Math.-Nat. Kl., Abt. I, 172, 453–522.
- VON RAUMER, J. (1967): *Kristallisation und Gefügebildung im Mont-Blanc-Granit*. Schweiz. Min. Petrogr. Mitt., 47/2, 499–567.
- WILSON, G. (1961): *The Tectonic Significance of Small Scale Structures, and Their Importance to the Geologist in the Field*. Ann. Soc. Géol. Belg., 84, 423–548.