

Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 82 (1992-1993)
Heft: 2

Artikel: Les métapélites du Mont-Mort : une fenêtre métamorphique (Nappe des Pontis, Zone du Rutor, Valais)
Autor: Thélin, Philippe
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-280169>

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: 22.02.2026

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

Les métapelites du Mont-Mort: une fenêtre métamorphique (Nappe des Pontis, Zone du Rutor, Valais)

par

Philippe THÉLIN¹

Abstract.—THÉLIN P., 1992. The Mont-Mort metapelites: a metamorphic window (Pontis nappe, Rutor zone, Switzerland). *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 82.2: 97-116.

The Mont-Mort metapelites (Pontis nappe, Rutor zone) located north east of the Grand St-Bernard pass (Wallis, Switzerland) are essentially composed of garnet-staurolite micaschists and Aluminum silicate-bearing schists (sillimanite-andalusite schists). In brief the following evolution of successive assemblage may be proposed:

- 1.—Kyanite-Unzoned Garnet-Biotite(Mg)-Muscovite-Plagioclase
- 2.—Staurolite-Zoned Garnet-Biotite(Mg)-Muscovite-Plagioclase
- 3.—Main schistosity (Sp1): Biotite(Mg)-Muscovite
- 4.—Biotite(Fe)-Sillimanite-Andalusite

Textures and mineral chemistry support a possible evolution in staurolite-almandine subfacies and P-T° estimates lead to a polyphase metamorphic path, retrograde in pressure (10 —>2.5kb) and thermally prograde (470°—>580°C). Correlation with Variscan climax (the so called collision-obduction-anatexis continental environment) is likely, even if radiometric data is still lacking.

Keywords.—metapelites, Al₂SiO₅ polymorphs, Variscan metamorphism, Western Alps.

Résumé.—THÉLIN P., 1992. Les métapelites du Mont-Mort: une fenêtre métamorphique (Nappe des Pontis, Zone du Rutor, Valais). *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 82.2: 97-116.

La zone du Rutor, dans la région du col du Grand Saint-Bernard (Valais), compose le socle polymétamorphique de la nappe des Pontis; l'ensemble du Mont-Mort en constitue la partie la plus interne. Cet ensemble comporte pour l'essentiel des micaschistes à grenat-staurotide et des schistes à silicates d'alumine (andalousite-sillimanite). Une étude texturale et chimique conduit à proposer schématiquement une évolution en quatre phases métamorphiques (séquence pélitique, subfaciès amphibolite à staurotide-almandin):

¹Institut de Minéralogie et de Pétrographie, Université de Lausanne, BFSH-2, CH-1015 Lausanne

- 1.—Disthène-Grenat non zoné-Biotite(Mg)-Muscovite-Plagioclase
- 2.—Staurotide-Grenat zoné-Biotite(Mg)-Muscovite-Plagioclase
- 3.—Schistosité principale (Sp1): Biotite(Mg)-Muscovite
- 4.—Biotite(Fe) à tendance annitique-Sillimanite-Andalousite

Des estimations P-T° conduisent à évaluer un cheminement métamorphique polyphasé, rétrograde dynamiquement (10 —>2.5kb) et prograde thermiquement (470° —>580°C).

Cette évolution est compatible avec l'évolution générale du métamorphisme varisque, à savoir une phase dynamique de collision-obduction précoce (empilement des nappes cristallines) et une phase thermique provoquée par la montée des masses anatectiques.

Mots-clés:.—métapélites, polymorphes Al_2SiO_5 , métamorphisme varisque, Alpes occidentales.

1. INTRODUCTION

Le but principal de ce travail est d'apporter des données pétrographiques complémentaires sur les paragenèses observées dans l'ensemble polymétamorphique du Mont-Mort. Ce dernier constitue la partie la plus interne de la zone du Rutor tel que BURRI l'a défini (1983a et b) dans ses travaux consacrés, notamment dans le Val d'Entremont, au front de la nappe du Grand Saint-Bernard. Ces paragenèses excitent particulièrement l'attention par le fait que l'on peut y observer des minéraux présumés reliques fréquemment automorphes et remarquablement préservés tels que la staurotide, la biotite «rouge», le grenat et surtout les silicates d'alumine (andalousite, sillimanite). De plus les textures associées, également fort bien conservées au sein de ces micaschistes, permettent de reconstituer les relations «cristallisation-déformation» qu'entretiennent ces divers minéraux métamorphiques, présumés pré-alpins, vraisemblablement varisques sl., en subfaciès amphibolite à staurotide-grenat.

Mis à part BURRI (1983a et b) qui a remarquablement dégrossi le bâti géologique d'une région comprise entre le Val d'Aoste et le Val d'Hérens, en fournissant d'une part une base cartographique et d'autre part des corrélations entre les diverses unités recoupées (par exemple en ce qui concerne les couvertures permo-carbonifères), peu d'auteurs se sont attachés à envisager spécifiquement les micaschistes et les gneiss à amphibole associés de l'ensemble du Mont-Mort. Citons toutefois la notice explicative de la feuille Grand St-Bernard par OULIANOFF et TRÜMPY (1958), la synthèse de BEARTH (1961), quelques travaux de diplôme (BRODBECK 1979, HEDIGER 1979) et quelques résultats partiellement publiés (BRECHBUHLER et CRISINEL 1979, BRODBECK *et al.* 1979). On trouvera dans ces derniers quelques données utiles, notamment la mention par OULIANOFF et TRÜMPY (1958) de la présence du disthène dans les micaschistes considérés. Pour l'essentiel, toutes les données antérieures, utilisées dans le cadre de cette recherche sur l'ensemble du Mont-Mort, sont celles de BURRI (1983a et b). Cet auteur fournit en effet, en plus de données géologiques régionales et locales, de minutieuses descriptions, en lames minces, des paragenèses reliques et une tentative de reconstitution «cristallisation-déformation».

2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL ET LOCAL

Les ensembles pseudo-parallèles de la Chenalette (le plus externe), de Bourg Saint-Pierre et du Mont-Mort (le plus interne) composent la zone du Rutor (fig. 1), du moins dans une portion de terrains comprise grosso-modo entre le village de Bourg Saint-Pierre et la rivière Artanavaz (pour plus de détails cartographiques, se reporter à BURRI 1983b, planche hors-texte). La lame gneissique de Tsousse, également insérée par cet auteur dans la zone du Rutor, n'a pas été considérée dans le présent travail. Cette zone du Rutor, particulièrement développée à la hauteur du col du Grand Saint-Bernard, constitue le socle polymétamorphique de la nappe des Pontis; cette dernière constitue, au sein de la «super» nappe du Grand Saint Bernard, une unité située entre la zone Houillère et la nappe de Siviez-Mischabel (ESCHER 1988, ESCHER *et al.* 1988, THÉLIN 1989 THÉLIN et AYRTON 1983, THÉLIN *et al.* 1992). Il convient encore de rappeler que, selon ces mêmes auteurs, des équivalents possibles de la zone du Rutor pourraient être constitués, en Valais oriental, par la zone supérieure de Stalden et le complexe du Berisal.

L'ensemble du Mont-Mort doit son nom à un petit sommet (2866 m) situé au SE du col, sur la crête frontière italo-suisse (fig. 1). Cet ensemble est compris entre celui de Bourg Saint-Pierre, dont il se distingue pétrographiquement et non tectoniquement (aucune discordance observable) et la zone de Mille qui pourrait constituer à la fois la couverture permo-carbonifère, en flanc normal, de la zone du Rutor et une couverture lithologiquement similaire, en flanc inverse, des gneiss polymétamorphiques de la zone de Siviez (BURRI 1983a et b, GOUFFON 1992).

Comme ces auteurs ont distingués, pour l'essentiel, les trois ensembles de la zone du Rutor sur une base pétrographique, l'énumération suivante indique les lithologies principales desdits ensembles polymétamorphiques:

1.—ensemble de la Chenalette: gneiss quartzeux fins, amphibolites, rétroéclogites, gneiss œillés, localement pegmatites à tourmaline;

2.—ensemble de Bourg Saint-Pierre: gneiss quartzeux fins, gneiss œillés, amphibolites, gneiss rubanés amphibolitiques.

Localement, ces deux ensembles sont séparés par des métasédiments d'âge permo-carbonifère (BURRI 1983 a et b);

3.—ensemble du Mont-Mort: tectoniquement indistinct de celui de Bourg-Saint-Pierre —nulle lame de couverture permo-carbonifère ne les séparant— mais bien individualisé pétrographiquement, cet ensemble se caractérise principalement par la présence de micaschistes. Sur le terrain, on distingue plusieurs lithologies, à savoir de la partie externe (ouest) à la partie la plus interne:

—micaschistes et gneiss à grenats (MG)

(entre le Petit Mont-Mort et le Grand Mont-Mort puis recoupant la route du col entre l'Hospitalet et la Combe Marchanda)

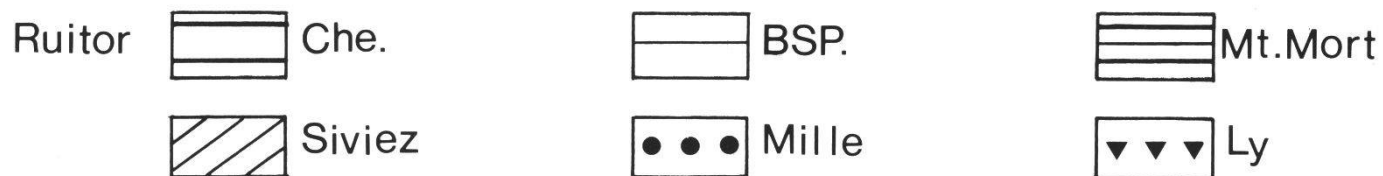
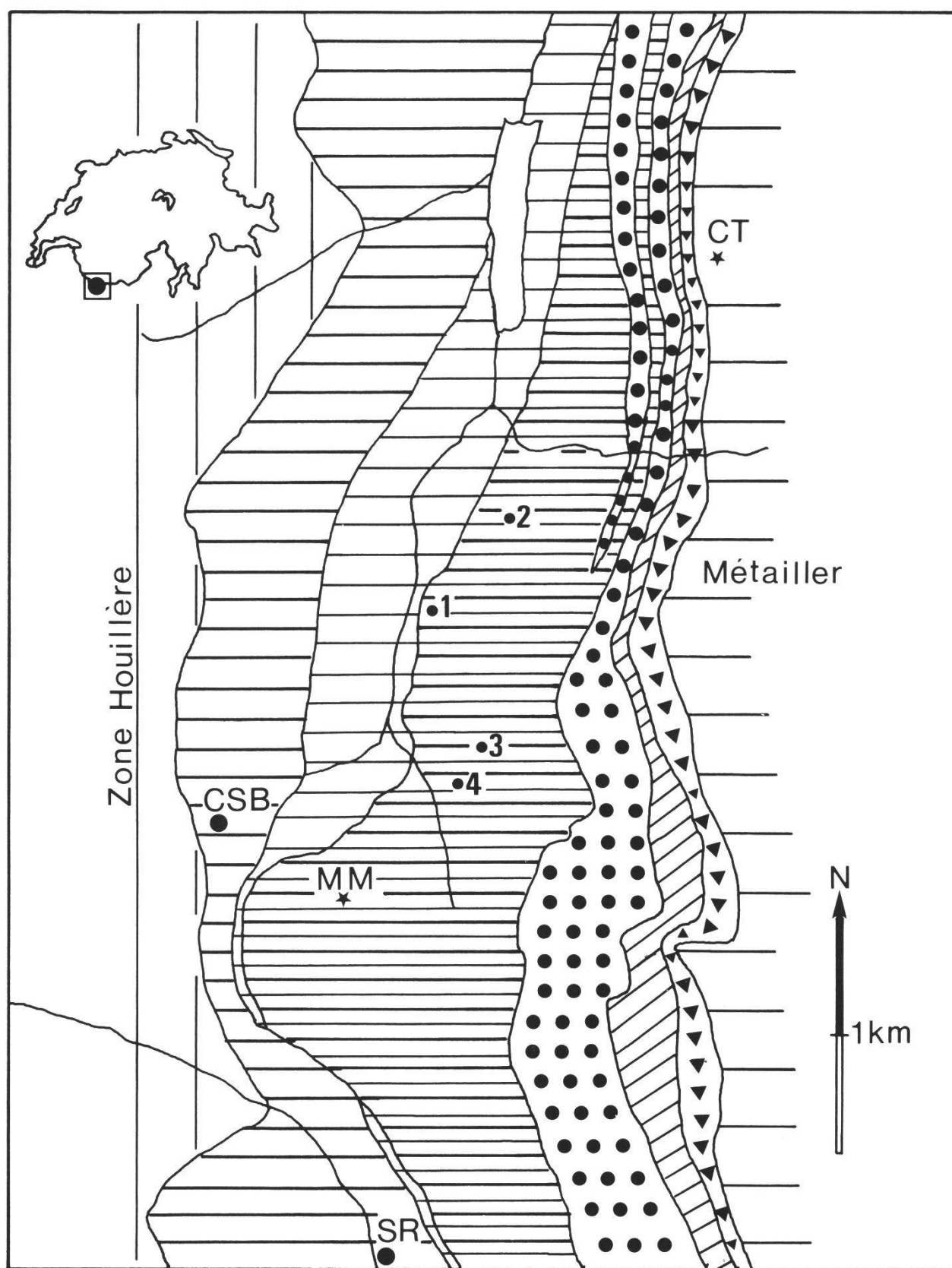
—localement des schistes alumineux à silicates d'alumine (SSA)

(au Plan des Dames et à l'Hospitalet, points 1 et 2 - fig. 1)

—gneiss à grenat et staurotide (MGS)

(entre le Mont-Mort et la Pte de Barasson, l'arête Tcholeire, la Combe de Barasson, Barasson (points 3 et 4 - fig. 1) au-dessus de la cote 2500 m et Plan Tcholeire jusqu'à l'arête des Becs Noirs)

—gneiss amphibolitique



Il ressort de cette énumération non exhaustive que l'ensemble du Mont-Mort se caractérise presque exclusivement par une lithologie à dominante pélitique (alumineuse). D'où l'intérêt d'étudier l'évolution des paragenèses reliques, sachant que la séquence pélitique préserve remarquablement les variations de conditions métamorphiques.

3. DONNÉES PÉTROGRAPHIQUES

3.1. Remarques préliminaires

Avant même d'aborder la minéralogie et les textures, il est nécessaire de fixer d'une part les buts de cette étude ainsi que de préciser quelles en sont les hypothèses de travail.

Buts:

- décrire les relations texturales entre les minéraux reliques;
- caractériser la composition des principales phases concernées;
- estimer selon divers géothermobaromètres l'évolution des conditions P-T° du métamorphisme présumé pré-alpin;
- établir des corrélations avec d'autres fenêtres métapélitiques «similaires», notamment les métapélites d'Emosson (VON RAUMER 1983, VON RAUMER *et al.* 1992, JOYE 1989), et ceci dans le cadre général du métamorphisme varisque dont on sait qu'il fut polyphasé (PIN et PEUCAT 1986, VON RAUMER 1987, BAUDIN 1987, DESMONS 1992).

Hypothèses de travail:

L'indétermination relevée sur le terrain quant à la relation précise existant entre les micaschistes (MG et MGS) et les schistes à silicates d'alumine (SSA) ne nous permet pas de les considérer en toute rigueur comme un continuum spatial, c'est à dire comme un «paquet» de roches solidaires depuis les événements métamorphiques précoces ou reliques (ie pré-alpins). En effet les SSA affleurent soit sous forme de lentilles ou de «filons» d'épaisseur métrique à décimétrique, soit de manière diffuse au sein des MG ou des MGS. Ceci porte à penser que cette association pourrait résulter pour une partie au moins



Figure 1.—Carte géologique simplifiée de la région du Col du Grand Saint-Bernard, modifiée d'après BURRI (1983a et b) et GOUFFON (1991).

Abréviations: Che: Ensemble de la Chenalette; BSP: Ensemble de Bourg Saint-Pierre (ces deux ensembles ainsi que celui du Mont-Mort constituent la Zone du Rutor); SR: village de Saint-Rhémy; CSB: Col du Grand Saint-Bernard; MM: sommet du Mont-Mort (2866m); CT: sommet de la Croix de Tsousse (2821m).

La Zone de Siviez constitue le socle polymétamorphique de la nappe de Siviez-Mischabel.

Les Zones de Mille et de la Ly correspondent à des couvertures permo-carbonifères (monométamorphiques).

Les points 1 —> 4 localisent des points d'échantillonnage:

1: Plan des Dames; 2: L'Hospitalet; 3 et 4: Combe de Barasson, alt. 2500m. (réf. Carte topographique Gd. St. Bernard 1:25000, feuille 1365).

soit de niveaux originellement plus alumineux, soit de zones spectaculairement préservées. Cependant le fait qu'hormis les niveaux où les silicates d'alumine sont particulièrement concentrés ces mêmes minéraux se retrouvent de manière ubiquiste dans l'ensemble des micaschistes du Mont-Mort permet de proposer que leur blastog  n  se et leur stabilité dans ce milieu témoignent d'un   v  nement global. D'autant que la géochimie sur roches totales (diagramme de FONTEILLES (1976), fig. 2) montre que la totalité de ces roches (MG, MGS et SSA) présente un chimisme très homogène et qu'elles dérivent de pélites contenant environ 17% d'alumine (cf. app. I). Cette homogénéité chimique tendrait à prouver que les différences observées sur le plan minéralogique ne traduisent pas des compositions contrastées d'origine, mais plutôt des effets s  l  ctifs du métamorphisme pré-alpin, voire même alpin dans le cadre des r  tromorphoses et/ou des déformations tardives.

L'attribution, dans les socles concernés (Ruitor, Siviez) de certains minéraux à un ou plusieurs   v  nements métamorphiques «anciens», c'est à dire pré-alpins, peut relever d'une simple présomption. En effet aucune donnée géochronologique, notamment dans l'ensemble du Mont-Mort ne vient conforter cette opinion. Cependant, comment expliquer dans un contexte de faciès schiste-vert moyen (phase alpine tertiaire) la présence de minéraux tels que la biotite «rouge» (tendance annitique très marquée), la muscovite quasi pure, la staurotide, le plagioclase (max. An 20%) et surtout des minéraux de HT   andalousite-sillimanite. De plus les estimations P-T  , basées sur le grenat, la biotite, la muscovite, le plagioclase et les silicates d'alumine, s'inscrivent dans le faciès amphibolite (fig. 7). Or, jusqu'à preuve du contraire, ce faciès n'a pas été reconnu comme effectif dans le briançonnais occidental lors des   v  nements alpins (BEARTH 1961, BOCQUET 1974, THÉLIN et AYRTON 1983 THÉLIN 1989 THÉLIN *et al.* 1992, FABRE *et al.* 1987, BAUDIN 1987, DESMONS 1992).

3.2. *Parag  n  ses et textures*

De l'étude d'une quarantaine de lames minces, il ressort l'évolution «cristallisation-déformation» suivante (cf tableau 1 –  galement pour les abréviations), tout en précisant au préalable que ni la cordiérite ni le feldspath potassique n'ont été observés:

stade a.–Formation, lors d'une phase de déformation initiale, d'une schistosité relique (Sr) exprimée d'une part selon une schistosité interne (Sr int.)

Bt1¹ - Musc - Gr1 - Qtz - Op(Magnétite)

et d'autre part par des blastes déformés (     1mm) de

Plag - Gr1 - Bt1 - Musc - Ky?

qui, pour les trois premiers mentionnés, comportent en inclusions, tout ou partie de Sr int. (par ex: fig. 3A). La croissance syncinématique de ces blastes est attestée par leur déformation et par le plissement de cette schistosité interne.

Le plagioclase montre un léger zonage normal régulier (cœur: An15-20%; bord: An12-14%).

¹les numéros qualifiant les minéraux font référence à leur composition, s'ils en présentent plusieurs, et non à leur succession durant les stades métamorphiques

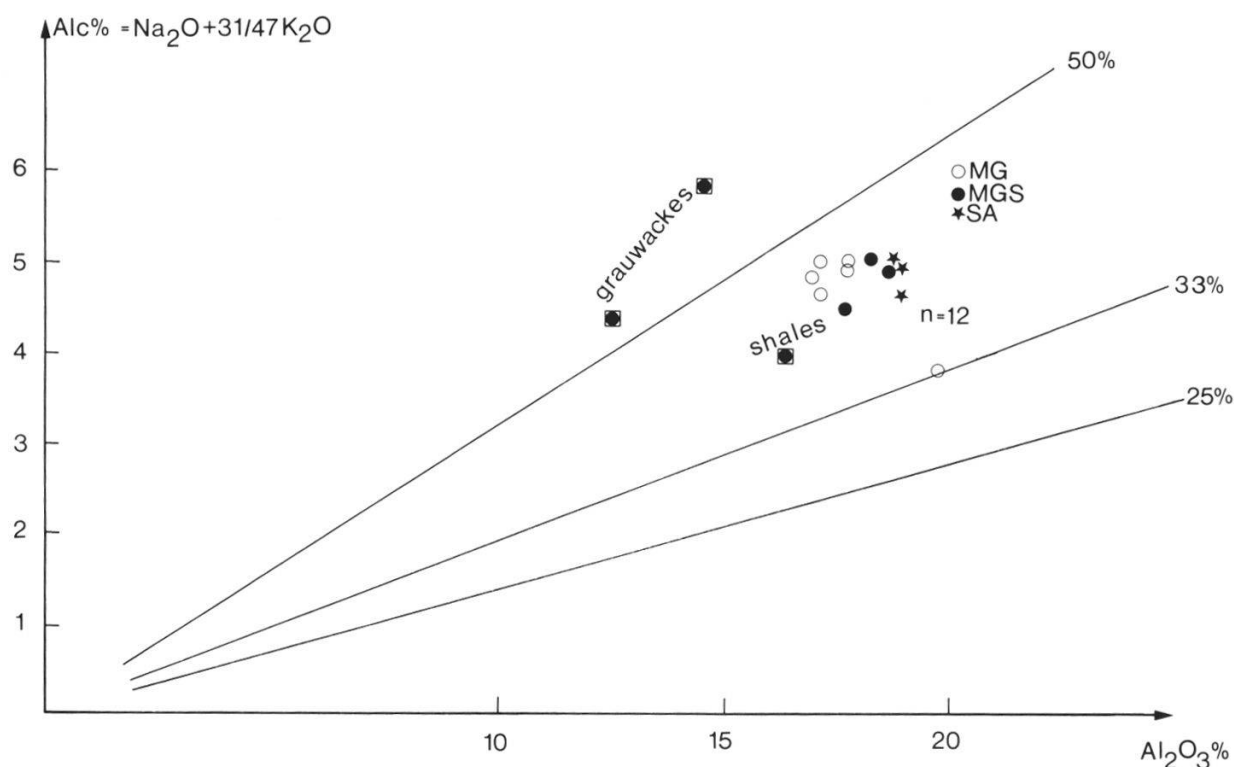


Figure 2.—Diagramme de saturation de l'alumine par les feldspaths selon FONTEILLES (1976).

Abréviations: MG: micaschistes à grenat; MGS: micaschistes à grenat-staurotide; SSA: schistes à silicates d'alumine.

Les % indiqués correspondent au pourcentage théorique d'alumine incorporée dans les feldspaths.

Les grenats (Gr1) montrent des compositions similaires (à dominante almandin non zoné, fig. 4C). Souvent pœciloclastiques, ces grenats contiennent de nombreuses inclusions orientées et microplissées de quartz.

Les biotites (Bt1) montrent également des compositions similaires (analyses représentatives dans l'appendice II-B, éch. no. 463); de même pour les muscovites (appendice: idem; éch. n°: idem). Ceci conduit à penser que lors de la croissance syncinématique de ces blastes, notamment du plagioclase, ces inclusions orientées (Gr1, Musc, Bt1) ont été enclavées et de ce fait sont demeurées à l'état d'inclusions alors qu'au sein de la matrice ces mêmes phases, toujours stables, ont pu poursuivre leur croissance.

Une phase de déformation plicative relictuelle (Dr) est attestée d'une part par le microplissement de la Sr int. et par son prolongement au sein de la matrice (BURRI 1983a, fig. 95). En effet, il n'est pas rare d'observer un micropli enclavé par un plagioclase qui se poursuit à l'extérieur de ce blaste.

Nous n'avons pas repéré le disthène. Cependant BOCQUET (1974) le signale dans des micaschistes de la Zone méridionale du Rutor (région du Mont-Flambeau). Dans cette occurrence, il est partiellement résorbé en mica blanc et discordant par rapport à une schistosité principale, soulignée par la biotite. De plus OULIANOFF et TRÜMPY (1958) le signalent dans la région du col du Grand Saint-Bernard, vraisemblablement dans l'Ensemble du Mont-Mort. On peut donc considérer que cette phase de HP fut effective lors du stade initial de l'évolution métamorphique des métapélites considérées.

La relation chronologique (syn- ou diachrone) de Sr int. et de Sr ne peut pas être établie. D'autant que dans le système pélitique les effets d'une même phase de métamorphisme peuvent s'exprimer d'une manière différenciée (GUIDOTTI 1984).

Stade b.—A cette première paragenèse syncinématique fait suite une blastogen  se postcin  matique (post-Sr, cf. tableau 1), constituée par des phases très similaires (fig. 3B), à savoir:

Plag - St - Gr2 - Bt1 - Musc

Ces blastes non déformés, parfois p  ciloblastiques, ne déterminent aucune schistosité. De plus, ils sont moulés par les micas constitutifs de la schistosité principale (Sp1) et leur ombre de pression comprend généralement des lattes non déformées de biotite et de muscovite.

Ce qui distingue cet assemblage postcin  matique du pr  c  dent est d'une part l'apparition de la staurotide et d'autre part le zonage marqué du grenat (Gr2, fig. 4A et 4B). Ce zonage se traduit en particulier par un enrichissement périphérique en Mg et un appauvrissement en Mn (appendice II-A, éch. no 461). L'entrée de la staurotide dans le système et ce zonage classique du grenat (TRACY 1982) traduit une évolution complexe, probablement prograde d'un point de vue thermique.

Stade c.—La schistosité principale (Sp1) est soulignée par l'assemblage simple (cf. tableau 1):

Bt1 - Musc - Qtz

Cette phase se traduit pour l'essentiel par une association monotone de micas soit dans la schistosité (Sp1) qui moule tous les blastes antérieurs (Plag, Gr, St et les micas des stades a) et b), soit dans leur ombre de pression en lattes non déformées, soit plus tardivement en arcs polygonaux qui mim  tisent de manière statique des microplis anté- ou syn-Sp1.

Il convient de souligner que tous les micas blancs décrits dans les stades a—>c sont des muscovites quasi pures, très pauvres en substitution c  ladonitique (fig. 6 et appendice II-B). D'autre part toutes les biotites brun-rouge, mentionnées jusqu'ici, livrent également des compositions très homogènes, riches en Mg (fig. 5). Ceci traduit probablement le fait que la blastogen  se des micas est pratiquement continue depuis le début identifiable du métamorphisme.

Stade d.—L'évolution ultime du métamorphisme présumé pré-alpin se marque, notamment dans les schistes à silicates d'alumine, par l'apparition (cf. tableau 1) de :

- 1.—une dernière génération de staurotide (St) qui recoupe Sp1;
- 2.—une biotite plus annitique (Bt2) et une andalousite p  ciloblastique (And), ces deux phases soulignant initialement l'ultime schistosité (S2), avant de poursuivre ultérieurement leur croissance post-schisteuse.
- 3.—une sillimanite (Sill) post-S2 qui déstabilise toutes les biotites antérieures et s'y substitue.

Ce dernier stade polyphasé appelle plusieurs commentaires:

- 1.—la staurotide liée au stade d diffère de la staurotide de première génération (post-Sr) par le fait qu'elle n'est ni p  ciloblastique ni déformée et surtout du fait qu'elle recoupe Sp1 et les arcs polygonaux associés;
- 2.—la biotite annitique (nettement plus riche en Fe que Bt1, fig. 5 et app. II-B) se présente en grandes lattes p  ciloblastiques rouges, parfois orientées selon S2, parfois dénuées d'orientation préférentielle (fig. 3E).

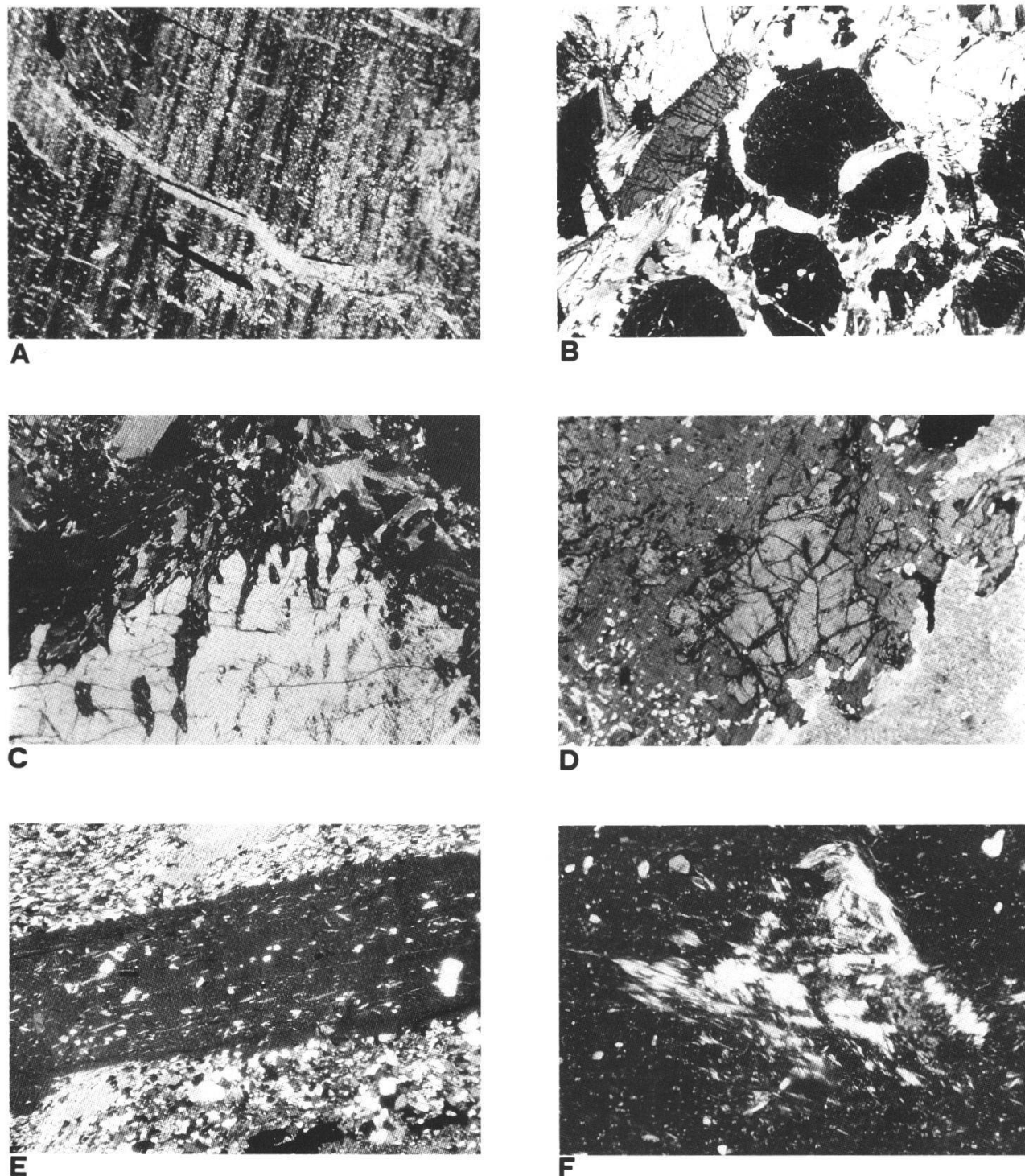


Figure 3.—Textures et minéraux communs dans les métapélites du Mont-Mort (micro-photos).

A: Schistosité interne (Sr int.) relique, soulignée par des micas et des oxydes (magnétite, ilménite), dans un plagioclase (\approx An 12%).

B: Grenat (Gr2) et staurotide (post-Sr) (pour plus de détails, se reporter au texte et au tableau 1).

C: Staurotide corrodée par l'andalousite (en noir).

D: Staurotide partiellement résorbée, enclavée dans l'andalousite massive.

E: Grande latte de biotite poeciloblastique (Bt2), à tendance annitique, S2 à post-S2.

F: Sillimanite post-S2 (en blanc) dans la biotite à tendance annitique.

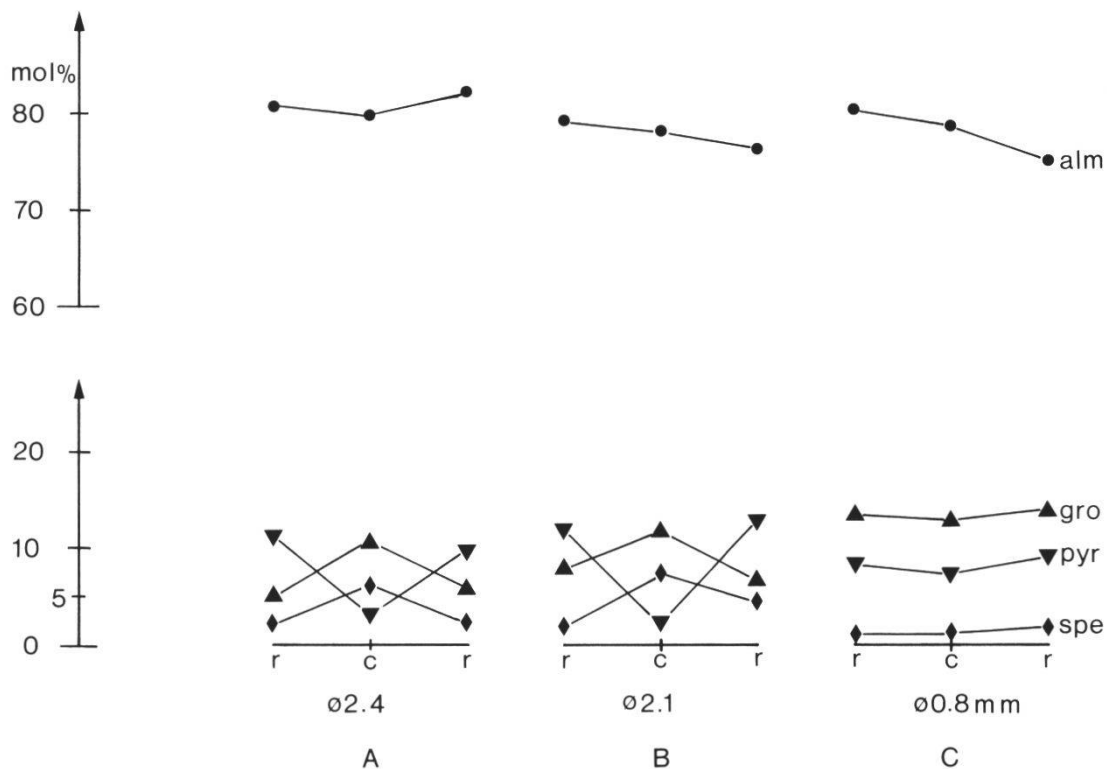


Figure 4.—Compositions des grenats des métapélites du Mont-Mort.

A et B: Grenats (Gr2) de la phase post-Sr (cf texte).

C: Grenat (Gr1) de la phase Sr en inclusion dans un plagioclase.

Abréviations: alm: molécule almandin; gro: grossulaire; pyr: pyrope; spe: spessartine.

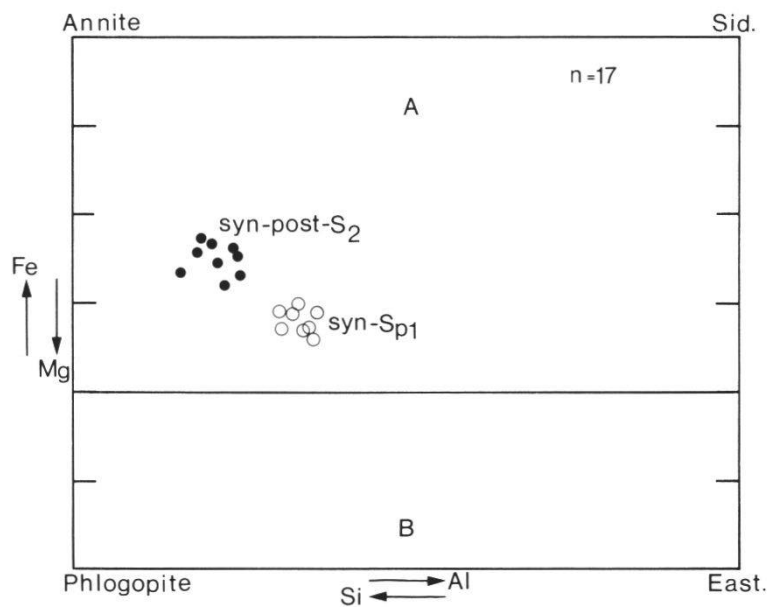


Figure 5.—Compositions des biotites des métapélites du Mont-Mort (diagramme de GUIDOTTI 1984).

Abréviations: champ A: Biotites sl; champ B: Phlogopites sl; Sid: sidérophyllite; East: Eastonite.

En cercles vides: les biotites synchrones de la schistosité principale (syn-Sp1). Les biotites (syn-Sr) et (post-Sr) ont des compositions similaires. En cercles pleins: les biotites «annitiques» du stade d) (cf. texte), synchrones et/ou postérieures à l'ultime schistosité (S2).

3.—L'andalousite montre tous les stades d'un développement péciloblastique depuis des plages disjointes, orientées optiquement, jusqu'à des méga-péciloblastes corrodant prioritairement la staurotide (fig 3C et 3D). Dans un stade ultime, l'andalousite tend à envahir toute la roche et prend des formes parfois automorphes.

4.—La sillimanite syn- à post-S2 se substitue uniquement à la biotite (Bt1 et Bt2), soit à la bordure de celles-ci, soit à l'intérieur (fig. 3F).

Il est évident que la paragenèse schiste-vert (phase alpine tertiaire) se surimpose parfois aux assemblages précoces, souvent de manière très limitée et sélective. Celle-ci comprend généralement du chloritoïde, de la séricite, de la chlorite et de l'albite pure (An1-3%). La staurotide est parfois partiellement ou totalement pseudomorphosée en chloritoïde et/ou séricite, le grenat en chlorite et le plagioclase en albite.

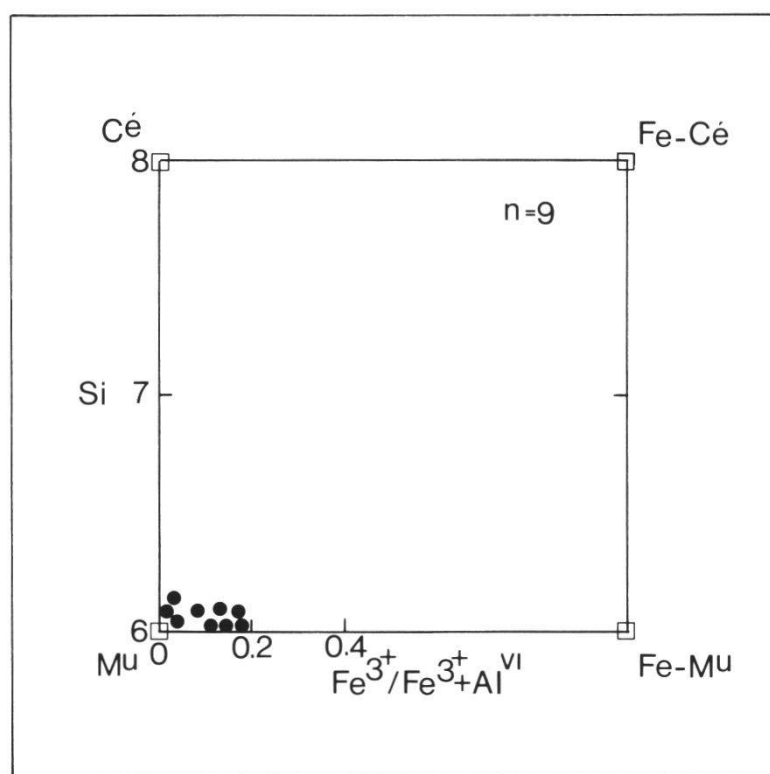


Figure 6.—Compositions des micas blancs des méta-pélites du Mont-Mort.

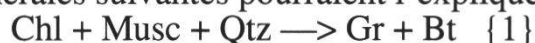
Abréviations: Mu: muscovite pure; Cé: céladonite; Fe-Cé: ferri-céladonite; Fe-Mu: ferri-muscovite.

3.3. Réactions minérales et estimations P - T

En résumé, on peut raisonnablement postuler que l'évolution suivante est plausible (Cf tableau 1 et fig 7):

Association 1: Ky? - Musc - Bt1(Mg) - Gr1 (Fe) - Plag (phase Sr)

Les réactions minérales suivantes pourraient l'expliquer:



{1} et {2} GHENT and STOUT (1981)

Tableau 1. – Relations «cristallisation-déformation» entre les phases préalpines des métapélites du Mont-Mort.

Sr: correspond au stade a dans le texte.

post-Sr: correspond au stade b dans le texte.

Sp1: correspond au stade c dans le texte.

S2. et post-S2: correspondent au stade d dans le texte.

Le quartz (qtz) est considéré comme stable de Sr à post-S2.

RELATIONS "CRISTALLISATION-DEFORMATION"				
Sr	post-Sr	Sp1	S2	post-S2
Bt1 —————>			Bt2 —————>	
Musc —————>				
Gr1 —————>	Gr2 —————>			
Ky? —————>	- ->			
Plag —————>				
Op —————>	- ->			
	St —————>			
			And —————>	
			Sill —————>	

Abréviations: Bt: biotite; Musc: muscovite

Gr: grenat; Plag: plagioclase

St: staurotide; Ky: disthène

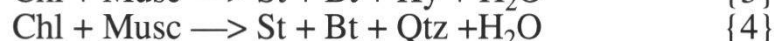
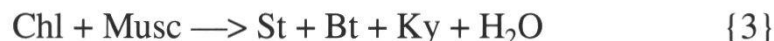
And: andalousite; Sill: sillimanite

Op: opaques (magnétite)

Association 2: marquée par l'entrée de la staurotide dans le système et par la croissance de méga-p  ciloblastes de Bt1(Mg) et de Gr2 (almandin zoné); le disthène pouvant encore également demeurer stable:

Ky? - Musc - Bt1 (Mg) - Gr2 - St - Plag (phase post-Sr)

Les réactions minérales ou cationiques d'échange suivantes pourraient l'expliquer:



{5} FERRY and SPEAR (1978)

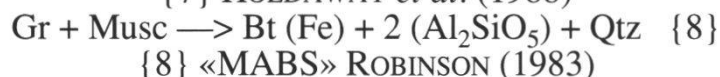
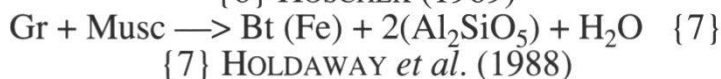
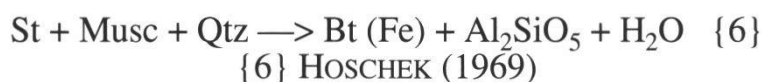
Association 3: marquée par la r  tromorphose du Gr2 en Bt1(Mg) et Musc et par l'interruption de la blast  se de la staurotide; le plagioclase étant déstabilisé.

Bt1(Mg) - Musc (phase Sp1)

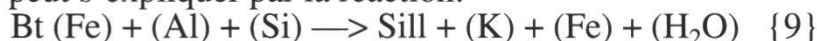
Association 4: entrée de la biotite «annitique» et des silicates d'alumine dans le système. On peut considérer globalement que cette phase correspond à la disparition de la staurotide (St «out»), malgré une blast  se peu marquée au début de la phase S2, de la muscovite (Musc «out») et du Gr2 (Gr «out»):

Bt2 (Fe) - Sill - And (phases S2 et post-S2)

Les réactions théoriques («ideal-end member») suivantes sont plausibles dans le cadre de cette évolution observée:



La transformation sélective de la biotite, notamment «annitique», en sillimanite peut s'expliquer par la réaction:



Il convient de rappeler que ni la cordiérite ni le feldspath potassique ne participent au système.

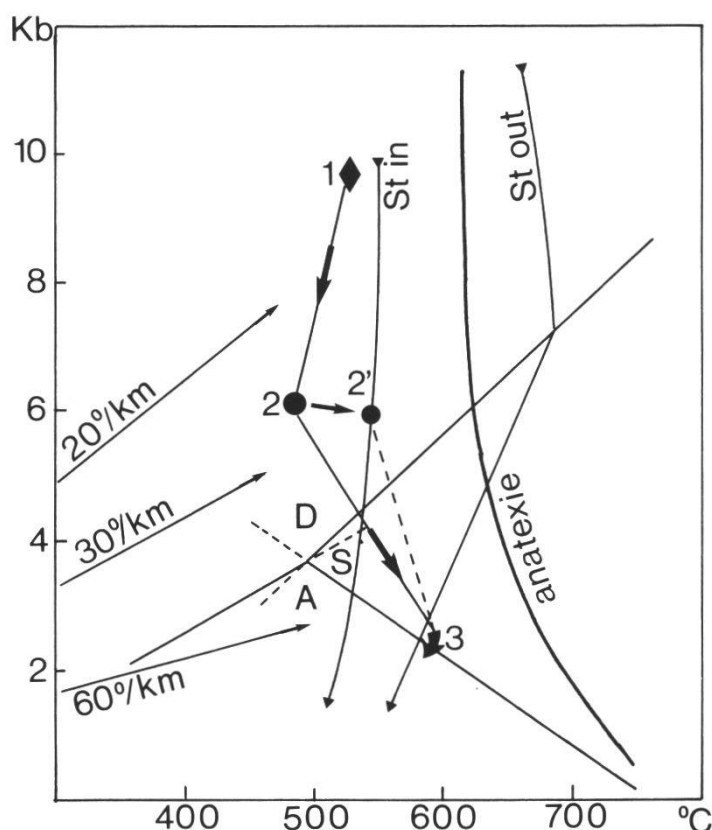


Figure 7.—Evolution P-T° possible des métapélites du Mont-Mort lors du métamorphisme pré-alpin (trajet 1—>2—>3).

Commentaires:

Le point 1 est estimé selon la calibration de GHENT and STOUT (1981), modifiée selon HODGES and SPEAR (1982), sur l'assemblage plagioclase-biotite (Bt1)-grenat(Gr1)-muscovite.

Le point 2 est estimé selon la calibration de FERRY and SPEAR (1978), modifiée selon HODGES and SPEAR (1982), sur la réaction d'échange Fe/Mg entre la biotite (Bt1) et le grenat zoné (Gr2 «rim»).

Le point 2' figure l'évolution du parcours si l'on considère la présence de la staurotide (St «in») post-Sr.

Le point 3 est estimé par le MABS géobaromètre de ROBINSON (1983), modifié selon HOLDAWAY *et al.* (1988).

Abréviations: D: disthène; S: sillimanite; A: andalousite (la position du point triple est empruntée à HOLDAWAY 1971); St «in»: courbe délimitant l'entrée de la staurotide dans le système selon RICHARDSON (1968) et HOSCHEK (1969); St «out»: courbe délimitant l'instabilité de la staurotide selon PIGAGE and GREENWOOD (1982).

Il est bien sûr évident que l'évolution proposée ne représente qu'un aspect limité, forcément schématique de l'évolution des paragenèses concernées. Ceci tient principalement au fait qu'il existe un nombre indéterminé de générations de muscovite, de même composition, et de biotite magnésienne (Bt1). De plus l'existence du disthène est très localisée, probablement occultée par les paragenèses ultérieures à mica blanc et staurotide. Cependant il nous paraît possible, à titre estimatif, sur la base de l'évolution proposée, d'évaluer des conditions P-T   de manière semi-quantitative afin de reconstituer un trajet possible de l'histoire métamorphique (fig. 7). On est tout à fait conscient d'une part de la complexité des réactions théoriques pouvant intervenir en faciès amphibolite et ceci pour une séquence pélitique (HOLDAWAY *et al.* 1988, SPEAR and CHENEY 1989) et d'autre part de la difficulté d'appliquer ces données (par ex: le système KFMASH de ces derniers auteurs)    des roches réelles, ayant vraisemblablement subi plusieurs phases métamorphiques pré-alpines et une r  tromorphose lors des   v  nements tertiaires. Toutefois en se basant à la fois sur la présence successive des trois silicates d'alumine, du plagioclase, de la staurotide «in» et «out», du zonage du grenat (Gr2), de la biotite magnésienne (Bt1) et de la biotite annitique (Bt2), il est possible de proposer un trajet d'évolution P-T   en ayant recours à des calibrations relativement simples. On s'est limité à utiliser trois g  obaro-thermomètres, à savoir:

1.-g  obaro-mètre grenat-muscovite-plagioclase-biotite de GHENT and STOUT (1981), modifié par HODGES and SPEAR (1982), appliqué à la paragenèse de la phase Sr, à savoir:

Gr1-Musc-Plag (An20%)-Bt1 (Mg) .

Les équations d'équilibre données par ces auteurs tiennent compte à la fois des coefficients de partage suivants: Mg grenat/biotite, Fe grenat/biotite, Ca grenat/plagioclase, Al/Fe+Mg dans la muscovite (cf. réaction {2}).

Les résultats indiquent:

pour (P) 8.3kb <—> (T) 500C  
pour (P) 10.1kb <—> (T) 550C  

Ce sont des estimations semi-quantitatives, reposant sur une base théorique sommaire. Malgré ces limitations, les conditions obtenues livrent une tendance indicative, confirmée par la présence du disthène, à savoir un   v  nement métamorphique initial de moyenne température et de moyenne à haute pression (cf pt. 1 sur la figure 7);

2.-géothermomètre de FERRY and SPEAR (1978) sur le coefficient de partage Fe-Mg entre le grenat et la biotite. (cf. réaction {5}). Appliqué à l'éch. 462, considérant l'association Gr2 («rim») et la Bt1 (Mg) non zon  e (association de la phase post-Sr (tableau1), ce géothermomètre livre les résultats suivants:

pour (P) 6kb <—> (T) 480  C
pour (P) 5kb <—> (T) 485  C

La valeur maximale est figur  e par le point 2 sur la figure 7. La présence connexe de la staurotide permet de traduire ce point 2 en un point 2' situé sur la courbe St «in» de RICHARDSON (1968);

3.-le g  obaro-mètre MABS de ROBINSON (1983), modifié par HOLDAWAY *et al.* (1988), permet d'estimer les conditions P-T   de l'apparition de la biotite «annitique» et des silicates d'alumine (sillimanite, andalousite) au détriment de l'assemblage staurotide-grenat-muscovite (cf. réaction {7}, corollaire des

réactions {6} et {8}). La réaction HOSCHEK (1969) (cf. réaction {6}) permet d'estimer St «out».

Les résultats livrent les estimations suivantes (cf. figuré fléché 3, fig.7):

St «out»: (T) 575°C \longleftrightarrow P 2.5kb (phase S2, tableau 1)

Sill «in»: (T) 570°C \longleftrightarrow P 2.5kb (phase post-S2)

And «in»: (T) 570°C \longleftrightarrow P 2.1kb (phase post-S2)

L'auteur est pleinement persuadé du caractère sommaire de ces estimations et du fait qu'elles sont établies à partir d'informations trop partielles. Toutefois elles sont plausibles, du moins compatibles avec les évolutions texturales et minéralogiques observées.

En résumé on en conclut, avec la prudence de rigueur, que le trajet P-T°, présumé pré-alpin, suivi par les métapélites du Mont-Mort, est un chemin fortement rétrodynamique (Δ^-6 kb) et faiblement prograde du point de vue thermique ($\Delta^+100^\circ\text{C}$).

4. CONCLUSIONS

1.—Ces résultats corroborent les résultats de VON RAUMER (1983), VON RAUMER *et al.* (1992) et de JOYE (1989) sur les métapélites d'Emosson, à la différence près que dans celles du Mont-Mort ni la cordiérite, ni le feldspath potassique n'ont été mis en évidence. De plus la courbe inférieure de l'anatexie n'a pas été atteinte, ni même une remobilisation du leucosome.

2.—Suivant les schémas actuels sur l'évolution du métamorphisme polyphasé varisque (PIN et PEUCAT 1986, VON RAUMER 1987, DESMONS 1992) dont on sait qu'il résulte d'une géodynamique dite de collision-obduction-anatexie, on pourrait interpréter nos résultats dans un cadre élargi comme suit:

—stade collision-obduction: métamorphisme de type barrovien (disthène-staurotide-grenat) induit par un empilement crustal correspondant à la mise en place des nappes varisques (âge présumé: ≈ 390 Ma (Dévonien inf.);

—stade anatectique: métamorphisme de pression faible et de température élevée (annite-andalousite) avec augmentation du gradient géothermique induit par la montée des masses anatectiques (âge présumé: ≈ 350 Ma (Dévonien sup.-Tournaisien).

3.—THÉLIN *et al.* (1990) montrent que des éclogites (métabasaltes tholéitiques), affleurant dans le socle de la nappe de Siviez-Mischabel, pourraient résulter d'un événement HP (subduction d'une croûte océanique ? obduction précoce en milieu crustal ?) que l'on pourrait situer à la limite Ordovicien-Silurien. Cet événement donne probablement des indications sur l'enchaînement des phases métamorphiques calédono-varisques à l'instar, par exemple, des éclogites du Lac Cornu dans le massif des Aiguilles-Rouges (LIÉGEOIS et DUCHESNE 1981). Les métapélites d'Emosson et celles du Mont-Mort livrent quant à elles de précieuses indications sur les phases ultérieures du métamorphisme varisque et constituent d'incomparables fenêtres métamorphiques, préservées pour l'essentiel du fait de leur composition pélitique et d'une empreinte métamorphique alpine anormalement discrète, notamment dans le cas des métapélites du Mont-Mort. Ceci implique que des travaux plus fouillés doivent y être poursuivis, notamment d'un point de vue géochronologique.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier H.R. Pfeifer et J.-C. Lavanchy du Centre d'Analyse Minérale (CAM, UNIL) pour la qualité des analyses chimiques XRF de même que M. Georges Burri (Laboratoire de microsonde électronique, Institut de Physique expérimentale, UNIL.) pour sa disponibilité lors de l'acquisition des données de microsonde. De plus je suis très reconnaissant à l'égard de mes collègues M. Burri, Y. Gouffon et M. Sartori pour les échanges de vues que nous avons eus au sujet des métapélites du Mont-Mort. Ce travail leur doit beaucoup.

RÉFÉRENCES

- BAUDIN T., 1987. Etude géologique du massif du Rutor (Alpes franco-italiennes): évolution structurale d'un socle Briançonnais. Thèse Univ. Grenoble, 259 p.
- BOCQUET J., 1974. Il metamorfismo prealpino nella Vanoise (Savoia) e in altri settori dello zoccolo Brianzone. *Mem. Soc. Geol. It.* 13/1: 271-284.
- BEARTH P., 1961. Contribution à la subdivision tectonique et stratigraphique du cristallin de la nappe du Grand St-Bernard dans le Valais (Suisse). Livre à la mémoire de Paul Fallot. *Soc. Géol. France. t. II*: 407-418.
- BRECHBÜHLER Y.-A. et CRISINEL A., 1979. Pétrographie de la nappe du Grand St-Bernard dans la région de Bourg St-Pierre (Val d'Entremont, Valais). *Bull. Labo. Géol. Univ. Lausanne n° 243*: 8 p.
- BRODBECK J.-F., 1979. Etude géologique et pétrographique de la région du Col du Grand St-Bernard. Trav. diplôme, Univ. Lausanne, inédit.
- BRODBECK J.-F., BURRI M. et HEDIGER R., 1979. Le front de la nappe du St-Bernard entre Bourg St-Pierre et la frontière italo-suisse. *Bull. Labo. Géol. Univ. Lausanne n° 242*: 9 p.
- BURRI M., 1983a. Description géologique du front du Saint-Bernard dans les vallées de Bagnes et d'Entremont (Valais). *Bull. Labo. Géol. Univ. Lausanne n° 270*: 88 p.
- BURRI M., 1983b. Le front du Grand St-Bernard du val d'Hérens au val d'Aoste. *Eclogae geol. Helv.* 76/3: 469-490.
- DESMONS J., 1992. The Briançon basement (Pennine Western Alps): Mineral composition and polymetamorphic evolution. *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.* 72/1: 37-55.
- ESCHER A., 1988. Structure de la nappe du Grand Saint-Bernard entre le val de Bagnes et les Mischabel. Rapport du Service hydrologique et géologique national. Nr 7. 26 p.
- ESCHER A., MASSON H. et STECK A., 1988. Coupes géologiques des Alpes occidentales suisses. Rapport du Service hydrologique et géologique national. Nr 2. 11 p.
- FABRE J., SCHADE J., BAUDIN T., DESMONS J., MERCIER D. and PERRUCIO-PARISON M.D., 1987. Relics of pre-Mesozoic events in the Briançon zone (Northern French Alps). In H.W. FLUGEL, F.P. SASSI and P. GRECU. Pre-Variscan and Variscan events in the Alpine-Mediterranean Mountain Belts. *Alfa Bratislava*: 183-208.
- FERRY J.M. and SPEAR F.S., 1978. Experimental calibration of the partitioning of Fe and Mg between biotite and garnet. *Contrib. Mineral. Petrol.* 66: 113-117.
- FONTEILLES M., 1976. Essai d'interprétation des compositions chimiques des roches d'origine métamorphique et magmatique du massif hercynien de l'Agly (Pyrénées Orientales). Thèse d'Etat, Uni. Paris IV. 2 vols. 685 p.
- GHENT E.D. and STOUT M.Z., 1981. Geobarometry and geothermometry of plagioclase-biotite-garnet-muscovite assemblages. *Contrib. Mineral. Petrol.* 76: 92-97.
- GOUFFON Y., 1992. Géologie de la «nappe» du Grand St-Bernard entre la Doire Baltée et la frontière suisse (Vallée d'Aoste, Italie). *Mém. Géol. (Lausanne)* 12: 147 p.
- GUIDOTTI Ch., 1984. Micas in metamorphic rocks. In BAILEY S.W., ed. *Micas. Reviews in Mineralogy. Vol. 13. MSA. chap. 10*: 357-467.
- HEDIGER R., 1979. Géologie et pétrographie du Col du Grand St-Bernard. Trav. diplôme, Univ. Lausanne, inédit.

- HODGES K.V. and SPEAR F.S., 1982. Geothermometry, geobarometry and the Al_2SiO_5 triple point at Mt. Moosilauke, New Hampshire. *Amer. Mineral.* 67: 1118-1134.
- HOLDWAY M.J., 1971. Stability of andalusite and the aluminium silicate phase diagram. *Amer. J. Sci.* 271: 97-131.
- HOLDWAY M.J., DUTROW B.L. and HINTON R.W., 1988. Devonian and Carboniferous metamorphism in west-central Maine: The muscovite-almandine geobarometer and the staurolite problem revisited. *Amer. Mineral.* 73: 20-47.
- HOSCHEK G., 1969. The stability of staurolite and chloritoid and their significance in metamorphism of pelitic rocks. *Contrib. Mineral. Petrol.* 22: 208-232.
- JOYE J.B., 1989. L'évolution pression-température-déformation dans le massif des Aiguilles Rouges, massif externe alpin. Thèse, Univ. de Fribourg n° 962, Copy Quick, Fribourg, 135 p.
- LIEGEOIS J.P. and DUCHESNE J.Cl., 1981. The Lac Cornu retrograded eclogites (Aiguilles Rouges massif, Western Alps, France): evidence of crustal origin and metasomatic alteration. *Lithos.* 14: 35-48.
- OULIANOFF N. et TRÜMPY R., 1958. Feuille Grand Saint-Bernard et sa notice explicative. Atlas géologique suisse 1:25'000. Kümmerly et Frey, Berne.
- PIGAGE L.C. and GREENWOOD H.J., 1982. Internally consistent estimates of pressure and temperature: the staurolite problem. *Amer. J. Sci.* 282: 943-969.
- PIN C. et PEUCAT J.J., 1986. Ages des épisodes de métamorphisme paléozoïques dans le Massif central et le Massif armoricain. *Bull. Soc. Géol. France.* 1986. t.II/3: 461-469.
- VON RAUMER J.F., 1983. Die Metapelite von Emosson (Aiguilles Rouges Massiv) als Beispiel spätkaledonisch-frühvariszischer Metamorphose im Altkristallin des helvetischen Bereichs. *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.* 63: 421-455.
- VON RAUMER J.F., 1987. Les massifs du Mont Blanc et des Aiguilles Rouges: témoins de la formation de croûte varisque dans les Alpes occidentales. *Géol. Alpine.* 63: 7-24.
- VON RAUMER J.F., MENOT R.P., ABRECHT J. and BINO G., 1992. The pre-Alpine evolution of the External Massifs. In J.F. VON RAUMER and F. NEUBAUER (eds): The Pre-Mesozoic Geology of the Alps. Springer Berlin, Heidelberg, New-York (in press).
- RICHARDSON S.W., 1968. Staurolite stability in part of the system Fe-Al-Si-O-H. *J. Petrol.* 9: 467-488.
- ROBINSON G.R., Jr., 1983. Calibration of the muscovite-biotite-quartz-garnet-aluminosilicate geothermobarometer (abs.). *EOS* 64: 351.
- SPEAR F. S. and CHENEY J.T., 1989. A petrogenetic grid for pelitic schists in the system $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-FeO-MgO-K}_2\text{O-H}_2\text{O}$. *Contrib. Mineral. Petrol.* 101: 149-164.
- THÉLIN Ph., 1989. Essai de chronologie magmatico-métamorphique dans le socle de la nappe du Grand Saint-Bernard: quelques points de repère. *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 69/2: 193-204.
- THÉLIN Ph. et AYRTON S.N., 1983. Cadre évolutif des événements magmatico-métamorphiques du socle anté-triasique dans le domaine pennique (Valais). *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 63/ 2-3: 393-420.
- THÉLIN Ph., SARTORI M., LENGELER R. and SCHAEERER J.-P., 1990. Eclogites of paleozoic or early alpine age in the basement of the penninic Siviez-Mischabel nappe (Wallis, Switzerland). *Lithos* 25: 71-88.
- THÉLIN Ph., SARTORI M., BURRI M., GOUFFON Y and CHESSEX R., 1992. The pre-Alpine basement of the Briançonnais (Wallis, Switzerland). In J. VON RAUMER and F. NEUBAUER (eds): The Pre-Mesozoic Geology of the Alps. Springer Berlin, Heidelberg, New-York (in press).
- TRACY R.J., 1982. Compositional zoning and inclusions in metamorphic minerals In Characterization of metamorphism through mineral equilibria (Ferry, J.M., ed.). Reviews in Mineralogy. Vol. 10. MSA. chap. 9: 355-397.

Appendice I. -- Analyses chimiques des métapélites du Mont-Mort (XRF).

Micaschistes    grenat (MG) et à grenat-staurotide (MGS)

Ech.no	MG1	MG2	MG3	MG4	MG5	MG6	MGS1	MGS2	MGS3
SiO2	63.76	63.19	64.22	63.11	62.02	60.40	63.11	62.26	62.10
TiO2	0.52	0.32	0.18	0.56	0.64	0.73	0.32	0.69	0.42
Al2O3	17.05	17.04	17.12	17.89	17.94	19.93	17.61	17.47	17.81
Fe2O3	3.25	3.58	4.03	2.89	3.82	3.93	3.82	3.61	3.54
FeO	2.52	3.04	3.32	3.30	3.05	3.27	3.51	3.73	3.92
MnO	0.15	0.05	0.17	0.04	0.19	0.18	0.16	0.25	0.27
MgO	2.13	2.07	1.99	2.27	1.83	1.80	1.72	1.39	2.05
CaO	0.72	0.43	0.62	0.19	0.29	0.35	0.42	0.39	0.58
Na2O	1.51	1.63	1.27	0.99	1.31	0.94	1.58	1.47	0.89
K2O	4.96	4.93	5.19	5.31	5.59	3.87	5.03	5.05	5.32
P2O5	0.17	0.25	0.31	0.12	0.24	0.21	0.12	0.31	0.18
H2O+	3.11	2.99	1.59	3.02	3.13	3.76	2.12	3.27	2.99
Tot.	99.85	99.52	100.01	99.69	100.05	99.37	99.52	99.89	100.07

Schistes    silicates (SSA) d'alumine et "annite"

Ech.no	SSA1	SSA2	SSA3		
SiO2	61.96	61.92	60.28		
TiO2	0.32	0.47	0.46		
Al2O3	18.06	18.53	19.27		
Fe2O3	2.98	3.81	3.72		
FeO	4.05	3.99	3.57		
MnO	0.31	0.32	0.09		
MgO	1.38	1.71	1.99		
CaO	0.31	0.22	0.51		
Na2O	0.94	1.32	0.89		
K2O	6.30	5.56	5.32		
P2O5	0.07	0.09	0.18		
H2O+	2.72	2.39	3.05		
Tot.	99.40	99.68	99.33		

Echantillon:

MG1--->MG3:

MG4:

MG5--->MG6:

MGS1:

MGS2:

MGS3:

SSA1:

SSA2--->SSA3:

Coordonnées:

580.775/80.250

580.775/80.100

580.700/79.930

580.825/79.435

580.750/79.260

581.000/79.910

580.325/80.935

580.660/81.600

Ech.no:	462	462	463	463	461	461	461	461
Roche:	MGS	MGS	MG	MG	MG	MG	MG	MG
Position:	bord	cent	bord	cent	bord	cent	bord	cent
SiO ₂	36.96	37.23	36.22	36.23	36.20	36.69	36.65	36.49
TiO ₂	0.09	0.16	0.07	0.08	0.16	0.08	0.16	0.35
Al ₂ O ₃	21.78	22.36	22.22	22.16	21.72	22.96	21.02	21.34
FeO tot	33.91	34.13	33.22	34.01	36.79	33.71	35.69	33.06
MnO	0.40	0.52	2.34	2.51	1.07	2.20	1.79	4.48
MgO	2.28	1.84	1.88	1.26	2.55	2.05	1.64	1.32
CaO	4.66	4.29	4.45	4.81	2.24	2.81	3.17	4.06
weight % (oxide)								
Tot.	100.08	100.53	100.40	101.60	100.73	100.50	100.12	101.10
End member (mole %)								
GROSS.	13.45	13.41	12.58	13.67	6.30	8.33	9.11	11.45
PYROP.	9.16	7.48	7.40	4.98	9.98	8.46	6.55	5.19
SPESS.	0.91	1.20	6.35	5.64	2.38	5.16	4.06	9.99
ALM.	76.46	77.89	73.57	75.60	81.35	78.05	80.27	73.35
(tout le Fe dans la molécule Almandin)								
Abréviations	cent: au centre du grenat "core"							
	bord: au bord du grenat "rim"							
	MGS: micaschiste à grenat-staurotite							
	MG: micaschiste à grenat							
Coordonnées:	Ech. 461: 580.775/80.100							
	Ech. 462: 580.750/79.260							
	Ech. 463: 580.775/80.250							

Appendice II.B–Compositions chimiques des minéraux. Micas blancs et noirs des m  t  p  lites du Mont Mort.

Ech.no.	462	463	461	463	462	464	464
Roche:	MGS	MG	MG	MG	MGS	SSA	SSA
Minéral:	mb	mb	mb	mn	mn	mn	mn
Position:	cent	cent	cent	cent	cent	cent	bord
SiO ₂	46.48	46.37	46.21	32.11	32.30	30.87	30.93
TiO ₂	0.45	0.38	0.47	1.52	1.60	1.30	1.51
Al ₂ O ₃	37.25	37.79	37.55	22.16	22.21	20.61	20.17
FeO tot	0.66	1.10	0.81	22.17	21.73	28.45	27.84
MnO	0.01	0.02	0.00	0.08	0.07	0.05	0.08
MgO	0.46	0.76	0.45	9.93	9.93	8.50	8.26
CaO	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na ₂ O	1.45	1.08	1.65	0.06	0.15	0.06	0.07
K ₂ O	8.41	8.58	9.03	7.86	7.12	5.29	6.25
H ₂ O (stoech)	4.50	4.50	4.50	4.00	4.00	4.00	4.00
							weight (%)
Tot.	99.89	100.58	100.67	99.89	99.11	99.13	99.11

Mb et Mn (10 oxyg  nes)

Si	3.03	2.98	3.00	2.42	2.44	2.33	2.37
Al _{IV}	0.97	1.02	1.00	1.58	1.56	1.67	1.63
Al _{VI}	1.89	1.85	1.89	0.39	0.41	0.17	0.18
M/M+Ft*	55.40	35.53	43.31	44.39	44.89	34.72	34.59
R2**				16.39	16.86	19.80	18.25
R3**				46.38	45.89	48.28	50.35
Mg**				37.23	37.25	31.91	31.40

Abréviations utilisées:

MGS: micaschiste à grenat-staurotide
 MG: micaschiste à grenat
 SSA: schiste à silicate(s) d'alumine
 mn: mica noir (biotite et "annite")
 mb: mica blanc
 cent: au centre du minéral "core"
 bord: au bord du minéral "rim"
 * M/M+Ft = $(100 \cdot \text{Mg} / (\text{Mg} + \text{Fe}_2 + \text{Fe}_3))$
 ** triangle R2-R3-Mg des micas noirs
 avec R2 = $100 \cdot (\text{Al}_{\text{VI}} + \text{Fe}_3 + \text{Ti})$
 R3 = $100 \cdot (\text{Fe}_2 + \text{Mn})$ & Mg = $100 \cdot \text{Mg}$

Coordonnées: Ech. 464: 580.660/81.600

Echs. 461, 462, 463 (cf. appendice II-A)