BULLETIN

DES

LABORATOIRES DE GÉOLOGIE, MINÉRALOGIE, GÉOPHYSIQUE
ET DU MUSÉE GÉOLOGIQUE

DE

L'UNIVERSITÉ DE LAUSANNE
(SUISSE)

BULLETIN N° 243

PETROGRAPHIE DE LA NAPPE DU GRAND ST.BERNARD DANS LA REGION DE BOURG ST.PIERRE (VAL D'ENTREMONT, VALAIS)

par

Yves-Alain BRECHBÜHLER et Anne CRISINEL

1979

PETROGRAPHIE DE LA NAPPE DU GRAND ST.BERNARD DANS LA REGION DE BOURG ST.PIERRE (VAL D'ENTREMONT, VALAIS)

par

Yves-Alain BRECHBÜHLER* et Anne CRISINEL**

Abstract :

The Grand Saint Bernard nappe in the Entremont Valley area includes several parallel strips of basement rocks, separated by Permian zones.

Petrographic studies along a cross-section through this area allows a division in three groups :

- an old polycyclic basement
- a monocyclic basement
- Permian formations

All the examined rocks have undergone greenschist facies Alpine metamorphism; the problem of the existence of high-pressure metamorphism in this region is considered, as well as that of an amphibolite facies pre-Alpine metamorphic episode, or episodes.

I. INTRODUCTION

Le but de ce travail est de présenter une étude pétrographique d'une coupe à travers les différentes unités de la partie frontale de la nappe du Grand St.Bernard, dans le Val d'Entremont.

Cette région, autrefois baptisée "zone du Col", se révèle être un complexe de lames de socle disposées parallèlement, intercalées avec des roches attribuées généralement au Permien. Une coupe W-E située au N de Bourg St.Pierre illustre la succession de ces unités (fig. 1).

Trois catégories d'unités peuvent être distinguées:

a) un vieux socle polycyclique (unités 1+(2)+3+5)

b) un socle monocyclique (unité 7)

c) le Permien (unités 4+6).

La description de ces unités sera donnée dans l'ordre de leur disposition géographique actuelle, soit d'W en E.

II. DESCRIPTION PETROGRAPHIQUE

UNITE I : vieux socle polycyclique

Les roches rencontrées dans cette unité sont essentiellement des micaschistes et des gneiss fins, à paillettes de mica blanc millimétriques étalées sur les plans de schistosité. Des roches basiques jalonnent le contact occidental de cette unité avec le Permien. Plus à l'E, des bandes de gneiss oeillés parallèles à la direction de schistosité rompent la monotonie de ces assises.

* Institut de géologie de l'Université de Neuchâtel
** Institut de géologie de l'Université de Lausanne

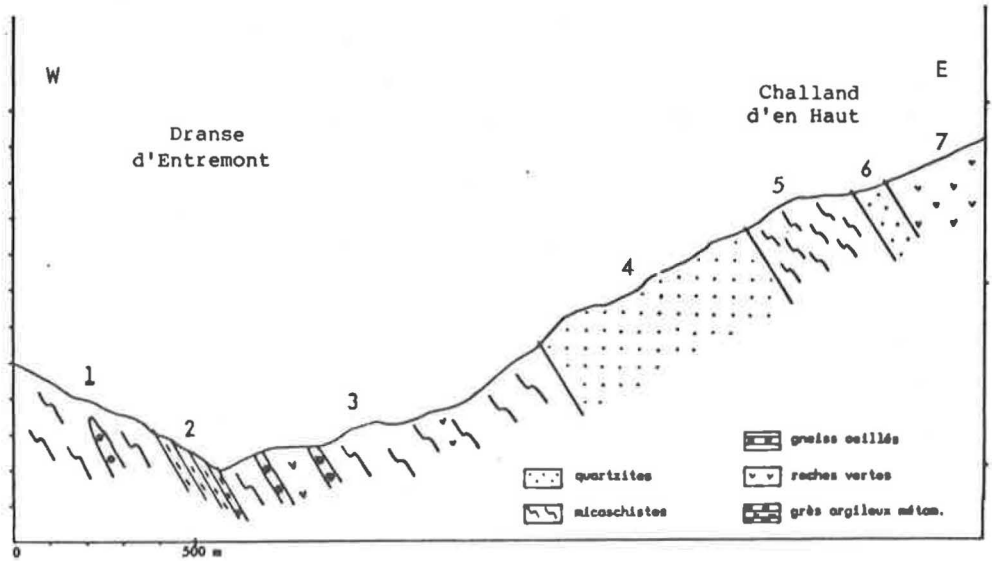


Fig. 1. Coupe W-E au travers du Val d'Entremont, au N de Bourg St.Pierre

a) Les micaschistes

Ces roches apparaissent sur le terrain comme des micaschistes ou des gneiss fins selon l'intensité de la schistosité dominante ou la quantité de mica blanc qu'elles contiennent.

Les minéraux les plus fréquents sont:
- le quartz toujours très abondant
- l'albite, rarement sous forme de cristaux bien individualisés, présente dans la matrice comme constituant de la saussurite
- le plagioclase saussuritisé (albite+séricite+épidote) abondant; rares sont les reliques de plagioclase reconnaissable, auquel cas il s'agit vraisemblablement d'oligoclase
- le mica blanc toujours sous deux formes: la séricite qui résulte de la saussuritisation des plagioclases essentiellement, et les paillettes millimétriques, réorientées selon la schistosité dominante. Les analyses aux RX (camera de Guinier) montrent que ces micas possèdent les raies caractéristiques des polymorphes 2M des micas blancs. Aucune analyse chimique n'a été faite.

A coté de ces minéraux prépondérants, ces roches contiennent en général:
- la biotite brune toujours très chloritisée
- le grenat, quelquefois sous deux formes reconnaissables au microscope: un grenat très altéré (broyé et chloritisé) parfois en assez gros cristaux, et un grenat limpide en LN, toujours en petits cristaux et souvent idiomorphes
- les épidotes: la pistachite, la clinozoïsite et parfois l'allanite pouvant coexister dans la même lame
- le feldspath potassique (microcline), sporadique, toujours en très petite quantité.

De plus, l'apatite, la tourmaline, le sphène, le zircon, le carbonate et les minéraux opaques sont les minéraux accessoires couramment présents.

La présence du stilpnomélane a été soupçonnée dans plusieurs lames, en grains peu distincts associés à la chlorite. Il s'agit peut-être d'un autre minéral (oxychlorite ou oxydes déposés entre les lamelles de chlorite). Nous n'avons pas d'analyse chimique.

b) Les roches basiques

Ces roches, qui affleurent dans la partie occidentale de cette unité, n'existent pas sur la coupe décrite dans cet article.

Il s'agit en bref d'amphibolites grenatifères peu rétromorphosées, associées parfois à des amphibolites à diopside (montagne du Pe) dont le pyroxène est très bien conservé (diopside déterminé à la microsonde, comm. orale de S. Ayrton).

c) Les gneiss oeillés

Ils affleurent en bandes parallèles à la schistosité principale.

Les yeux, qui peuvent atteindre 6 cm de long, sont fortement étirés dans la schistosité. Il s'agit d'aggrégats polycristallins d'albite en échiquier surtout, accompagnée de quartz et de microcline. Ces derniers forment parfois des associations de type myrmékite.

La pâte est constituée de saussurite, le mica blanc et l'épidote étant parfois concentrés en lits. De plus, il y a de l'actinote et du grenat (sous les deux formes décrites précédemment) et, comme accessoires, l'apatite, le sphène, le zircon et les opaques.

Dans la même zone que ces gneiss oeillés, il y a quelques pegmatites leucocrates très grossièrement cristallisées, à structure nettement orientée. Au microscope, de gros porphyroblastes d'albite en échiquier sont bien visibles, accompagnés de quartz dans les "pressure shadows"; ils sont englobés dans une matrice formée par une alternance de lits de quartz et d'albite. On observe également quelques myrmékites. Entre ces lits, se trouvent de très grosses paillettes de mica blanc.

UNITE 2: couverture ancienne de l'unité 1

Il s'agit de roches d'aspect sédimentaire qui sont restées solidaires de l'unité de socle décrite ci-dessus. De composition argilo-gréseuse en général, ces roches sont massives, découpées en bancs décimétriques parallèles à la schistosité dominante.

Cette unité débute par des schistes graphiteux noirs dont la paragénèse est la suivante: quartz, albite (+séricite), mica blanc, graphite, biotite brune chloritisée, biotite verte, glaucophane frangé d'actinote, et comme accessoires, l'apatite, les épidotes, le sphène, la tourmaline et les minéraux opaques. Cette unité devient ensuite argilo-gréseuse, dépourvue de graphite. Paragénèse: quartz, séricite, chlorite. Présence toujours de traces de glaucophane frangé d'actinote.

UNITE 3: vieux socle polycyclique

Principalement métapélitiques, les roches de cette unité apparaissent comme des micaschistes ou des gneiss selon que la schistosité principale y est marquée ou non.

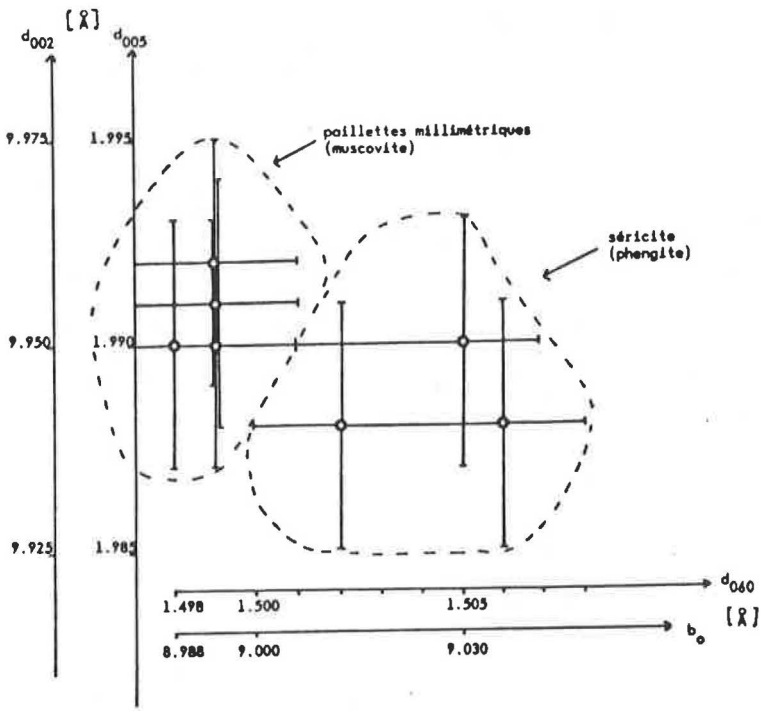
Les minéraux principaux sont le quartz, l'albite, les micas blancs et les plagioclases saussuritisés; l'épidote et la chlorite y sont moins abondants, et le sphène, l'ilménite, le zircon et la matière organique ne sont qu'accessoires. La biotite et le grenat, souvent chloritisés, sont occasionnels plus abondants dans les zones plus gneissiques. Le feldspath potassique est rare; nous ne l'avons mis en évidence que dans quelques échantillons, par coloration.

Les micas blancs existent sous deux formes: d'une part des paillettes millimétriques réorientées dans la schistosité, et d'autre part, de la séricite d'altération des plagioclases. Nous avons tenté une étude RX afin de préciser la composition chimique de

ces deux types de mica blanc. Les résultats ont montré que les paillettes millimétriques sont des muscovites à taux de substitution faible, alors que la séricite a une teneur en Na et Fe plus importante (phengite) (Fig. 2.)

Valeurs obtenues:

Paillettes millimétriques	d 060	1,498 - 1,500 Å ± 0,002
	d 002	9,950 - 9,960 Å ± 0,003
Séricite	d 060	1,502 - 1,506 Å ± 0,002
	d 002	9,940 - 9,950 Å ± 0,003



$b_o = 6 \cdot d_{060}$

$d_{002} = 5 \cdot d_{005}$

Fig. 2. Répartition des micas blancs selon d_{060} et d_{002}

Il est à noter que ces résultats restent indicatifs, car encore trop peu nombreux. De plus, de récentes analyses à la microsonde (Ph. Thélin, comm. orale) montrent des inhomogénéités dans la composition chimique d'un même cristal, ce qui ne ressort pas des analyses aux RX.

En plus de ces gneiss et micaschistes, cette unité comprend:

1) Des roches vertes qui affleurent en divers endroits (dans le verrou glaciaire de Bourg St.Pierre, sur la galerie de la route du col). Leur paragénèse est la suivante: amphibole verte (hornblende verte auréolée d'actinote et de chlorite), chlorite, albite, plagioclase saussuritisé, mica blanc et accessoirement sphène, épidotes, biotite et glaucophane.

2) Des amphibolites boudinées, au lieu-dit Plan du Pey, qui donnent à la roche un aspect de migmatites.

3) Une granodiorite à amphibole, roche très massive, à structure non orientée. Elle contient de l'amphibole verte zonée, de la chlorite, de la séricite, de l'albite abondante, du microcline, et un peu de plagioclase et de quartz. Il y a également du sphène abondant idiomorphe, de l'apatite et des minéraux opaques.

4) Des bandes de gneiss oeillés parallèles à la direction de la schistosité principale. Au microscope, elles révèlent des porphyroblastes de microcline perthitique, englobés dans une matrice composée de quartz, d'albite, de microcline et de mica blanc. De plus, on a noté la présence de grenat très altéré (broyé et chloritisé) dans un échantillon.

UNITE 4: Permien

C'est la principale unité de schistes permiens de cette région. La foliation y est très bien marquée et le débitage de la roche en feuillets ou en plaquettes est caractéristique.

Il s'agit de:

- quartzites micacés (plaquettes centimétriques)
- schistes séricito-chloriteux

Certains lits contiennent des niveaux carbonatés. Les conglomérats rares sont toujours en lentilles; aucun horizon repère n'a pu être suivi.

La totalité de cette unité semble détritique, gréseuse et plus rarement conglomératique.

UNITE 5: socle polycyclique

Comparable par ses roches à l'unité 3, cette unité est beaucoup plus mince et possède une schistosité plus marquée. Afin d'éviter une nouvelle description des gneiss, micaschistes et roches vertes, nous ne ferons que quelques remarques.

- On retrouve également des amphibolites boudinées comparables à celles du Plan du Pey (unité 3), les amphiboles étant ici complètement rétromorphosées
- Seul un échantillon de gneiss rubanné prélevé à la Pointe des Toules contient encore une relique d'amphibole verte qui a échappé à la rétromorphose intense de ces roches.

Cette unité diffère donc de l'unité 3 principalement par:
- la rétromorphose plus intense des minéraux tels que l'amphibole, le grenat et la biotite,
- la porphyroblastèse d'albite qui donne aux roches une texture prasinitique
- l'absence de gneiss oeillés.

UNITE 6: Permien.

Il s'agit de quelques mètres de quartzites intercalés entre les unités 5 et 7, niveau repère qui permet leur distinction. Cette unité est constituée de quartzites et de schistes séricito-chloriteux attribués au Permien.

Au lieu-dit Challand d'en Haut, quelques bancs clairs très siliceux suggèrent la présence d'un porphyre quartzifère. Cependant, la tectonisation intense rend toute détermination microscopique précaire, le seul argument étant la présence de cristaux d'albite et de quartz qui subsistent en ilôts contournés par la schisto-

sité, soulignée par des lits micacés alternant avec des lits de quartz finement granoblastique.

UNITE 7: socle monocyclique (Métailler)

Cette unité limite à l'E la zone décrite et seule sa bordure occidentale va être décrite ici. Il s'agit de roches basiques dont la couleur vert-sombre est très reconnaissable. L'attribution de cette série à l'un des deux groupes de roches citées précédemment est impossible, car, si elle se différencie nettement des unités permiennes 4 et 6 par sa chimie, elle ne possède pas non plus les gneiss à grenats et biotite, les roches vertes à hornblende ou les gneiss oeillés des unités 1, 3 et 5.

Voici les principales roches rencontrées:

- prasinites à albite porphyroblastique, épidote, chlorite, carbonate et, accessoirement, sphène et mica blanc.
- Roches vertes à albite, épidote, chlorite, amphibole bleue, sphène et mica blanc.
- micaschistes à quartz, albite, mica blanc et chlorite.

Quelques schistes à composition plus particulière accompagnent les roches citées ci-dessus:

- schistes à mica blanc et épidote idiomorphes, accessoirement avec graphite et chlorite.
- schistes à mica blanc, chloritoïde ± chloritisé, chlorite et quartz en petite quantité.
- schistes à quartz, albite, mica blanc, chlorite et graphite.

L'albite est presque toujours porphyroblastique, très tardive, riche en inclusions orientées, notamment d'amphibole bleue.

III. METAMORPHISME

Nous allons essayer de situer les unités décrites dans l'histoire métamorphique généralement admise pour les Alpes penniques. Elle comprend, en remontant dans le temps, le métamorphisme alpin de faciès schistes verts, le métamorphisme éoalpin à haute pression et un ou plusieurs événements métamorphiques antéalpins

a) Le métamorphisme alpin de faciès schistes verts

Grâce aux radiodatations, deux phases de métamorphisme de faciès schistes verts sont connues dans les Alpes occidentales: l'une à l'Eocène, l'autre à la limite Oligocène-Miocène (FREY et al., 1974). Nous n'avons pas pu distinguer ces deux phases et traitons en bloc du métamorphisme dans le faciès schistes verts.

Les minéraux cristallisés lors de cet épisode sont les suivants: albite, quartz, chlorite, actinote, épidote, calcite, biotite verte, stilpnomélane. D'autres minéraux comme la hornblende verte, le glaucophane, le chloritoïde et le grenat sont stables dans d'autres conditions physico-chimiques que le faciès schistes verts et il n'est pas toujours possible de dire lors de quel épisode métamorphique ils sont apparus.

Il est à noter que les roches ne sont pas toutes rétromorphosées dans le faciès schistes verts avec la même intensité. Il existe encore des amphibolites préservées dans les vieux socles (unités 1 et 3). Par contre, la rétromorphose est beaucoup plus importante en ce qui concerne les roches de l'unité 5. Il semble y avoir un gradient de rétromorphose croissant d'W vers l'E.

A ce métamorphisme de faciès schistes verts est lié un phénomène de porphyroblastèse d'albite. En effet, des porphyroblastes d'albite très tardifs apparaissent dans les roches vertes, pour formes des prasinites. Le même gradient est manifeste dans la répartition de ces prasinites: la porphyroblastèse d'albite est beaucoup plus importante vers l'E.

b) Le problème du métamorphisme de haute pression

Cet événement métamorphique, bien connu par ailleurs dans les Alpes penniques, n'a pas été mis en évidence dans cette région de façon incontestable, peut-être faute de moyens.

Une amphibole bleue (glaucophane?) est présente dans presque toutes les unités, parfois en assez grande quantité. Elle est souvent auréolée d'actinote. Mais nous n'avons jamais vu la trace d'une lawsonite, même pseudomorphosée, pour pouvoir situer ces roches avec certitude dans le faciès à lawsonite-glaucophane de haute pression et basse température. De plus, ERNST (1961) a démontré que le champ de stabilité du glaucophane englobe, en plus du faciès de haute pression, une partie du faciès schistes verts.

Des radiodatations effectuées sur les glaucophanes (FREY et al. 1974) ont montré que ce minéral pouvait également apparaître lors des deux phases du métamorphisme alpin. L'amphibole bleue ne peut donc pas, à elle seule prouver l'action d'un métamorphisme de haute pression sur ces roches.

L'étude aux RX des micas blancs (caméra de Guinier) sur une trentaine d'échantillons, n'a révélé la présence que de polymorphes 2M, polymorphes stables dans les conditions de pression du faciès schistes verts. Aucun polymorphe 3T n'a été décelé.

En conclusion, rien, pour l'instant, ne nous permet d'affirmer ou d'infirmer l'action d'un métamorphisme de haute pression sur ces roches. Des radiodatations sur les amphiboles bleues permettraient peut-être de résoudre ce problème.

c) Métamorphisme(s) antéalpin(s)

Les minéraux susceptibles d'être apparus lors d'un métamorphisme antéalpin dans le faciès amphibolite sont: l'amphibole verte, le grenat, la biotite brune, le plagioclase, la muscovite, la staurotide, probablement l'andalousite, le pyroxène et éventuellement la cordiérite.

Voici quelques brefs commentaires sur ces minéraux:

L'amphibole verte dont la composition chimique n'est pas connue, possède des caractéristiques optiques qui permettent de la placer dans la famille des hornblendes. La hornblende verte est typique du métamorphisme de faciès amphibolite, mais elle peut déjà apparaitre dans le faciès schistes verts élevé.

Le grenat se présente sous deux formes. Les petits cristaux limpides, idiomorphes sont certainement alpins. Les cristaux altérés (broyés et chloritisés) sont en général attribués à un épisode de métamorphisme paléozoïque. Comme pour l'amphibole verte, le domaine de stabilité du grenat chevauche les faciès schistes verts et amphibolite.

La biotite brune, en général chloritisée, est également considérée comme une relique d'un métamorphisme paléozoïque. Mêmes remarques en ce qui concerne son domaine de stabilité.

Le plagioclase, aujourd'hui sous forme de saussurite, n'a pas pu être identifié. Dans ces roches d'origine sédimentaire, la présence de ce plagioclase est une assez bonne preuve de l'action d'un métamorphisme de faciès amphibolite.

La muscovite est généralement attribuée à un métamorphisme paléozoïque hercynien. D'après les études effectuées aux RX, les paillettes de mica seraient des muscovites à taux de substitution faible, ce qui indiquerait une genèse dans des conditions métamorphiques élevées(GUIDOTTI et SASSI, 1976). Les analyses chimiques faites à la microsonde prouvent bien l'existence de muscovite, coexistant presque toujours avec de la phengite.

La staurotide, le pyroxène, l'andalousite et la cordiérite, qui sont les meilleurs minéraux index d'un métamorphisme de faciès amphibolite, n'ont malheureusement pas été décelés dans les lames minces examinées.

La staurotide est assez abondante plus au S dans une unité associée cartographiquement à notre unité 3 (BRODBECK et al., 1979). Le pyroxène est présent dans la montagne du Pe, dans l'unité 1. L'andalousite et la cordiérite seraient présentes sous forme de pseudomorphoses plus au S, dans les unités de socle également.

La présence de tous ces minéraux dans les roches des unités 1, 3 et 5 indique qu'elles ont subi au moins un épisode de métamorphisme de faciès amphibolite. Leur âge et leur nombre reste à déterminer. WENK (1974) signale la présence de staurotide calédonienne dans la nappe de la Suretta, affectée par un métamorphisme hercynien de faciès amphibolitique également. Il y aurait donc au minimum deux épisodes de faciès amphibolite dans ces vieux socles.

La couverture sédimentaire argilo-gréseuse (unité 2) ne se prête pas bien à de telles considérations de par sa minéralogie. Parmi les minéraux cités ci-dessus, seule la biotite brune apparaît; mais son origine détritique ne peut être exclue. Sans radiodatation des micas blancs, nous ne pouvons dire si cette unité est mono- ou polycyclique

Quant à l'unité 7 (Métailler) elle ne contient que des roches montrant un faciès schistes verts. Il n'y a pas de reliques d'un éventuel métamorphisme paléozoïque. C'est pourquoi elle est considérée comme monocyclique (SCHAER, 1959).

REMERCIEMENTS.
Il nous est agréable de remercier ici Mme Dufresne, MM. Ayrton, Burri, Heizmann, Hunziker, Kubler, Persoz, Schaer et Thélin de leur aide et de leurs conseils.

BIBLIOGRAPHIE

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. Lausanne, sous presse.

ERNST, W. G. (1961): Stability relations of glaucophane.
Am. J. Sci. 259, pp. 735-765.

FREY, M., HUNZIKER, J.C., FRANK, W., BOCQUET, J., DAL PIAZ, G. JAEGER, E. et NIGGLI, E. (1974): Alpine metamorphism of the Alps.
BSMP. 54, pp. 274-290.

GUIDOTTI, C.V. et SASSI, F.P. (1976): Muscovite as petrogenetic indicator mineral in pelitic schists.
N. Jb. Miner. Abh. 127. pp.97-142.

SCHAER, J.-P. (1959) : Géologie de la partie septentrionale de l'éventail de Bagnes.
Arch. Sc. Genève, 12, 4. pp. 474-620.

WENK, H.R. (1974): Two episodes of highgrade metamorphism in the Northern Bergell Alps.
BSMP. 54, pp. 555-565.