| Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles |
|--|
| Société Vaudoise des Sciences Naturelles |
| 83 (1994-1995) |
| 2 |
| Caractéristiques et métamorphisme des phyllosilicates dans la partie occidentale de la "super" nappe du Grand St-Bernard (Val d'Aoste et Valais) |
| Thélin, Philippe / Gouffon, Yves / Allimann, Michel |
| https://doi.org/10.5169/seals-280523 |
| |

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. <u>Siehe Rechtliche Hinweise.</u>

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. <u>Voir Informations légales.</u>

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. <u>See Legal notice.</u>

Download PDF: 13.05.2025

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



BULLETIN N°327 des Laboratoires de Géologie, Minéralogie, Géophysique et du Musée géologique de l'Université de Lausanne

Caractéristiques et métamorphisme des phyllosilicates dans la partie occidentale de la «super» nappe du Grand St-Bernard (Val d'Aoste et Valais)

par



Philippe THÉLIN¹, Yves GOUFFON² et Michel ALLIMANN³

Abstract.-THÉLIN P., GOUFFON Y., ALLIMANN M., 1994. Caracteristics and metamorphism of sheet silicates in the occidental range of the Grand Saint-Bernard «super» nappe. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat* 83.2: 93-145.

The present study of sheet silicates (white micas and chlorites) in the Grand St-Bernard «super» nappe refers to two areas, one in the Aosta Valley (the Mont Fallère region, Italy) and the other in the Valais (the Métailler region, Switzerland). It follows detailed geological investigations and includes over 200 XRD analyses. The study of the chlorites does not allow the definition of a metamorphic event, but it may, however, help to distinguish polymetamorphic and monometamorphic basements. On the other hand, white micas provide geobarometric data from the different monometamorphic basements and confirm in particular the existence of HP relicts in all the units of the Mont Fort nappe (high RM and b_0 , 3T polytypes, systematic presence of paragonite). Moreover, their crystal chemistry confirm suspected geological structures (cf. the Mille zone) or help to define new ones (cf. the La Ly zone). These properties are not significant as long as the geological frame is not sufficiently well understood (cf. the monometamorphic Gran Testa zone) and a fortiori in polymetamorphic basement units (for instance the Ruitor and Siviez zones).

Key-words: White micas, chlorite, b₀-geobarometry, Alpine metamorphism, Western Alps.

¹Institut de Minéralogie et de Pétrogaphie, Université de Lausanne, BFSH2, CH-1015 Lausanne.

²Service hydrologique et géologique national, Section cartographie géologique, CH-3003 Bern.

³CSD Ingénieurs Conseils S.A., chemin de Maillefer 36, CH-1052 Le Mont-sur-Lausanne.

CODEN: BSVAA6

Résumé.-THÉLIN P., GOUFFON Y., ALLIMANN M., 1994. Caractéristiques et métamorphisme des phyllosilicates dans la partie occidentale de la «super» nappe du Grand St-Bernard (Val d'Aoste et Valais). *Bull. Soc. vaud. Sc. nat* 83.2: 93-145.

Cette étude des phyllosilicates (micas blancs et chlorites) de la «super» nappe du Grand St-Bernard concerne deux régions, l'une en Val d'Aoste (région du Mont Fallère, Italie) et l'autre en Valais (région du Métailler, Suisse). Elle repose sur une connaissance géologique détaillée et sur plus de 200 analyses XRD. Si l'étude des chlorites ne permet pas de caractériser un événement métamorphique, elle peut cependant aider à distinguer un socle polycyclique d'un socle monocyclique. Par contre, les micas blancs permettent d'évaluer les régimes géobarométriques des différents socles monocycliques, confirmant en particulier l'existence de reliques HP dans toutes les unités de la nappe du Mont Fort (RM et b₀ élevés, polytypes 3T, présence systématique de la paragonite). De plus leurs propriétés cristallochimiques confirment des structures géologiques suspectées (cf. zone de Mille) ou en suggèrent de nouvelles (cf. zone de la Ly). Ces propriétés ne sont pas interprétables lorsque la compréhension du cadre géologique n'est pas suffisante (cf. zone monocyclique de Gran Testa) et a fortiori dans les socles polycycliques (par ex: zones du Ruitor et de Siviez).

Mots-clés: Micas blancs, chlorite, géobarométrie b_0 , métamorphisme alpin, Alpes Occidentales.

1. INTRODUCTION

L'intérêt des géologues alpins s'est généralement porté sur certaines régions ou transversales à l'aspect alléchant. Les corrélations entre ces profils parfois éloignés demeurent souvent ardues à établir. Une comparaison entre le Pennique valaisan et la Vanoise n'est pas des plus faciles et le dessin d'une carte incluant ces deux régions débouche sur de nombreux points d'interrogation. De nouvelles subdivisions tectoniques définies ces dernières années dans les Alpes valaisannes (ALLIMANN 1987, ESCHER 1988) ont pu être prolongées jusqu'au Val d'Aoste (BURRI 1983a et b, GOUFFON 1993). Ces travaux basés sur une cartographie systématique permettent de reprendre l'étude du métamorphisme ayant affecté ces unités, domaine encore très mal connu.

Aussi cette étude se propose-t-elle d'établir, grâce à l'étude des phyllosilicates (micas blancs et chlorites), une double comparaison: a.-entre les roches monocycliques, présumées permo-carbonifères, affleurant en Val d'Aoste (fig. 1 et 2); et b.-entre les roches constitutives de la nappe du Mont Fort affleurant en Val d'Aoste et dans la région du Métailler en Valais (fig. 1 et 3). Les unités concernées sont pour l'essentiel, de la plus externe à la plus interne: la zone Houillère, la nappe des Pontis, la nappe de Siviez-Mischabel et la nappe du Mont Fort. On sait (ESCHER 1988, ESCHER *et al.* 1988, THÉLIN *et al.* 1993) que ces unités correspondent aux nouvelles subdivisions de la «super» nappe du Grand St-Bernard.

Les buts précis de cette étude sont les suivants:

a.–Un épisode de haute pression est soupçonné dans la nappe du Mont Fort. Le recours systématique à la géobarométrie b_0 du mica blanc potassique sur un grand nombre d'échantillons devrait confirmer ou infirmer cette hypothèse pas assez étayée. Des paragenèses relatives à un tel épisode existent également dans la zone du Ruitor (CABY et KIENAST 1989, GOUFFON 1993), mais le polycyclisme de cette zone et le choix de l'échantillonnage ne permet pas d'apporter ici de nouveaux éléments.



Figure 1.-Situation des unités tectoniques entre Aoste et Sion.



b.-On suppose par contre (BURRI 1983a et b, ESCHER 1988) que cet épisode n'a pas affecté les autres unités, à savoir le socle polycyclique de Siviez ainsi que les unités monocyliques qui lui sont associées, d'âge présumé permo-carbonifère (par ex: zone de Mille et de La Ly). A cet égard, une étude détaillée des paramètres cristallographiques des micas blancs de ces unités s.l. devrait fournir une base de discussion à cette hypothèse. De plus il sera intéressant de préciser si l'évolution métamorphique de ces différentes zones fut similaire ou non, voire même contrastée au sein même de l'une d'elles.

c.-Les échantillons étant prélevés pour l'essentiel dans des roches comparables au sens où il s'agit de métasédiments immatures à semi-matures (grauwackes, arkoses, semi-pélites), monocycliques et d'âge supposé paléozoïque supérieur, on peut envisager raisonnablement que cette étude est effectuée sur une base lithologique quasi équivalente permettant une comparaison entre les unités considérées. De ce fait on peut espérer tester l'utilité des micas blancs (muscovite, phengite, paragonite) et des chlorites en tant que marqueurs métamorphiques, en réduisant au minimum l'influence du contrôle séquentiel. Par conséquent, outre les buts géologiques mentionnés, ce travail traitant d'un nombre élevé d'échantillons se fixe des buts d'ordre méthodologique (tests des paramètres cristallographiques en tant que marqueurs dans l'espace métamorphique P-T°) et statistique (à partir de combien de mesures une tendance indicative devient-elle fiable?).

d.-On escompte que les résultats obtenus pourront aider à mieux comprendre la cinématique de mise en place des unités mentionnées, notamment celle de la nappe du Mont Fort par rapport aux unités plus externes (nappe de Siviez-Mischabel, nappe des Pontis). Une meilleure compréhension de la relation dans le temps entre mise en place et épisode(s) métamorphique(s) est primordiale dans le contexte du Pennique moyen.

Il convient, avant d'aborder le contexte géologique de notre étude, de préciser un point de terminologie. En effet, la terminologie à employer pour désigner les unités lithologiques dont nous allons parler pose un problème qui peut être éclairé par l'exemple du Métailler:

-OULIANOFF (1955) est le premier à distinguer cette unité et la désigne sous le terme de «zone du massif du Métailler» ou également «zone du Métailler»;

-SCHAER (1959a) la rebaptise «série du Métailler»;

-BEARTH (1961) rétablit la «zone du Métailler» ;

-BURRI (1983a et b) modifie légèrement cette appellation qui devient la «Zone du Métailler»;

-ESCHER (1988) revient à la nomenclature de SCHAER en reprenant «série du Métailler».

Tous ces auteurs considèrent le Métailler comme une unité tectonique, ce qui correspond à notre point de vue. Nous pensons donc que le terme de série, à connotation stratigraphique, est à éviter. Le terme de zone du Métailler est lui trop général. Les unités dont les limites sont clairement tectoniques seront désignées comme des nappes. Celles-ci se composent d'entités définies d'après des critères lithologiques, appelées *ensembles* lorsqu'elles sont polycycliques et *unités* pour les monocycliques. Plusieurs unités ou ensembles peuvent constituer une *zone*, mais ce terme leur est souvent synonyme lorsqu'il est repris d'autres auteurs (p. ex. zone de Mille, BURRI 1983a et b).

2. CADRE GÉOLOGIQUE

Des synthèses récentes (ESCHER 1988, ESCHER et al. 1988, THÉLIN *et al.* 1993) ont proposé une nouvelle subdivision de la nappe du Grand St-Bernard en quatre unités structurales: zone Houillère, nappe des Pontis, nappe de Siviez-Mischabel et nappe du Mont Fort. Des travaux récents (BURRI 1983a et b, ALLIMANN 1990, THÉLIN 1992, GOUFFON 1993) permettent d'étendre ces subdivisions (fig. 1) jusqu'à proximité de la Doire Baltée, en Val d'Aoste. La connexion avec le massif du Ruitor et la zone Vanoise-Mont-Pourri (CABY 1968, BAUDIN 1987, GOUFFON 1993) pose par contre encore quelques problèmes, à cause, entre autres raisons, d'un important chevauchement visible en rive gauche de la Doire Baltée, au-dessus d'Avise, qui décale fortement ces unités (fig. 2).

Entre le Rhône et la Doire Baltée, ces quatre zones ou nappes sont continues. Elles sont séparées du domaine helvétique par la zone de Sion-Courmayeur, et du domaine austro- et sud-alpin par la nappe du Tsaté (composée d'ophiolites et de métasédiments océaniques).

Les quatre unités de la «super» nappe du Grand St-Bernard sont concernées dans une première partie de ce travail, entre la frontière italo-suisse et la Doire Baltée, mais seule la nappe du Mont Fort est étudiée dans la partie valaisanne, entre les vallées de Nendaz et d'Hérens. Elles seront décrites en détail dans les descriptions géologiques régionales. Le tableau 1 indique le découpage tectonique de la «super» nappe du Grand St-Bernard entre le Rhône et la Doire Baltée.

2.1. Région du Mont Fallère (Val d'Aoste)

Située dans le haut Val d'Aoste, la région concernée ici (fig. 2) est limitée au nord par la frontière italo-suisse aux environs du col du Grand St-Bernard et au sud par la Doire Baltée. Elle est entièrement occupée par les unités penniques moyennes, limitées à l'ouest par la zone Houillère et à l'est par des unités mésozoïques («couverture» de la nappe du Mont Fort et nappe du Tsaté).

La description qui suit est essentiellement basée sur des travaux récents (ALLIMANN et GOUFFON 1984, GOUFFON 1993). Nous y distinguerons une partie N(ord) formant l'essentiel du secteur étudié ici (cf. tab. 1, colonnes «crête frontière» et «Mont Fallère») et une partie S(ud) aux environs d'Avise (cf. tab. 1, colonne «Avise»), séparées l'une de l'autre par un important accident tectonique, relativement récent, l'accident «col de Bard - St-Nicolas» (GOUFFON 1993) (fig. 2).

La zone Houillère

Seule la partie la plus interne de cette zone nous intéresse ici; il s'agit de l'*unité de Drône*, bien développée à l'ouest du col du Grand St-Bernard. Elle est épaisse en moyenne d'une centaine de mètres et se compose de métasédiments détritiques (conglomérats et quartzites micacés), de roches vertes d'origine ignée (gabbros, basaltes) ou volcanodétritique, et de métavolcanites acides; ces dernières n'ont été observées que sur la crête frontière, près de la Pointe de Drône (CABY 1974).

| Nappe | Valais | | Val d'Aoste | |
|---------------------|---|--|--|--------------------------------------|
| | Région du Métailler | Crête frontière | Mont Fallère | Avise |
| Mont Fort | "couverture" carbonatée unité du Greppon Blanc unité du Métailler unité du Greppon Blanc | "couverture" carbonatée unité du Métailler unité du Mont Fallère unité du Métailler | "couverture" carbonatée unité du Métailler unité du Mont Fallère unité du Métailler | unité du Mont Fallère |
| Siviez-Mischabel | tégument de couverture unité du Mont Gond zone de Siviez unité de la Dent de Nendaz | zone de La Ly zone de Siviez | zone de Gran Testa | zone de Leverogne |
| Pontis | couverture carbonatée Permo-Trias | zone de Mille zone de Mille zone du Ruitor | zone du Ruitor | zone de Gran Testa zone du Ruitor |
| Zone Houillère | | unité de Drône partie "Y | unité de Drône houillère" | |
| Tableau 1Succession | tectonique et lithostratigraphiq | ue de la «super» nappe du e | Grand St-Bernard, selon que | tre profils entre la région du |

ICGIOII 5 5, 0 Jann Métailler et celle du Mont Fallère.

La zone du Ruitor

Elle est constituée essentiellement de gneiss et micaschistes polycycliques à grands micas blancs déformés, biotite brune, grenat, silicates d'alumine, staurotide souvent rétromorphosée en chloritoïde et séricite, accompagnés de gneiss œillés également polycycliques (BAUDIN 1987, THÉLIN 1983 et 1992), de roches vertes (amphibolites, prasinites) et de roches rubanées leptyno-amphibolitiques.

En Valais, BURRI (1983a et b) a défini une succession de trois ensembles représentant des associations lithologiques assez précises. Dans la partie N du secteur étudié, cette succession se poursuit tout en se réduisant vers le sud à deux ensembles, puis à un seul à l'approche de l'accident «col de Bard - St-Nicolas». Dans la partie S, cette succession réapparaît, bien développée; elle semble en plus redoublée à l'est, au-delà d'une mince bande de chlorito-schistes ankéritiques strictement monocycliques (cf. zone de Gran Testa), donnant ainsi naissance à la zone du Ruitor interne, appelée *zone de Leverogne*.

Cette zone interne possède une structure complexe, marquée principalement par des synclinaux de calcschistes, dont le plus important est celui d'Avise. Elle se distingue également de la partie externe par une absence presque totale de reliques anté-alpines (staurotide, biotite brune), probablement due à un métamorphisme alpin plus intense.

Massifs métagranitiques

Dans la zone du Ruitor prennent place deux massifs d'orthogneiss leucocrates, l'un dans la partie N (massif du Mont Flassin) et l'autre dans la partie S (massif de Vedun). Tous deux sont constitués de roches microgranitiques à granodioritiques (CABY 1974).

La zone de Gran Testa

Dans la partie N, elle couvre presque tous les terrains situés entre la zone du Ruitor et l'unité du Métailler, alors que dans la partie S, elle forme trois bandes étroites, l'une séparant la zone du Ruitor de celle de Leverogne, et les deux autres situées de part et d'autre du synclinal d'Avise, entre ses calcschistes et les gneiss de la zone de Leverogne.

Elle est constituée de métasédiments détritiques: conglomérats, arkoses et schistes sériciteux souvent ankéritiques et parfois très chloriteux. Cette zone possède un cachet monocyclique.

Dans deux secteurs de la partie N, entre la frontière et Etroubles ainsi qu'entre Gran Testa et le Mont Fallère, cette unité peut être subdivisée en deux «sous-unités» séparées par la zone de Siviez. BURRI (1983a et b) les a définies en Suisse: *zone de Mille* à l'ouest et *zone de La Ly* à l'est. Du fait de leur composition lithologique similaire, ces deux zones ne peuvent plus être distinguées lorsque celle de Siviez, qui les sépare, n'est plus identifiable.

La zone de Siviez

Elle apparaît, au sein de la zone de Gran Testa, dans deux secteurs de la partie N et en quelques lambeaux dans le sud de cette partie. Elle est constituée de gneiss et micaschistes grenatifères, d'amphibolites et de «schistes œillés à porphyroblastes d'albite» (SOPA). Toutes ces roches montrent une histoire métamorphique polycyclique, à l'exception des SOPA qui, paradoxalement, ne montrent qu'une paragenèse alpine (SARTORI et THÉLIN 1987).

L'unité du Métailler

Elle n'est présente que dans la partie N; très épaisse à la frontière suisse, elle s'amincit fortement vers le sud. L'essentiel de cette unité est constitué de gneiss albitiques chloriteux à épidote et grenat. Des bancs de roches très diverses s'intercalent dans ces gneiss: micaschistes à chloritoïde, roches mafiques sous forme de prasinites s.l. et de glaucophanites, quartzites et rares gneiss leucocrates probablement d'origine volcanique acide.

L'unité du Mont Fallère

Dans la partie N, elle apparaît tantôt au sein de l'unité précédente, tantôt entre celle-ci et le Mésozoïque. Dans la partie S, elle n'affleure qu'au-delà de la Doire Baltée, entre la zone de Leverogne et les roches mésozoïques.

Elle est constituée de gneiss albitiques contenant de la pyrite et de la matière organique, ce qui confère à ces roches une teinte gris bleuté et une patine rouille caractéristiques, et colore même les porphyroblastes d'albite en noir. Fréquemment associées à ces gneiss se trouvent des intercalations de roches leucocrates (quartzites, albitites quartzeuses) et de roches vertes (probablement d'anciennes laves mafiques transformées en roches chlorito-albitiques plus ou moins riches en amphiboles et épidotes).

Les unités mésozoïques

Cette appellation regroupe ici toutes les formations postpaléozoïques situées à l'est des unités précédentes. Ce sont principalement des calcschistes où s'intercalent des roches vertes, avec parfois un banc de brèche carbonatée à leur base.

Découpage tectonique

En accord avec BURRI (1983a et b) et THÉLIN *et al.* (1993), nous pouvons répartir ces unités, dans la partie N, en quatre entités distinctes:

-la *zone Houillère* est constituée de la partie Houillère (Carbonifère) proprement dite ainsi que de l'unité de Drône (Permien);

-la *nappe des Pontis* comprend un socle polycyclique (zone du Ruitor s.l.), et une unité monocyclique sur son flanc normal (partie externe de la zone de Gran Testa);

-la *nappe de Siviez-Mischabel* se compose également d'un socle polycyclique (zone de Siviez) entouré de roches à caractère monocyclique (la partie interne de la zone de Gran Testa);

-la *nappe du Mont Fort* regroupe les unités du Métailler et du Mont Fallère, et peut-être une infime partie des unités mésozoïques et la partie la plus interne de l'unité de Gran Testa.

Il faut cependant noter que la limite exacte entre la nappe des Pontis et celle de Siviez-Mischabel n'est pas clairement définie. BURRI (1983b) subdivise la «zone de Mille» en trois parties: la plus externe est rattachée à la première nappe et la plus interne à la seconde; entre les deux il reste une partie qu'il considérait en position normale et reposant en discontinuité tectonique sur sa voisine externe; son attribution à la nappe de Siviez-Mischabel est actuellement la plus plausible.

Dans la partie S, la nappe de Siviez-Mischabel semble disparaître, à moins qu'elle y soit représentée par la zone de Leverogne.

2.2. Région du Métailler (Valais)

L'étude présentée ici couvre trois vallées, Hérens, Hérémence et Nendaz, toutes trois situées en rive gauche du Rhône, au sud et au sud-ouest de Sion. Les travaux de synthèse récents (BURRI 1983a et b, ESCHER 1988) y distinguent trois nappes, également distinguées sur la carte géologique (fig. 3). La nappe du Tsaté, constituée d'ophiolites et de métasédiments océaniques, affleure à l'est de la Dixence; celle de Siviez-Mischabel n'apparaît que dans la partie nord; enfin, séparant les deux autres, celle du Mont Fort occupe la plus grande partie de la région décrite. Le tableau 1 (cf. colonne «Valais») indique le découpage de l'ensemble de la «super» nappe du Grand St-Bernard tel qu'il peut être observé dans le val de Nendaz.

Les 68 échantillons ont tous été prélevés dans la nappe du Mont Fort, la plupart autour du lac de Cleuson, quelques-uns sur le flanc oriental du Pic d'Artsinol. L'essentiel de la description qui va suivre se base sur des travaux récemment réalisés (Cleuson: DECORVET 1988, PITTELOUD et GERBER 1988, Artsinol: ALLIMANN 1990). Le cadre général est quant à lui défini à partir des travaux cités plus haut.

La nappe de Siviez-Mischabel

Elle forme un grand pli couché dessiné par des métasédiments enveloppant un noyau de gneiss, de schistes et d'amphibolites, tous polycycliques, qui constituent *la zone de Siviez* (SCHAER 1959a) du nom d'un alpage du Val de Nendaz.

Cette zone est entourée par des roches à histoire métamorphique monocyclique. Ce sont des métasédiments détritiques de composition quartzo-micacée, parfois aussi feldspathique, accompagnés de métavolcanites mafiques ou acides. Ces roches constituent *l'unité de la Dent de Nendaz* dans le flanc inverse et celle du *Mont Gond* (sommet au sud-ouest de Siviez) dans le flanc normal.

Les derniers termes sédimentaires (désignés comme «couverture» sur la fig. 3) ne sont représentés que par un liseré peu important de cornieule, accompagnée localement d'un peu de gypse et de carbonates. Ces roches constituent probablement le tégument des Préalpes médianes rigides (SARTORI 1990).

La nappe du Mont Fort

SCHAER (1959a) a décrit en détail plusieurs séries lithologiques qui sont actuellement rattachées à cette unité. Les travaux récents effectués dans la région de Cleuson ont débouché sur des résultats assez proches, localement plus détaillés. Cette nappe comprend plusieurs unités, la plus interne est *l'unité du Métailler*, elle est entourée par celle du *Greppon Blanc*, avec entre



deux un niveau désigné comme *«porphyres quartzifères»* (SCHAER 1959a et b). Le terme supérieur («couverture» sur la fig. 3) apparaît surtout au front et dans le flanc normal de la nappe, il est composé de plusieurs unités (Evolène, La Meina et Frilihorn), toutes mésozoïques, à composition essentiellement carbonatée, qui forment la couverture de la nappe du Mont Fort (ALLIMANN 1987, 1989 et 1990).

Toutes ces roches sont monocycliques (THÉLIN *et al.* 1993) mais, à la différence de celles de Siviez-Mischabel, elles ont probablement subi non seulement le métamorphisme mésoalpin de faciès schiste vert, mais également un épisode de plus haute pression/basse température.

L'unité du Métailler

L'histoire tectono-métamorphique de cette unité est complexe et encore mal comprise; il n'est actuellement pas possible d'en donner une stratigraphie satisfaisante. De plus, le métamorphisme a transformé et probablement homogénéisé la lithologie.

Elle est constituée surtout de gneiss à albite, mica blanc et quartz, fréquemment accompagnés par de la chlorite, parfois par du glaucophane et plus rarement par du grenat; les proportions de ces minéraux sont assez variables. Ces gneiss contiennent de nombreuses intercalations de métapélites (schistes à glaucophane, chloritoïde, carbonate, apatite, opaques) plus ou moins quartzitiques, de gneiss à épidote et glaucophane et d'anciennes roches ignées, soit mafiques (métavolcanites, métagabbros), soit acides («porphyres quartzifères» de Prafleuri et du Mont Blava (SCHAER 1959b).

Le niveau de «porphyres quartzifères»

SCHAER (1959b) a décrit en détail les roches de ce niveau-repère qui suit le contact entre les unités du Métailler et du Greppon Blanc. Nous observons quelques différences dans le détail cartographique mais arrivons à peu près aux mêmes conclusions que cet auteur. Nous ne disposons pas d'arguments clairs pour déterminer si ces roches se rattachent à l'unité du Greppon Blanc ou à celle du Métailler.

La lithologie de ce niveau se compose d'un orthogneiss microporphyrique et d'un gneiss conglomératique. Ces deux roches se distinguent par leur teinte claire, légèrement verdâtre, et par leur forte résistance à l'érosion qui contraste avec celle des roches voisines.

L'orthogneiss microporphyrique est légèrement rubané, il montre une texture grenue, parsemée de phénoclastes millimétriques de feldspaths prismatiques et de quartz monocristallins gris, dont certains sont fracturés ou corrodés.

Le gneiss conglomératique ressemble souvent beaucoup à l'orthogneiss dont il semble dériver; il s'en distingue cependant par son aspect plus hétérogène, par sa composition plus quartzitique et par sa teinte localement un peu bleutée.

L'unité du Greppon Blanc

La composition pétrographique de cette unité évolue d'ouest en est, en la suivant du flanc inverse vers le front de la nappe. Elle est essentiellement composée de métasédiments qui peuvent être séparés en trois groupes. Le terme inférieur apparaît surtout à l'ouest du lac de Cleuson, il se pince rapidement sur l'autre rive. Il s'agit essentiellement d'un gneiss rubané grisvert à blanc, assez massif, à alternances de lits quartzo-feldspathiques et de lits chlorito-micacés, contenant localement des niveaux conglomératiques à éléments de quartz, et traversé par des niveaux vert sombre ovarditiques.

Le terme suivant, le plus important de cette unité, s'observe dans toute la région décrite ici. Il semble discordant sur le précédent, mais cette observation devra encore être confirmée. Il est constitué par un micaschiste quartzitique plus ou moins chloriteux, localement un peu carbonaté; il contient de rares passées conglomératiques et un petit nombre de niveaux de roches vertes.

Le terme supérieur est surtout visible dans le Val d'Hérens. Il semble concordant sur le terme médian; il débute par un quartzite verdâtre conglomératique, à galets de quartz parfois roses, devient rubané et se termine par un quartzite blanc plaqueté.

La couverture

Comme mentionné plus haut, la couverture comprend plusieurs unités. Seule nous intéresse ici celle de La Meina (ALLIMANN 1989 et 1990) dont la base, où trois échantillons ont été prélevés, est constituée de niveaux de composition détritique, quartzitique à quartzo-micacée, plus ou moins carbonatée. Ils sont interprétés comme niveaux régénérés, témoins de la reprise de la sédimentation au Crétacé.

3. ETAT ACTUEL DES CONNAISSANCES

3.1. Métamorphisme

Dans le Pennique des Alpes nord-occidentales, l'orogenèse alpine a laissé les traces de deux types de conditions métamorphiques:

1.-moyenne à haute pression et relativement basse température: surtout les faciès schiste bleu et éclogite,

2.-pression et température moyennes: facièsschiste vert typique.

Des paragenèses relatives au premier type sont décrites dans les massifs cristallins internes (Mont Rose, Grand Paradis, Dora Maira), en Vanoise aussi bien dans le socle que dans la couverture mésozoïque et, pour les unités concernées par ce travail, dans la zone du Ruitor en val d'Aoste ainsi que dans le socle de la nappe du Mont Fort. Si leur âge est clairement crétacé (phase éoalpine) dans les massifs cristallins internes (voir p. ex. HUNZIKER *et al.* 1992), il est moins bien établi dans les zones plus externes.

Des critères structuraux et stratigraphiques incitent les auteurs à attribuer un âge tertiaire (Eocène-Oligocène, phase mésoalpine) à ces paragenèses dans la zone du Ruitor (CABY 1968, CABY et KIENAST 1989) et en Vanoise (ELLEN-BERGER 1958, GOFFÉ 1982). Les seules datations radiométriques donnant un âge crétacé (BOCQUET *et al.* 1974) ont été considérées comme douteuses par leurs auteurs en raison de la présence possible d'argon hérité.

Le cas de l'unité du Métailler est plus délicat, car les critères structuraux et stratigraphiques manquent; les datations radiométriques trop rares (BOCQUET *et al.* 1974) ne peuvent pas être prises en considération pour la raison susmentionnée (et d'autre part la localisation des échantillons utilisés pour ces datations est, à une exception près, incompatible avec l'attribution géotectonique

donnée). Cependant, en tenant compte d'hypothèses palinspastiques et de corrélations récentes (THÉLIN *et al.* 1993, GOUFFON 1993) qui situent cette unité sur la partie arrière du socle polycyclique de la nappe de Siviez-Mischabel et qui la parallélisent avec les unités de Vanoise, on peut avancer un âge également tertiaire (mésoalpin) pour les paragenèses HP/BT° à glaucophane-chloritoïde-grenat de l'unité du Métailler.

Les paragenèses correspondant au second type, de faciès schiste vert, sont omniprésentes au sein des unités considérées dans ce travail, et sont unanimement attribuées à la phase mésoalpine; ce sont des associations à quartz-albitechlorite-phengite-actinote-épidote.

A cela s'ajoutent des traces d'un ou plusieurs cycles antéalpins (calédonien ?, varisque –THÉLIN et AYRTON 1983) dans une portion des socles. Dans la région étudiée, seules les zones de Siviez et du Ruitor possèdent des reliques d'un tel métamorphisme; un ensemble de cette dernière, situé au nord de la frontière italo-suisse et à l'est de la route du col du Grand St-Bernard, montre des paragenèses à grenat-staurotide-biotite partiellement préservées par les phases alpines (BURRI 1983a et b, THÉLIN 1992).

3.2. Chimisme des micas blancs

Certains auteurs ont publié des résultats d'analyses de micas blancs de la région concernée:

-SCHAER (1959a) a analysé environ 120 échantillons de la région de Cleuson par diffraction (XRD) et obtient ainsi une distinction entre mica potassique (muscovite s.l.) et sodique (paragonite). La paragonite n'a jamais été observée en tant que seul mica présent, elle s'associe toujours avec la muscovite s.l. dans le niveau des porphyres quartzifères et dans l'unité du Métailler, particulièrement dans les roches contenant du chloritoïde.

-HEDIGER (1979) a analysé quelques échantillons par XRD. Les micas sont tous de type $2M_1$; la muscovite n'est présente que dans les micaschistes de la zone du Ruitor alors que la phengite est ubiquiste (Ruitor, Siviez, unités monocycliques associées).

-BRECHBÜHLER et CRISINEL (1979) ont analysé par XRD quelques micas blancs de la zone du Ruitor. Les grandes paillettes millimétriques sont de la muscovite alors que la séricite est phengitique; tous sont de type $2M_1$.

-WUST et BAEHNI (1986) signalent quelques polytypes phengitiques 3T ainsi que de très rares composants paragonitiques dans la partie frontale (nord) de l'unité du Métailler.

4. LES MICAS BLANCS (ANALYSES PAR XRD)

4.1. Buts

Les buts régionaux, d'ordre lithostratigraphique et cinématique, ayant été précisés dans l'introduction, on se limite ici à recenser brièvement les buts minéralogiques et pétrologiques. L'analyse diffractométrique des micas blancs provenant des unités considérées (fig. 1, 2, 3 et 7) poursuit quatre buts distincts: a.-Identifier les micas blancs présents: muscovite, phengite, paragonite.

b.-Caractériser leurs propriétés chimiques et cristallographiques (substitutions céladonitique et paragonitique, polytypisme, indice de cristallinité (HOLTZAPFFEL 1985, KUBLER 1984, FREY 1987)) et ceci en fonction des unités étudiées afin d'en tirer des enseignements sur le degré et le type de métamorphisme régional qui les ont affectées lors de l'orogenèse alpine s.l.

c.-Tenter d'établir l'influence de la séquence lithologique sur la nature et les caractéristiques des micas blancs (quartzo-feldspathique, gréso-calcaire, semi-pélitique avec ou sans chlorite). Cet aspect relatif au contrôle chimique est écarté en règle générale dans nombre d'études théoriques ou régionales.

d.–Utiliser, avec la prudence de rigueur (FREY *et al.* 1983, FREY 1987, HUON *et al.* 1988), le géobaromètre b_0 de la série muscovite-phengite-céladonite (SASSI 1972, GUIDOTTI et SASSI 1976, GUIDOTTI 1984) afin de caractériser les conditions dynamiques du métamorphisme alpin (conditions de haute et/ou de basse pression). Ceci devrait permettre de confirmer ou non le contraste soupçonné à cet égard entre les unités rattachées à la nappe du Mont Fort et celles, plus externes, rattachées aux nappes sous-jacentes (Pontis, Siviez-Mischabel et zone Houillère).

Soulignons également que les micas blancs se prêtent bien à de telles études car ils sont relativement stables dans le faciès schiste vert, dépourvus de zonations complexes et ne possèdent en première approche que deux solutions solides (céladonitique et paragonitique); leur structure en feuillets est idéale pour l'analyse diffractométrique et leur composition chimique est directement corrélable avec des variations de distances inter-réticulaires, soit selon Z (d_{001} s.l.), soit selon Y (d_{060}).

4.2. Rappel théorique

L'utilisation de la diffraction par RX sur des poudres orientées ou non orientées de micas blancs a connu depuis 1980 de notables progrès, surtout dans le domaine de la caractérisation d'un événement métamorphique. On se limitera ici à mentionner les concepts généraux, les procédures et les équations utilisées, car le détail théorique est abondamment discuté dans d'excellentes synthèses (GUIDOTTI 1984, SRODON et EBERL 1984, KUBLER 1984, FREY 1987, KISCH 1987). Ce travail prétend davantage être une contribution régionale qu'une approche méthodologique sur les possibilités et les limites de la XRD en matière de micas blancs.

a.-La cristallinité de l'illite (KUBLER 1984 et 1985) exprime le degré de structuration cristallographique d'un mica blanc; cet ordonnancement est d'autant plus abouti, donc régulier, que le degré de métamorphisme est élevé. FREY (1987) détaille tous les facteurs qui sont susceptibles d'influencer cette cristallinité. Outre le contrôle thermique qui joue un rôle essentiel, cet auteur considère les effets spécifiques de la pression fluide, du stress, du temps d'application d'une phase métamorphique, du contrôle lithologique et de la composition initiale de l'illite. Nous avons adopté, aussi bien au niveau de la préparation des échantillons qu'à celui de la mesure analytique, la procédure normalisée de KUBLER (1985). Cet indice d'aigu (IA) correspond à la demilargeur (exprimée en ($\Delta 2\theta^{\circ}$) CuK α), mesurée à demi-hauteur de la première harmonique du composé (par ex: (002) pour un polytype 2M₁). Par convention, on désigne cette réflexion par d₀₀₁ s.l. [Å] afin de ne pas préjuger du polytype présent. La mesure a été effectuée sur une fraction granulométrique inférieure à 2μ et à partir d'une préparation sédimentée séchée à l'air. Les limites entre diagenèse-anchizone-épizone sont celles de KUBLER (1984):

| Diagenèse: | ≥ 0.42° | $(\Delta 2\theta^{\circ})$ | CuKa |
|------------|---------|----------------------------|------|
| Anchizone: | ≥ 0.25° | * | * |
| Epizone: | < 0.25° | * | « |

La mesure de cet indice (IA) demeure indicative et permet de répartir des populations d'illites en catégories de cristallinité. Dans le cas de cette étude, le recours à cette mesure se limitait à confirmer que tous les échantillons analysés aient enregistré et conservé, malgré la rétromorphose, les effets de l'épizone. De plus, il pouvait s'avérer que l'on observe un contraste plus ou moins marqué de IA entre des illites provenant de telle ou telle population lithostratigraphique.

b.-Le polytypisme: parmi tous les polytypes possibles, seuls les polytypes $2M_1$ et 3T rentrent en ligne de compte dans le contexte régional étudié (FREY *et al.* 1983). Ces polytypes se distinguent l'un de l'autre par la complexité et l'orientation différentielle des empilements rotatifs de leurs feuillets T-O-T-W, à savoir:

 $-2M_1$: maille élémentaire à 2 couches selon Z, angle d'empilement des feullets $\pm 120^{\circ} (d_{(001)}=20 \text{ Å})$

-3T: maille élémentaire à 3 couches selon Z, angle d'empilement des feuillets $\pm 120^{\circ}$ (d₍₀₀₁₎=30 Å)

Suivant BORG et SMITH (1969) et FREY *et al.* (1983), les réflexions diagnostiques suivantes permettent de distinguer ces deux polytypes:

 $-2M_1$: d[Å] à 3.73, 3.48, 3.21, 2.99

-3T: d[Å] à 3.60 et 3.10

Selon HUNZIKER (1974) et FREY *et al.* (1983), le polytype 3T pourrait être un indicateur de pression élevée et de basse température, correspondant dans le cadre alpin à la phase éoalpine; tandis que le polytype $2M_1$, de loin le plus répandu, est caractéristique de conditions de basse pression et correspondrait à la phase mésoalpine. Notons que la présence de polytype 3T pourrait peut-être également traduire des conditions HP-BT au début de la phase mésoalpine.

c.-La substitution céladonitique (indice RM) et le géobaromètre b_0 : l'indice RM permet d'estimer le degré de la substitution céladonitique intervenant dans les lacunes octaédriques. RM a été défini par CIPRIANI et al. (1968) avec RM = 2Fe₂O₃ + FeO + MgO (en proportions molaires). Les auteurs (notamment FREY et al. 1983) proposent les catégories suivantes:

RM = 0 Muscovite idéale (seulement Al³⁺ dans les lacunes dioctaédriques)

RM < 0.08 Muscovite s.l.

0.08 < RM<0.12 Phengite peu prononcée

RM > 0.12 Phengite céladonitique

Cet indice est mesuré via la réflexion ($d_{060} \approx 1.50$ Å). En pratique cette mesure est délicate à effectuer: d'abord en raison du repérage de cette réflexion et ensuite du fait que le pic correspondant résulte de l'interférence des réflexions [-331 et 060]. La technique de lecture normalisée de cette ligne, afin de l'effectuer de manière identique –donc systématique– sur tous les spectres XRD, sera précisée ultérieurement.

Même si dans certains cas la réflexion 060 est distincte de -331 (fig. 4), on a adopté l'équation de FREY *et al.* (1983) pour le calcul de RM (uniquement pour les polytypes $2M_1$):

 $d_{[-331 \text{ et } 060]}$ [Å] = 1.498 + 0.082 x RM

Dans le cas des polytypes 3T, étant donné que la réflexion à considérer est 300, l'équation est la suivante:

 $d_{300}[\text{\AA}] = 1.496 + 0.094 \times \text{RM}$ (FREY *et al.* (1983) discutent la fiabilité très limitée de cette relation).



Figure 4.-Spectre de diffraction d'un mica blanc (mb) et d'une chlorite (chl).

Balayage angulaire (CuK α 1) entre 58° et 63° 2 θ . Calibration sur la raie 211 du quartz située à 59.98° 2 θ °

Le traitillé indique la mesure normalisée du doublet [-331 et 060] au maximum du

Le géobaromètre b_0 de la muscovite [avec $b_0 = d_{010} = 6 \times d_{060}$] a été appliqué pour la première fois par SASSI et SCOLARI (1974) à des métapélites en faciès schiste vert. Depuis, de nombreux auteurs (FREY *et al.* 1983, FRANCESCHELLI *et al.* 1989, entre autres) ont utilisé cette approche barométrique. Les fondements théoriques ainsi que les limites de ce géobaromètre sont détaillés et discutés dans SASSI *et al.* (1976), GUIDOTTI et SASSI (1976 et 1986), GUIDOTTI (1984), KUBLER (1984) et surtout FREY (1987). Ce géobaromètre se base sur les deux hypothèses suivantes: a.-une augmentation de pression, à température constante, entraîne l'augmentation du contenu en céladonite d'un mica blanc potassique; ce fait est d'autant plus marqué que la température est basse; b.-il existe une corrélation positive entre le paramètre b₀ et le contenu en céladonite, autrement dit entre d₀₆₀[Å] et RM. Malgré certaines limitations, d'ordre analytique et théorique, détaillées par FREY *et al.* (1983) et FREY (1987), on est en droit d'utiliser ce paramètre b₀ dans le cadre d'une étude régionale en tant qu'indicateur barométrique. En pratique on considère les valeurs-limites suivantes comme déterminantes (GUIDOTTI et SASSI 1986):

 $b_0 < 9.000$ Å : «low-pressure series»

 $9.000 < b_0 < 9.040$ Å: «intermediate-pressure facies series»

 $b_0 > 9.040$ Å : «high-pressure series»

Si la substitution céladonitique RM et corrélativement b_0 , mesurés à partir de d_{060} [Å], ne constituent qu'un indicateur qualitatif de température, ils livrent en revanche une tendance barométrique certaine, à condition de prendre quelques précautions en ce qui concerne la composition des roches échantillonnées (si possible riches en quartz et en mica blanc potassique, dépourvues de carbonate, de feldspath potassique, de magnétite et d'hématite, avec un rapport Al/(Al+K+Na) moyen à élevé).

d.–La substitution paragonitique: le degré de cette substitution (Na/Na+K) peut être évalué par la position de la réflexion d_{001} [Å], car le remplacement du K⁺ par Na⁺ dans l'espace interfoliaire provoque une diminution de l'espacement basal, passant de ≈ 10.0 Å à 9.9Å. La signification du degré de cette substitution, dans le cadre de l'espace métamorphique P-T°, est discuté par GUIDOTTI et SASSI (1976) et par GUIDOTTI (1984). On peut résumer les nombreux arguments invoqués (fig.10-1) comme suit:

-la substitution maximale diminue avec l'augmentation de la température et de la pression,

-à pression constante, la relation substitution-température n'est pas linéaire: la substitution passe par un maximum pour ensuite diminuer avec la poursuite de l'élévation de la température,

-l'augmentation de la température semble influer davantage sur le rapport (Na/Na+K) que la pression.

Ces tendances théoriques peuvent être partiellement entravées en raison du contrôle chimique (concentrations en Al, Na et K dans la roche) ainsi que du contrôle minéralogique (présence ou non de paragonite, d'albite et de feld-spath potassique). Ces deux points, délicats à prendre en compte, limitent la portée des tendances P-T° énumérées ci-dessus.

Le diagramme d_{001} s.l. / b_0 proposé par GUIDOTTI et SASSI (1976) permet de représenter conjointement les deux substitutions de la solution solide des micas blancs dioctaédriques (fig. 10 et 11).

e.-Le problème de la paragonite (en phase indépendante). GUIDOTTI (1984) et FREY (1987) abordent en détail tous les problèmes relatifs aux occurences, au champ de stabilité P-T°, au contrôle chimique et aux (in)compatibilités minéralogiques qui régissent l'existence de la paragonite. En résumé, on peut sérier les points suivants: -On observe la paragonite dans un très large champ de stabilité P-T° ($\approx 300^{\circ}$ C à 700°C et de 0.5 kb à 22 kb). Autant dire dans les faciès schiste vert, amphibolite et schiste bleu, voire même dans l'anchizone.

-La génération de la paragonite au sommet de l'anchizone ou à la base de l'épizone pourrait s'expliquer par des réactions théoriques du type:

1 albite + 1 kaolinite = 1 paragonite + 2 quartz + 1 H_2O (ZEN 1969)

interstratifié irrégulier illite/smectite -> rectorite -> interstratifié régulier paragonite/muscovite -> muscovite + paragonite (FREY 1987)

-La limite théorique de stabilité inférieure de l'assemblage paragonite - quartz est vraisemblablement de l'ordre de 300° C ($\approx 2-7$ kb).

-La question du contrôle chimique exercé sur la paragonite est très controversée. On considère généralement qu'une forte disponibilité d'Al₂O₃ est favorable ainsi qu'un excès de Na₂O, quoique dans une moindre mesure. Paradoxalement, elle pourrait être incompatible avec l'albite.

-Dans la séquence mafique (métabasaltes s.l.), il semble que la paragonite soit beaucoup plus fréquente dans le cadre du faciès schiste bleu que dans celui du faciès schiste vert. La paragenèse paragonite-disthène-omphacite témoignerait d'une très haute pression (> 15 kb).

Ainsi la présence systématique de la paragonite associée à un b_0 élevé dans le mica blanc potassique peut exprimer une association de HP. A elle seule, elle ne constitue pas une preuve, mais livre une tendance indicative allant dans ce sens.

4.3. Echantillonnage et préparation des échantillons

L'étude porte sur 159 échantillons de micas blancs. On trouvera dans les appendices II-a et III tous les détails concernant la localisation du prélèvement (lieu, coordonnées, séquence, unité, etc.). Cet échantillonnage a été dans tous les cas réalisé par l'auteur du levé géologique des régions concernées (ALLIMANN 1990, DECORVET 1988, GOUFFON 1993, PITTELOUD et GERBER 1988). Ceci signifie que cet échantillonnage repose sur une solide connaissance du terrain et des problèmes qui lui sont liés (fig. 2, 3 et 7).

Chaque échantillon a été préparé de deux manières:

1.–Préparation normalisée pour la cristallinité de l'illite (KUBLER 1985), à savoir préparation d'échantillons orientés sur plaquettes de verre après rinçage à HCl pour décarbonater, centrifugation, pipetage de la fraction granulométrique $< 2 \mu$, séchage à l'air et glycolage.

2.-Préparation de pastilles pour l'identification du ou des micas blancs, repérage des pics diagnostics du polytypisme, mesure de d_{001} s.l. et de $d_{[-331 \text{ et } 060]}$

Dans ce dernier cas, après un concassage et un broyage grossiers à la main en mortier d'agate, tamisage et conservation des fractions ≥ 0.1 mm et ≥ 0.075 mm. La fraction ≥ 0.075 mm est mise en réserve dans un bécher, lavée à l'alcool, puis étuvée ($60^{\circ}C \approx 2$ h). Cette fraction peut s'avérer utile au cas où la fraction ≥ 0.1 mm serait peu satisfaisante (par exemple en quantité insuffisante ou trop pauvre en micas). On extrait les micas par électricité statique sur feuille de papier normal à partir de la fraction ≥ 0.1 mm. On procède à nouveau à un broyage fin à la main en mortier d'agate (environ 10 minutes). Comme standard interne on utilise soit le quartz résiduel, soit Si métal (5%).

4.4. Procédure analytique

Chaque échantillon a fait l'objet de trois diffractogrammes:

1.-Buts: identification, polytypisme, mesure de d_{001} s.l.

Paramètres techniques: Philips PW 1050/81, assisté d'un microprocesseur PW 1710; 40 kV, 25 mA; cible: Cu, filtre: Ni; calibration sur Si métal (28.44° 2 θ); vitesse du goniomètre: 2°/min.; largeur des fentes: 1°, 0.2°, 1°; balayage angulaire (5–70° 2 θ); vitesse du papier: 1° 2 θ = 10 mm; range 200 cps.

2.-Buts: cristallinité de l'illite; détail de la première harmonique de la paragonite.

Paramètres techniques: conditions normalisées selon KUBLER (1985); 3 passages sur échantillon séché à l'air et 3 passages sur échantillon glycolé.

3.-But: mesure de $d_{[-331 et 060]}$ -> b_0 ->RM

On sait (FREY *et al.* 1983, HUON *et al.* 1988) que la lecture de la réflexion 060 est délicate, en raison principalement de l'interférence avec -331. Il est donc nécessaire d'effectuer un zoom sur le balayage angulaire 58-63° 20 et de calibrer très précisément sur la réflexion 211 du quartz (fig. 4, éch. AT14). La lecture de la valeur CuK α 1 de 20° [-331 et 060] est normalisée pour tous les échantillons afin d'obtenir des valeurs comparables. On a effectué la mesure au maximum du doublet, que l'épaulement 060 soit présent ou non. Afin d'obtenir cet agrandissement, on a utilisé les paramètres techniques spécifiques suivants: largeur des fentes: 2°, 0.3°, 2°; vitesse du papier: 1° 20= 40 mm; range 1000 cps. L'incertitude sur d_[-331 et 060] est estimée à ± 0.0005 Å.

4.5. Présentation des résultats

Les résultats sont présentés par population géologique dans les appendices II-b et III. De plus, ils sont illustrés par les figures 5 (contrôle lithologique), 8 et 9 (cartes de répartition du b_0), 10 et 11 (diagrammes d_{001} s.l./ b_0). Enfin, le tableau 2 donne quelques paramètres statistiques simples sur les micas blancs et ceci en fonction des populations géologiques, des unités et des séquences concernées.

Avant de passer aux commentaires sur les implications géologiques possibles des résultats obtenus, il convient de considérer la question des contrôles chimique et lithologique. L'appendice I-b (p. 139) ainsi que les figures 5 et 6 livrent à cet égard des résultats. On a choisi dans les populations étudiées un nombre limité (n=24) mais représentatif d'échantillons analysés par XRF (selon les éléments majeurs), afin de préciser la nature du protolithe (para ou ortho, voire hybride). Les points représentés dans le diagramme de FONTEILLES (1976) montrent les tendances indicatives suivantes (fig. 6):

a.-nappe du Mont Fort: (on a évité de considérer les métabasites s.l.): -unité du Métailler (MET): grauwackes-shales (actuellement: gneiss ± albitiques ± chloriteux);

-niveau des porphyres quartzifères (POR): granitoïdes, rhyolites ± porphyroïdes;

-unité du Greppon Blanc (GR): sédiments clastiques immatures, arkosesgrauwackes (actuellement micaschistes, quartzites, gneiss ± albitiques);



Figure 5.-Relations statistiques entre les séquences échantillonnées et deux paramètres cristallochimiques.

Abréviations utilisées: QF = séquence quartzo-feldspathique; SPC = séquence semipélitique à chlorite; SP = séquence semi-pélitique sans chlorite. A: RM = taux de substitution phengitique; B: IA = Indice de cristallinité (cf. texte).



Figure 6.-Diagramme de saturation de l'alumine par les feldspaths selon FONTEILLES (1976)

 $ALK\% = Na_2O + 31/47 K_2O$

Les % indiqués correspondent au pour centage théorique d'Al $_2O_3$ incorporable dans les felds paths.

Abréviations utilisées: Standards: GR = granites s.l.; GW = grauwackes; SH = shales; ARK = arkoses (selon FONTEILLES 1976 et THÉLIN 1983). Echantillons: AR = zone du Ruitor; AD = unité de Drône; AT = zone de Gran Testa; MF: nappe du Mont Fort; MET = unité du Métailler; POR = niveau des porphyres quartzifères; GR = unité du Greppon Blanc; AF = unité du Mont Fallère.

| | IA(2th) | d 001 (A) | RM | bo (A) | Ра |
|-----|---------------|---------------|---------------|---------------|----|
| POP | moy. dev.std. | moy. dev.std. | moy. dev.std. | moy. dev.std. | |
| n= | min. max. | min. max. | min. max. | min. max. | |
| AD | 0.20 0.04 | 9.957 0.017 | 0.091 0.012 | 9.027 0.007 | |
| 6 | 0.15 0.25 | 9.938 9.983 | 0.061 0.097 | 9.015 9.036 | |
| AR | 0.20 0.02 | 9.953 0.017 | 0.089 0.007 | 9.032 0.003 | |
| 3 | 0.17 0.22 | 9.938 9.972 | 0.085 0.097 | 9.030 9.036 | |
| AA | 0.22 0.02 | 9.955 0.012 | 0.085 0.020 | 9.029 0.011 | |
| 6 | 0.19 0.25 | 9.938 9.972 | 0.061 0.109 | 9.015 9.042 | 1 |
| AMi | 0.21 0.02 | 9.971 0.010 | 0.054 0.019 | 9.015 0.009 | |
| 9 | 0.17 0.23 | 9.961 9.983 | 0.036 0.085 | 9.006 9.030 | |
| AS | 0.18 0.02 | 9.955 0.007 | 0.090 0.009 | 9.035 0.005 | |
| 6 | 0.15 0.22 | 9.949 9.964 | 0.085 0.109 | 9.030 9.042 | |
| AL | 0.20 0.02 | 9.960 0.011 | 0.101 0.011 | 9.038 0.005 | |
| 16 | 0.16 0.23 | 9.949 9.973 | 0.085 0.122 | 9.030 9.048 | 5 |
| AT | 0.18 0.02 | 9.962 0.012 | 0.086 0.030 | 9.030 0.015 | |
| 13 | 0.14 0.21 | 9.942 9.983 | 0.036 0.146 | 9.006 9.060 | 1 |
| AM | 0.23 0.16 | 9.953 0.013 | 0.109 0.012 | 9.042 0.006 | |
| 20 | 0.13 0.29 | 9.927 9.972 | 0.097 0.146 | 9.036 9.060 | 13 |
| AF | 0.19 0.02 | 9.961 0.010 | 0.103 0.016 | 9.039 0.008 | |
| 11 | 0.15 0.23 | 9.938 9.972 | 0.085 0.146 | 9.030 9.060 | 1 |
| VM | 0.14 0.02 | 9.944 0.018 | 0.096 0.015 | 9.035 0.007 | |
| 23 | 0.12 0.18 | 9.908 9.965 | 0.052 0.126 | 9.014 9.044 | 18 |
| VP | 0.14 0.04 | 9.948 0.013 | 0.113 0.007 | 9.043 0.004 | |
| 6 | 0.12 0.21 | 9.925 9.961 | 0.102 0.122 | 9.038 9.048 | 1 |
| VG | 0.17 0.04 | 9.948 0.013 | 0.109 0.013 | 9.042 0.006 | |
| 35 | 0.12 0.25 | 9.911 9.969 | 0.082 0.134 | 9.028 9.054 | 3 |
| VC | 0.17 0.03 | 9.957 0.007 | 0.105 0.007 | 9.040 0.003 | |
| 3 | 0.14 0.20 | 9.949 9.961 | 0.097 0.109 | 9.036 9.042 | |

| UNIT | | | | | | | | | |
|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| n = | | | | | | | | | |
| MF | 0.18 | 0.08 | 9.950 | 0.015 | 0.105 | 0.014 | 9.040 | 0.007 | |
| 99 | 0.12 | 0.20 | 9.908 | 9.972 | 0.052 | 0.146 | 9.014 | 9.060 | 36 |
| CPC | 0.19 | 0.02 | 9.962 | 0.012 | 0.084 | 0.026 | 9.030 | 0.013 | |
| 45 | 0.14 | 0.25 | 9.938 | 9.983 | 0.036 | 0.146 | 9.006 | 9.060 | 6 |
| S | 0.20 | 0.03 | 9.955 | 0.011 | 0.090 | 0.014 | 9.032 | 0.008 | |
| 15 | 0.15 | 0.25 | 9.938 | 9.972 | 0.061 | 0.109 | 9.015 | 9.042 | 1 |

| SEQ | | | | | | | | | |
|-----|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| n = | | | | | | 1 | | | |
| QF | 0.17 | 0.03 | 9.948 | 0.013 | 0.112 | 0.014 | 9.043 | 0.007 | |
| 30 | 0.12 | 0.25 | 9.916 | 9.969 | 0.085 | 0.146 | 9.030 | 9.060 | 3 |
| SPC | 0.19 | 0.08 | 9.956 | 0.015 | 0.093 | 0.021 | 9.034 | 0.011 | |
| 107 | 0.12 | 0.20 | 9.908 | 9.983 | 0.036 | 0.146 | 9.006 | 9.060 | 36 |
| SP | 0.16 | 0.03 | 9.949 | 0.013 | 0.104 | 0.014 | 9.039 | 0.006 | |
| 15 | 0.12 | 0.23 | 9.908 | 9.961 | 0.067 | 0.122 | 9.024 | 9.048 | 4 |

Tableau 2.–Données statistiques sur les populations de micas analysés. Abréviations: POP = populations; UNIT = unité; CPC = couvertures permo-carbonifères; S = socles polycycliques; SEQ = séquence; IA en $\Delta 2\theta^{\circ}$. (indice de cristallinité); d₀₀₁ s.l. [Å] = d-spacing de la l^{ère} harmonique; RM = taux de substitution céladonitique; b₀ = valeur géobarométrique calculée à partir du doublet d_[-331 et 060][Å]; Pa = présence de la paragonite; n = nombre; autres abréviations cf fig. 3, 5, 6 et 7.



Figure 7.-Carte d'échantillonnage en Val d'Aoste, entre la Doire Baltée et le col du Grand St-Bernard.

Détail 1: Crête frontière au SW du Mont Vélan

Détail 2: Versant E du Val de Menouve

Abréviations utilisées: AD = unité de Drône; AR = zone du Ruitor; AA = zone de Leverogne; AMi = zone de Mille; AS = zone de Siviez; AL = zone de La Ly; AT = zone de Gran Testa; AM: unité du Métailler; AF = unité du Mont Fallère. (Se reporter au texte et à l'appendice II-a).



Figure 8.-Carte de répartition du b₀ [Å] au sein des unités du Val d'Aoste.
Les détails 1 et 2 sont identiques à ceux de la figure 7.
P indique la présence de paragonite en phase indépendante.





-unité du Mont Fallère (AF): grauwackes-shales (actuellement: gneiss \pm albitiques \pm chloriteux)

b.-zone de Gran Testa: grauwackes-shales (actuellement gneiss albitiques ± chloriteux)

c.-unités polymétamorphiques (zones du Ruitor et de Leverogne):grauwackes-shales (actuellement micaschistes, gneiss albitiques \pm grenat \pm chlorite)

d.-unité de Drône (zone Houillère): grauwackes-arkoses (actuellement quartzites micacés chloriteux).

L'analyse géochimique confirme qu'à l'exception des porphyres quartzifères (POR) de la nappe du Mont Fort, tous les échantillons analysés ont probablement une hérédité détritique, soit grossière (séquence quartzo-feldspathique), soit plus évoluée (séquence semi-pélitique \pm chlorite).

La figure 5 et le tableau 2 (SEQ) donnent des résultats statistiques en fonction de chaque paramètre considéré (IA, d_{001} s.l., RM et b_0) et de chaque séquence concernée. Les échantillons sont répartis selon trois séquences: quartzo-feldspathique (QF), semi-pélitique sans chlorite (SP) et semi-pélitique à chlorite (SPC). À première vue, aucune corrélation significative ne ressort entre une séquence donnée et un paramètre particulier. Le paramètre b_0 et corrélativement RM (du fait de leur relation linéaire, cf. équation de FREY et al. 1983) présentent paradoxalement une tendance plus marquée dans des séquences (QF et SP) à priori plus pauvres en Fe-Mg. Les déviations-standards (≤ 0.015) rendent ces tendances significatives, hormis concernant RM de la séquence SPC (= 0.021). Ce chiffre plus élevé est probablement la résultante des effets différentiels du métamorphisme subi. On peut donc postuler que le degré de subtitution céladonitique n'est pas contrôlé par la séquence, donc par le chimisme du protolithe. Il en va de même pour le taux de substitution paragonitique. Nous sommes conscients de l'approche par trop sommaire de la comparaison entre «séquence et caractéristiques des micas blancs»; on peut toutefois considérer globalement que dans le cadre des métasédiments monocycliques analysés -il en va de même pour les unités de vieux socle- le contrôle lithologique joue un rôle négligeable et que les variations mesurées sont à mettre au crédit des effets du métamorphisme régional.

On peut sérier les résultats régionaux de la manière suivante:

1.-Les mesures de la cristallinité de l'illite confirment que presque tous les échantillons analysés ont enregistré et conservé la marque de l'épizone. Les valeurs sont quasi constantes, allant de 0.12° à $0.29^{\circ}\Delta 2\theta$ CuK α . Les valeurs moyennes mesurées dans la nappe du Mont Fort (région Val de Nendaz et Val d'Hérens) sont systématiquement plus basses (moy: $\approx 0.15^{\circ} \Delta 2\theta$) que celles enregistrées dans les unités du Val d'Aoste (moy: $\approx 0.20^{\circ} \Delta 2\theta$). A cet égard, nous constatons que l'unité du Métailler en Val d'Aoste livre des valeurs sensiblement supérieures (moy: $\approx 0.23^{\circ} \Delta 2\theta$) à celles de la même unité en Valais (moy: $\approx 0.14^{\circ} \Delta 2\theta$) (cf. tableau 2 et appendices II-b et III). Ceci, en toute hypothèse, pourrait résulter d'une augmentation du degré thermique du métamorphisme (phase mésoalpine) du sud vers le nord.

2.-Les seuls polytypes 3T décelés (4 échantillons sur 159!) proviennent d'échantillons de la nappe du Mont Fort (en Valais), au sein de l'unité du Greppon Blanc (1 éch.) et de l'unité du Métailler (3 éch.). De plus, deux d'entre eux tiennent davantage d'une mixture polytypique $(2M_1-3T)$ que d'un polytype 3T pur. Il est toutefois intéressant de remarquer (fig. 9) que ces quatre échantillons se situent dans la même région (lac de Cleuson) et surtout dans des niveaux lithostratigraphiques très voisins, de part et d'autre du niveau des porphyres quartzifères.

3.-La paragonite (cf. appendices II-B et III ainsi que fig. 8 et 9) est préférentiellement associée aux unités de la nappe du Mont Fort, que ce soit en Val d'Aoste ou en Valais; plus précisément au sein de l'unité du Métailler (cf. tableau 1): sur 43 échantillons analysés, 31 ont livré de la paragonite. Il est également révélateur de constater que la zone de La Ly, dans sa portion interne (fig. 2 et 8), comprend systématiquement de la paragonite au voisinage de l'unité du Métailler. Par contre sa portion externe, au voisinage de la zone de Siviez, en est dépourvue.

4.–Ce sont surtout les diagrammes d_{001} s.l. / b_0 de GUIDOTTI et SASSI (1976) qui permettent de figurer au mieux les résultats (fig. 10 et 11), par le biais à la fois des substitutions céladonitique et paragonitique, en relation respective avec b_0 et d_{001} s.l., ceci pour des températures croissantes et pour 3 champs de pression (BP, MP, HP).



Figure 10.–Diagramme d_{001} s.l. / b_0 [Å] de GUIDOTTI et SASSI (1976) pour les micas blancs.

Substitution céladonitique (RM) et substitution paragonitique (Na/Na+K) en relation avec d_{001} s.l., pour des températures croissantes (A, B, C) et 3 pressions (HP = haute pression; MP = moyenne pression; BP = basse pression).

Segment 1: RM = 0.00; segment 2: RM = 0.10; segment 3: (Na/Na+K) = 0.00; segment 4: (Na/Na+K) = 0.30.

Mu= muscovite idéale (dioctaédrique)

1.-Populations de micas blancs échantillonnés en Val d'Aoste, hormis celles appartenant à la nappe du Mont Fort.

 AR^m = valeur moyenne pour la zone du Ruitor; AA^m = idem pour la zone de Leverogne; AS^m = valeur moyenne pour la zone de Siviez;

2.-Populations de micas blancs échantillonnés en Val d'Aoste, uniquement celles appartenant à la nappe du Mont Fort.

Mêmes abréviations que dans la fig. 7.



Figure 11.–Diagramme d_{001} s.l. / b_0 [Å] de GUIDOTTI et SASSI (1976) pour les micas blancs, (mêmes abréviations que dans la fig. 10).

3.-Populations de micas blancs échantillonnés en Valais (cf. appendice III)

Mêmes abréviations que dans la fig. 3.

4.-Représentations des valeurs moyennes.

5.-Valeurs moyennes de IA (indice de cristallinité en $\Delta 2\theta^{\circ}$) et RM (taux de substitution céladonitique).

Abréviations utilisées: S^m = valeur moyenne pour les socles (Ruitor, Siviez, Leverogne); CPC^m = valeur moyenne pour les unités permo-carbonifères (Mille, La Ly, Gran Testa); MF^m = valeur moyenne pour l'ensemble des unités de la nappe du Mont Fort; u.MF = valeur moyenne pour chaque unité de la nappe du Mont Fort ; u.CPC = valeur moyenne pour chaque couverture permo-carbonifère; AD = unité de Drône (zone Houillère).

Il ressort des diagrammes 10-2 et 11-3 que tous les échantillons provenant de la nappe du Mont Fort (en Val d'Aoste et en Valais) livrent des valeurs de $b_0 \ge 9.035$ Å, excédant dans la plupart des cas 9.040Å pour atteindre même 9.060Å. Le tableau 2 montre que les valeurs obtenues pour les populations AF, AM, VM, VP, VG, VC, appartenant toutes à ladite nappe, présentent des valeurs de b₀ (corrélativement de RM) très similaires (moy: 9.040Å) avec des déviations-standards de l'ordre de 0.010Å pour b₀. Ces moyennes sont reportées dans la figure 11-4.

Concernant les unités permo-carbonifères échantillonnées en Val d'Aoste (unité de Drône et zones de Mille, de La Ly et de Gran Testa), on peut faire les observations suivantes:

-les micas blancs potassiques de la zone de Mille (tab. 1, appendice II-b, fig. 10-1) présentent des valeurs de b_0 systématiquement faibles (moy: 9.015Å), à l'exception des échantillons prélevés à proximité de la zone de Siviez (moy: 9.025Å);

-ceux de la zone de La Ly constituent une seule catégorie (fig. 8) dont les b_0 élevés sont compris entre 9.030 et 9.048Å. Par contre, l'apparition sélective

de la paragonite délimite deux secteurs au sein de cette zone. La coupure à cet égard est très nette sur le profil d'échantillonnage effectué le long de la crête frontière à l'ouest du Mont Vélan (détail 1, fig. 8). Ceci inciterait à penser que la zone de La Ly est une zone tectoniquement composite. Ce point sera détaillé ultérieurement;

-il est quasi impossible de dégager une tendance significative au sein de la zone de Gran Testa (b_0 moy : 9.03Å; min: 9.01; max 9.06; dév. std: 0.015). Cette dispersion des valeurs indique probablement que cette unité est composite du point de vue de son évolution métamorphique alpine s.l.;

–l'unité de Drône, au sein de la zone Houillère, livre des b_0 faibles à intermédiaires (en moyenne de 9.027Å), délicats à interpréter, d'autant qu'ils se répartissent également en deux groupes peut-être significativement contrastés (moy: 9.010 et 9.025Å).

Ce travail portant prioritairement sur les unités monométamorphiques d'âge permo-carbonifère, on accorde un intérêt secondaire aux unités du «vieux socle» (Ruitor, Leverogne, Siviez), étudiées surtout à fin de comparaison avec les unités monocycliques associées. Les résultats obtenus (fig. 10-1, app. II-b et tab. 2) montrent que leur signification est très limitée, car plusieurs générations de micas blancs se superposent dans ces roches, la réponse diffractométrique demeurant ambiguë. On note cependant des valeurs assez élevées pour b₀ et RM, de l'ordre respectivement de 9.03Å et de 0.088. Au vu du nombre réduit d'échantillons analysés et d'une hérédité lithologique plus complexe que dans les roches de couverture, le fait que l'on y décèle des phengites moyennement prononcées, ayant pu cristalliser dans un champ de pression intermédiaire, semble indiquer que ces micas se différencient de ceux de la nappe du Mont Fort. Leur histoire métamorphique alpine est probablement distincte.

4.6. Interprétation et discussion

Préalablement à toute interprétation, il convient de rappeler les limites de cette étude diffractométrique. En l'absence d'une étude des microstructures et des relations «cristallisation-déformation» relatives aux micas blancs analysés, l'approche adoptée ici est strictement analytique, au mieux statistique. Ceci permet de tester l'utilité des paramètres cristallographiques en tant que marqueurs d'une évolution métamorphique.

Les interprétations suivantes sont possibles:

a.-Les unités constitutives de la nappe du Mont Fort (aussi bien en Val d'Aoste qu'en Valais) montrent des micas blancs potassiques témoignant d'un champ de relativement haute pression préservé dans leur structure ($b_0 \ge 9.04$ Å; RM ≥ 0.10 ; présence quasi systématique de la paragonite, en particulier dans l'unité du Métailler; rares «reliques» de polytypes 3T, en particulier au contact «Métailler-Greppon Blanc» dans la région du lac de Cleuson (fig. 9). On peut raisonnablement confirmer que cette nappe, constituée d'unités monocycliques, a été affectée par un épisode métamorphique de relativement HP-BT° et que de ce fait elle se distingue des unités sous-jacentes, plus externes. Cela implique également, sur le plan cinématique, que cette nappe s'est mise en place sur celle de Siviez-Mischabel après avoir été affectée par cet épisode dans une portion plus radicale de l'orogène. b.-A l'exception de la zone de La Ly, toutes les unités permo-carbonifères ainsi que leurs socles associés (à savoir: Drône (<u>C</u>ouverture), Ruitor (<u>S</u>ocle), Mille (C), Leverogne (S), Siviez (S)) montrent à travers leur micas blancs potassiques une évolution similaire marquée par un champ de pression faible à intermédiaire. La rareté de la paragonite, le faible degré de substitution céladonitique (en particulier dans la zone de Mille), l'absence de polytypes 3T ainsi que des valeurs de b₀ plus basses que dans la nappe du Mont Fort permettent de penser soit que l'épisode HP-BT° n'a pas été effectif dans les nappes des Pontis et de Siviez-Mischabel ainsi que dans la zone Houillère, soit qu'aucune trace n'en a été conservée. Reste à expliquer dans cette dernière hypothèse le pourquoi d'un tel effacement des marqueurs de haute pression.

c.-La zone de La Ly (fig. 8), située entre celle de Siviez («vieux socle de la nappe de Siviez-Mischabel») et l'unité du Métailler (nappe du Mont Fort), livre des résultats très intéressants. Dans sa portion externe, les micas montrent des valeurs comparables à celles mesurées dans la zone interne de Mille (absence de paragonite, $b_0 \ge 9.03$ Å), alors que dans sa portion interne ils s'assimilent à ceux analysés dans l'unité adjacente du Métailler (HP-BT°). La présence sélective de la paragonite dans cette portion interne vient également renforcer cette similarité. Cette discontinuité pourrait faire supposer que la zone de La Ly n'est pas homogène et qu'elle serait à rattacher en partie au flanc normal de la nappe de Siviez-Mischabel et pour le reste au flanc inverse de la nappe du Mont Fort; la délimitation possible serait marquée par l'apparition de la paragonite, dont la présence est quasi constante au sein de la nappe du Mont Fort.

d.–La zone de Mille (fig. 8), située entre la zone du Ruitor et celle de Siviez, est quant à elle dépourvue de paragonite. Par contre, elle livre des b_0 contrastés entre sa portion externe (< 9.02Å) et sa portion interne (\geq 9.02Å). Ceci pourrait confirmer l'hypothèse de BURRI (1983a et b) proposant que la zone de Mille est structuralement composite. C'est-à-dire que sa portion externe constituerait le flanc normal de la nappe des Pontis, tandis que sa portion interne représenterait le flanc inverse de la nappe de Siviez-Mischabel. Ainsi, la limite entre la nappe des Pontis et celle de Siviez-Mischabel pourrait-elle être tracée avec précision, du moins dans la partie la mieux échantillonnée de la région concernée.

Les auteurs sont conscients des limitations d'ordre méthodologique, minéralogique et géologique qui pourraient entraver les interprétations proposées. Cependant, il émane de cette étude régionale que les micas blancs potassiques sont des marqueurs utiles, susceptibles d'enregistrer les conditions métamorphiques de haute pression. Toutefois, il serait indispensable de compléter ce travail par une étude fine des microstructures et l'acquisition de données radiométriques, donnant ainsi aux interprétations proposées une meilleure assise texturale et chronologique.

5. LES CHLORITES (ANALYSES PAR XRD)

5.1. Introduction

Dans la région étudiée, presque toutes les roches contiennent de la chlorite; cependant les caractères optiques de celle-ci changent d'un échantillon à l'autre, et des tendances semblent se dessiner, relatives aux types de roches et aux unités auxquelles elles appartiennent. Par exemple, les chlorites de l'unité du Métailler sont souvent très colorées alors que celles de l'unité du Mont Fallère sont plutôt pâles.

Nous avons aussi constaté que la biréfringence des chlorites de l'unité de Gran Testa a tendance à évoluer de façon continue d'un bord à l'autre, partant d'une valeur faible accompagnée d'un signe d'allongement positif au contact avec la zone du Ruitor, passant par un minimum et augmentant passablement, le signe d'allongement s'inversant, à l'approche de l'unité du Métailler.

Le but de cette étude est donc de quantifier chimiquement les variations optiques observées, comme l'ont déjà fait certains auteurs dans d'autres régions (GAY (1972) pour le massif d'Ambin, BOCQUET (1974) pour la moitié nord des Alpes françaises et WETZEL (1973) pour les Alpes centrales), en suivant une méthode inspirée par ALBEE (1962), puis de suivre l'évolution chimique de ces chlorites à travers les divers types de roches et les unités géologiques.

Les chlorites concernées par cette étude sont celles qui ont cristallisé lors du métamorphisme alpin (cf. chap. 3), et qui se présentent généralement en larges paillettes orientées selon la schistosité principale, excluant ainsi les agrégats microcristallins dérivant de la rétromorphose d'autres minéraux.

5.2. Caractères optiques

L'observation au microscope des chlorites de 368 échantillons de gneiss, micaschistes et roches vertes, provenant de toutes les unités géologiques décrites dans ce travail, a permis une classification en 9 types de ces chlorites (tab. 3). Elle a été établie en fonction de leurs caractères en lumière polarisée: teintes et valeur de la biréfringence, signe d'allongement.

La valeur de la biréfringence est mesurée à l'aide du réactif optique λ , qui supprime les teintes anormales; il faut ensuite lui soustraire l'équivalent d'un ordre sur le tableau de Newton pour obtenir la valeur réelle. Cette méthode permet également de déterminer le signe d'allongement par rapport au clivage basal (001).

Tableau 3.-Caractères optiques des différents types de chlorites: couleurs, signe d'allongement, teintes de biréfringence, valeur de cette biréfringence, signe optique.

| tuno | coul | eur | | tein | ite | hirofr | | ant |
|------|---------------|----------|-----|---------------------|---------------|---------------|----|------|
| type | // cliv. | ⊥ cliv. | an. | lum. pol. | lum.pol+λ | bireir. | 5. | opt. |
| Ι | vert pâle | incolore | - | gris clair - blanc | jaune doré | 0.008 - 0.009 | | + |
| П | vert bleuâtre | jaunâtre | | gris - vert olive | orange | 0.005 - 0.007 | | + |
| ш | vert bleuâtre | jaunâtre | - | brun | rouge violacé | 0.002 - 0.004 | | + |
| IV | vert | jaunâtre | ± | brun rouge - cuivré | violet | 0.000 - 0.002 | | + |
| v | vert | jaunâtre | + | violet sombre | violet - bleu | 0.000 - 0.001 | | - |
| VI | vert pâle | incolore | + | gris-bleu foncé | bleu | 0.001 - 0.002 | | - |
| VII | vert | jaunâtre | + | gris violacé clair | bleu | 0.002 - 0.003 | | - |
| VШ | vert vif | jaunâtre | + | gris verdâtre clair | bleu-vert | 0.003 - 0.004 | | - |
| IX | vert très vif | jaunâtre | + | vert | vert | 0.005 - 0.007 | | - |

5.3. Echantillonnage

Les chlorites de 54 échantillons ont été analysées par XRD; plus des deux tiers proviennent de gneiss albitiques chloriteux prélevés dans chacune des unités géologiques étudiées. Les chlorites de roches vertes, micaschistes, quartzites micacés et veines albitiques ont été analysées afin de les comparer avec celles des gneiss. Nous avons choisi dans la mesure du possible des chlorites de tous les types optiques représentés dans chaque unité.

Cette étude n'a été réalisée que dans la partie valdôtaine, dans le cadre d'un travail de recherche plus large de l'un d'entre nous (GOUFFON 1993). La plupart des échantillons ont également servi à l'étude des micas blancs (voir chapitre 4); la liste en est donnée dans l'appendice IIa.

5.4. Calculs des proportions stæchiométriques des éléments

La méthode d'analyse par XRD ne donne que des informations de nature cristallographique. Cependant plusieurs auteurs ont remarqué que certaines variations de paramètres réticulaires sont liées à des changements de la composition chimique. BRINDLEY et BROWN (1980) ainsi que BAILEY (1988), après avoir testé et comparé plusieurs formules d'autres auteurs, proposent les relations suivantes:

1) $d_{001} = 14.648 - 0.378 \text{Al}^{\text{IV}}$

2) $d_{001} = 14.55 - 0.29 Al^{IV}$

3) $b_0 = 9.21 + 0.039(Fe^{2+} + Mn)$

4) $b_0 = 9.21 + 0.037(Fe^{2+} + Mn)$

De plus, WETZEL (1973) donne les relations suivantes:

5) $d_{060} = 1.534 + 0.0052 Fe^{tot}$

6) $d_{005} = 2.909 - 0.0332 \text{Altot}$

En considérant pour les chlorites la formule chimique générale et simplifiée suivante:

 $(Fe^{2+}, Mg, Al, Fe^{3+})_n (Si, Al)_4O_{10}OH_8$ (où n est généralement proche de 6).

Les proportions stœchiométriques peuvent être calculées de la façon suivante:

 $\begin{array}{ll} \mbox{moyenne de 1) et 2):} & Al^{IV} = \{9.75 - 0.668d_{001}\} \, / \, 0.22 \\ Si^{IV} = 4 - Al^{IV} \\ \mbox{moyenne de 3) et 4):} & Fe^{2+} = \{b_0 - 9.21\} \, / \, 0.038 \ \ \mbox{avec } b_0 = 6 \, \times \, d_{060} \\ \mbox{d'après 5):} & Fe^{tot} = \{d_{060} - 1.534\} \, / \, 0.0052 \\ \mbox{d'après 6):} & Al^{tot} = \{2.909 - d_{005}\} \, / \, 0.0332 \\ \mbox{Mg} = 6 \, - \, \{3/2(Al^{VI} - Al^{IV} + Fe^{3+}) + Fe^{2+} + x\} \\ \mbox{où:} & x = Al^{VI} \, \text{si} \, Al^{VI} > Al^{IV} \\ & x = Al^{IV} \, \text{si} \, Al^{VI} < Al^{IV} \\ \end{array}$

5.5. Polytypisme

Les chlorites sont des phyllosilicates constitués par un empilement de feuillets type talc (TOT) alternant avec des couches octaédriques type brucite. Selon BROWN et BAILEY (1962) et BAILEY (1988), il y a théoriquement 12 façons de combiner un de ces feuillets avec une couche brucite, donc 12 types structuraux de chlorites, dont 4 seulement se rencontrent dans la nature, avec prédominance du type II-b (80% des chlorites étudiées par ces auteurs).

Ce type II-b apparaît comme le seul stable à des conditions de pression et température correspondant à celles de la cristallisation de la chlorite dans le métamorphisme régional. Les 3 autres types ne s'observent que dans des conditions de pression et température basses, liées au domaine de la diagenèse.

Chaque type structural est reconnaissable en XRD par la présence ou l'absence de certains pics sur les diffractogrammes (BRINDLEY et BROWN 1980).

Toutes les chlorites analysées dans ce travail sont de type II-b

5.6. Classification

Deux classifications sont couramment utilisées: celle de HEY (1954) et celle de FOSTER (1962), toutes deux affinées par BAILEY (1988) et fondées sur le degré de substitution de Fe par Mg et de Si par Al. D'autres systèmes ont été proposés plus récemment, mais ils font généralement intervenir des éléments souvent mineurs dans les chlorites (Ni, Mn,...), impossibles à quantifier d'après les données cristallographiques, leurs propriétés étant très proches de celles du fer.

Pour FOSTER (1962), Fe³⁺ peut prendre place dans les sites octaédriques lors de la cristallisation de la chlorite, au dépend de Al et/ou des cations bivalents, surtout lorsque Al^{IV} > Al^{VI}, cela pour compenser le déficit de charges dans les sites tétraédriques. Par conséquent seul Fe²⁺ est représentatif du degré de substitution Fe-Mg. La classification de Foster est donc fonction du rapport Fe²⁺/Fe²⁺+Mg et du nombre d'atomes Si dans les sites tétraédriques (fig. 12).

Pour HEY (1954), Fe³⁺ provient uniquement de l'oxydation de Fe²⁺ postérieurement à la cristallisation de la chlorite, le degré de substitution Fe-Mg dépend donc de Fe^{tot}. Sa nomenclature des chlorites est fonction du rapport Fe^{tot}/Fe^{tot}+Mg (ordonnée de gauche) pondéré par la proportion de Fe^{tot} (ordonnée de droite), et du nombre d'atomes Si dans les sites tétraédriques (fig. 13). L'auteur tient compte également de l'état d'oxydation du fer en distinguant les chlorites dans lesquelles Fe₂O₃ < 4% (orthochlorites) de celles où cet oxyde est > 4% (leptochlorites ou chlorites oxydées).

Nous n'avons pas tenu compte de cette distinction, pour les raisons suivantes:

-par la formule de calcul adoptée, la proportion de Fe³⁺ dépend directement de celle du Fe²⁺: Fe³⁺ = $0.22Fe^{2+} + 0.19$;

 $-Fe^{3+}$ peut être inclu dans la structure de la chlorite lors de sa cristallisation (FOSTER 1962);

-pour déterminer l'origine de Fe³⁺ il faut connaître la proportion d'hydrogène, car lorsque deux atomes de Fe²⁺ s'oxydent, une molécule H₂ est libérée en fonction de la réaction: $2Fe(OH)_2 = 2FeO(OH) + H_2$ (FOSTER 1962). L'estimation de la proportion d'hydrogène n'est pas possible en XRD;

-CHATTERJEE (1966) définit une chlorite oxydée dans laquelle le fer est en grande majorité trivalent et qui a des propriétés optiques proches de celles de la biotite ou du stilpnomélane (pléochroïsme dans les bruns, biréfringence élevée), mais conservant la structure cristalline de la chlorite. Nous avons effectivement observé, dans une roche un peu altérée, de nombreuses plages présentant une évolution continue de la chlorite typique au centre jusqu'à un phyllosilicate brun à biréfringence élevée à la bordure.





Les chlorites sont distinguées en fonction :

a.-du type optique auquel elles appartiennent (légende cf. fig. 13).

b.-de leur origine lithologique: 1: gneiss albitiques chloriteux, 2: micaschistes, 3: roches vertes, 4: gneiss leucocrate, 5: remplissage de fractures.

Nous avons considéré que cette dernière définition des chlorites oxydées est plus réaliste que la limite arbitraire de 4% Fe_2O_3 . Comme nous avons pris soin de ne pas analyser de roche contenant de telles chlorites, nous avons donc utilisé, dans la classification de HEY (1954), les noms des orthochlorites.

5.7. Mise en œuvre

Les échantillons ont subi la préparation suivante:

1.-broyage de la roche,

2.-tamisage et sélection de la fraction comprise entre 0.075 et 0.1 mm,

3.-dissolution des éventuels carbonates dans HCl 1N, rinçage et séchage,

4.-séparation magnétique des chlorites: 1^{er} passage avec magnétisme faible pour éliminer les minéraux ferromagnésiens, 2^e passage à plus forte intensité pour séparer les chlorites des autres minéraux (les valeurs de réglage du séparateur magnétique sont inspirées de HUTCHISON 1974),

5.–analyse par XRD sur poudres non-orientées. Deux diffractogrammes ont été réalisés pour chaque échantillon, dans des buts identiques et avec les mêmes paramètres que pour les micas blancs (chap. 4.4, points 1 et 3).

5.8. Résultats

Les proportions atomiques des divers éléments entrant dans la composition des chlorites analysées ont été calculées selon les formules énoncées plus haut et reportées dans l'appendice IIc. Les diagrammes de FOSTER (1962) et de HEY (1954) (fig. 12 et 13) montrent une très bonne corrélation entre le type optiquement défini et le rapport Fe/Mg, à une exception près. Chacun de ces types détermine un domaine bien distinct des autres; seuls les types V et VI sont presque confondus. De plus ils se succèdent dans un ordre croissant depuis les chlorites magnésiennes jusqu'aux chlorites ferrifères, en parfait accord avec les résultats d'autres auteurs (p. ex.: ALBEE 1962, GAY 1972, LAIRD 1988).

Dans le type IV, un échantillon (AS2) possède un rapport Fe/Mg et une quantité de Si^{IV} plus élevés que les autres. Il est toutefois impossible de définir la cause de cette anomalie. Cet échantillon n'a donc pas été retenu pour la suite.

Le remplacement de Si par Al dans les sites tétraédriques ne semble pas influencer les caractères optiques, cependant la valeur de ce remplacement varie relativement peu d'un échantillon à l'autre. La proportion de Si^{IV} est presque toujours comprise entre 2.20 et 2.85 atomes pour 10 oxygènes, ce qui serait le cas de toutes les chlorites dont le rapport Fe²⁺/Fe²⁺+Mg > 0.2 (FOSTER 1962, BOCQUET 1974), donc en tous les cas de celles des roches pélitiques et quartzo-feldspathiques.

Les deux diagrammes (fig. 12 et 13) ne montrent pas de différences notables, si ce n'est pour la nomenclature. La plupart des chlorites analysées se placent dans le champ des *ripidolites* des deux auteurs, mais des noms différents apparaissent dans des cas particuliers: certaines tombent dans les domaines des clinochlores et des brunsvigites de Foster alors qu'elles apparaissent dans celui des pycnochlorites chez Hey; les chlorites riches en fer sont dans les champs des thuringites et des chamosites pour le premier alors que le second réserve ces dénominations pour les chlorites oxydées (voir chap. 5.6.)



Figure 13 (p. 128-129).-Diagramme de HEY (1954). Tous les cations sont en proportions atomiques pour 10 oxygènes. Les chlorites sont distinguées en fonction du type optique auquel elles appartiennent.



Dans la figure 12b nous avons distingué les chlorites en fonction de leur occurence. Les chlorites des gneiss se répartissent dans tout le diagramme; celles des micaschistes, bien que peu représentées, se situent exclusivement dans le secteur caractérisé par de relativement fortes teneurs en Al^{IV} et en Fe^{tot}, alors que celles des roches vertes se concentrent vers un pôle opposé.

Dans les séquences semi-pélitique et quartzo-feldspathique, le rapport Fe/Mg de la roche ne semble pas beaucoup influencer celui de la chlorite. Nous avons calculé les rapports Fe²⁺/Fe²⁺+Mg et Fe^{tot}/Fe^{tot} + Mg de 16 roches analysées par XRF (appendice Ia) et nous les avons placés dans un diagramme afin de les comparer avec les valeurs obtenues sur les chlorites (fig. 14). Lorsque Mg est prépondérant (types II et III), les valeurs du rapport Fe²⁺/Fe²⁺ + Mg des roches correspondent aux valeurs possibles pour les chlorites, alors qu'elles s'en éloignent en moyenne pour le rapport Fe^{tot}/Fe^{tot} + Mg. Pour les types ferrifères (V à VIII), les deux rapports sont systématiquement plus bas dans les roches que dans les chlorites.



Figure 14.-Valeurs des rapports Fe/Mg des roches en fonction du type optique de leur chlorite, comparées à celles des chlorites elles-mêmes.

Lors du dépouillement des diffractogrammes, nous avons constaté une certaine corrélation entre le rapport des intensités des pics correspondant aux réflexions 060 et 20-8 ($RI^{060}/_{20-8}$ –appendice IIc) et le type de roche: les roches vertes ont en général un rapport >1 alors qu'il est <1 pour les autres roches. Ce fait intéressant serait à confirmer par l'analyse de poudres orientées.

5.9. Répartition lithologique et tectonique

Puisque les corrélations «caractères optiques – rapport Fe/Mg» sont bonnes, il est possible d'étendre les résultats obtenus aux 368 roches étudiées au microscope et de s'intéresser ainsi à leur répartition (tab. 4 –voir aussi GOUFFON 1993):

a.-les chlorites des roches pélitiques et quartzo-feldspathiques des unités polycycliques (zones du Ruitor et de Siviez) sont riches en fer, alors que celles de l'unité monocyclique de Gran Testa montrent une nette tendance magnésienne. Celles de la nappe du Mont Fort (unités du Métailler et du Mont Fallère) ont une composition intermédiaire;

b.-les chlorites de l'unité du Mont Fallère sont en moyenne plus magnésiennes dans la partie S que dans la partie N;

c.-les divers types de chlorites d'une roche ou d'une séquence donnée se répartissent d'une manière apparemment quelconque au sein de chaque unité, excepté dans la zone de Gran Testa: dans la séquence quartzo-feldspathique à semi-pélitique (la presque totalité des roches de cette unité) les chlorites sont de composition intermédiaire à proximité de la zone du Ruitor et deviennent de plus en plus magnésiennes à l'approche de l'unité du Métailler;

d.-les chlorites des roches vertes de toutes les unités géologiques sont plutôt riches en Mg. Une particularité est toutefois à souligner: dans l'unité du Métailler, trois échantillons présentent des plages de chlorite zonées, à cœur ferrifère (type V à VII) et bordure magnésienne (type II à III).

5.10. Conclusions

Un premier fait peut être considéré comme acquis: les caractères optiques des chlorites reflètent de façon très satisfaisante le rapport Fe/Mg de ces minéraux; de plus, cette relation ne semble pas influencée par la proportion d'Al dans les sites tétraédriques.

Plusieurs facteurs interviennent conjointement sur le chimisme des chlorites. La composition globale de la roche en est certainement un, les chlorites des micaschistes étant plus riches en aluminium que celles des roches vertes. Cependant, cette corrélation positive Fe/Mg entre roches et chlorites peut varier si d'autres minéraux de la paragenèse contiennent l'un ou l'autre de ces éléments (ou les deux). Dans notre cas, la presque totalité des échantillons analysés renferme des minéraux opaques riches en fer (p. ex.: pyrite, hématite); de plus, dans les unités polycycliques et dans la nappe du Mont Fort, certains peuvent contenir des grenats, des amphiboles bleues ou vertes, du stilpnomélane ou du chloritoïde. Il n'est donc pas surprenant de constater que ces dernières roches, qui possèdent des chlorites ferrifères à intermédiaires, montrent les plus grandes variations entre le rapport Fe/Mg de la roche et celui de ses chlorites.

Le métamorphisme est probablement un second facteur très important, puisque les chlorites ne sont pas les mêmes dans des roches possédant des histoires métamorphiques différentes. Si l'on considère que toutes les chlorites analysées ont cristallisé lors de la même phase du métamorphisme alpin (phase mésoalpine de faciès schiste vert), ce qui transparaît au travers des textures, il faut peut-être rechercher leurs différences dans les paragenèses héritées. Les chlorites des zones du Ruitor et de Siviez ont cristallisé à partir de

| roches | | | type | s d | e cl | nlor | ites | | |
|----------------------------|-------|----|------|--------|-----------|--------|------|------|----|
| | Ι | П | Ш | IV | V | VI | VII | VIII | IX |
| Ruitor | | | | | | | | | |
| gneiss | | | | 12 | 12 | 4 | 9 | | |
| micaschistes | | 2 | | 1 | 6 | 16 | 8 | | |
| orthogneiss du Mt Flassin | | | | | 2 | 2 | 8 | 3 | 1 |
| gneiss oeillés | | | | | | 1 | 3 | 3 | |
| roches vertes | | 4 | 8 | 5 | | | | 1 | |
| Gran Testa | | | | | | | | | |
| gneiss albitiques | 1 | 8 | 11 | 4 | 4 | 2 | | | |
| conglomérats - arkoses | 1 | 9 | 2 | 2 | | | | | |
| r. quartzo-micacées sup. | | 2 | | | | | | | |
| r. quartzo-micacées inf. | | | | | | 1 | 2 | | |
| schistes noirs | | 1 | 1 | | 3 | 1 | | | |
| Siviez | | | | | | | | | |
| gneiss | | | | | 2 | 6 | 3 | | |
| Métailler | | | | | | | | | |
| gneiss albitiques | | 1 | 10 | 2 | 3 | 3 | 6 | | |
| gneiss leucocrates | 1 | 1 | | | | | | 1 | 1 |
| roches à chloritoïde | | | 2 | | 2 | 1 | 5 | 2 | 1 |
| autres gneiss | | | 1 | 1 | 1 | 2 | | 1 | |
| roches vertes | 1 | 5 | 4 | zonées | de II à V | 'II: 3 | 1 | | |
| Mont Fallèr | e | | | | | | | | _ |
| gneiss gris-bleu | | 2 | 3 | 5 | 10 | 2 | | | |
| micaschistes | | 1 | 1 | | 2 | 2 | | | |
| autres gneiss | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 | 3 | 2 | |
| roches vertes | 1 | 3 | 10 | 2 | | 1 | | | |
| Mont Fallèr | e (su | d) | | | | | | | |
| gneiss gris-bleu | | 8 | 1 | | 1 | | | | |
| gneiss albitiques | | 3 | 2 | 2 | 1 | | 1 | | |
| Leverogne | | | | | | _ | | | |
| gneiss | | 2 | 9 | 4 | 8 | 4 | 2 | 4 | |
| micaschistes à chloritoïde | | | | 2 | | 3 | 1 | | |
| roches vertes | 1 | 6 | 5 | 1 | | | | | |

Tableau 4.-Répartition des chlorites par types dans les différentes roches et unités géologiques.

paragenèses formées sous les conditions du faciès amphibolite (métamorphisme anté-alpin –ESCHER 1988), alors que celles de la zone de Gran Testa seraient nées de minéraux détritiques (sédiments non métamorphiques), et que celles de la nappe du Mont Fort dériveraient de paragenèses de l'épisode HP-BT°. Il n'est cependant pas exclu que des chlorites de cette nappe aient déjà cristallisé lors de cette première «phase», comme le zonage de ces minéraux dans certaines roches vertes de l'unité du Métailler (tab. 4) tendrait à le prouver. De nombreux auteurs se sont déjà penchés sur les chlorites, dans le cadre d'études géologiques régionales, tant pour en découvrir les propriétés cristallographiques que pour définir leurs caractères optiques. Les relations entre la composition des chlorites et les conditions de leur formation restent néanmoins assez énigmatiques. Ce travail tente d'ouvrir de nouvelles perspectives: il semble en effet possible de distinguer un socle polycyclique de sa «couverture» monocyclique d'après le type des chlorites de leurs gneiss, dans le cas d'un métamorphisme commun monophasé. Si cette distinction est souvent évidente, elle peut devenir délicate, comme par exemple en Val d'Aoste où les zones de Siviez et de Gran Testa sont parfois confondues du fait de la ressemblance de leur lithologie et de la forte réduction de la première.

6. CONCLUSIONS

Cette étude diffractométrique sur les caractéristiques des phyllosilicates (micas blancs et chlorites) dans la partie occidentale de la «super» nappe du Grand St-Bernard (Val d'Aoste et Valais) a permis de dégager les tendances et indications suivantes:

6.1. Conclusions méthodologiques

1.-De cette étude régionale, il ressort que la XRD sur micas blancs potassiques demeure une méthode efficace pour sérier des tendances géobarométriques (indicateur b_0), ceci dans la mesure où une telle étude s'appuie sur une base géologique préalable (levés détaillés et compréhension des mégastructures).

2.-Par contre, les chlorites, faute d'un modèle approprié d'interprétation cristallo-chimique, s'avèrent inutilisables pour caractériser le profil d'un événement métamorphique.

6.2. Conclusions régionales

1.–Il se confirme que toutes les unités constitutives de la nappe du Mont Fort, tant en Val d'Aoste qu'en Valais, ont enregistré les effets d'un épisode métamorphique de relativement haute pression. Des valeurs constamment élevées de b₀ (≥ 9.035Å) ainsi que la présence systématique de la paragonite semblent l'indiquer. De plus les rares polytypes 3T ou mixtures polytypiques $2M_1$ -3T n'ont été mis en évidence que dans cette nappe.

2.-Des tendances contradictoires se dégagent des unités monocycliques, d'âge permo-carbonifère, situées en Val d'Aoste. Il se confirme que la zone de Mille est tectoniquement composite et qu'un contraste géobarométrique peut y être constaté. Ceci devrait permettre d'y tracer la limite entre les nappes des Pontis et de Siviez-Mischabel avec plus de précision et selon un critère quantifiable (valeur du b₀). Si la zone de La Ly livre des b₀ sytématiquement élevés, elle présente un net contraste quant à la distribution de la paragonite. Celle-ci n'apparaît qu'à proximité de l'unité du Métailler (nappe du Mont Fort), alors qu'elle est absente sur le flanc normal de la zone de Siviez. Ceci demande confirmation, mais pourrait en première analyse fournir, au sein de la zone de La Ly, un critère pour délimiter la nappe de Siviez-Mischabel de celle du Mont Fort. La zone de Gran Testa, encore mal dégrossie au niveau structural, livre des résultats ininterprétables (b_0 compris entre 9.01 et 9.06 Å). Ceci exprime sans doute le fait que cette zone est constituée de plusieurs entités dont le statut (polycyclique ou monocyclique) et/ou l'apparentement tectonique n'est pas encore compris. Cet acquis, en apparence négatif, constitue néanmoins un point intéressant par la question même qu'il pose.

3.-Les mesures de la cristallinité de l'illite montrent, au sein de l'unité du Métailler, une augmentation du degré thermique du métamorphisme mésoalpin du sud (Val d'Aoste) vers le nord (Val de Nendaz et d'Hérens).

4.-Aucune tendance significative ne se dégage des socles polycycliques (zones du Ruitor et de Siviez). Ceci est dû, en plus du nombre très réduit d'échantillons analysés, au fait que plusieurs générations de micas blancs (détritiques, varisques, alpins s.l.) coexistent dans ces roches, d'où un signal diffractométrique délicat à interpréter. Il convient cependant de constater que les valeurs de b₀ mesurées y sont assez élevées (≥ 9.03 Å). La signification de ces valeurs demeure ambiguë.

5.-Dans le cadre d'une étude régionale, l'intérêt principal d'une caractérisation des chlorites réside dans la possibilité de distinguer un socle polycyclique de sa «couverture» monocyclique, d'après le type des chlorites de leurs gneiss respectifs et ceci dans le cas d'un métamorphisme commun monophasé. Une étude de ce type devrait être poursuivie au sein des zones de Siviez et de Gran Testa afin d'en affiner l'identification et pourrait devenir un outil intéressant pour mieux comprendre la lithostratigraphie et la structure tectonique de la zone de Gran Testa.

6.-Enfin, il serait souhaitable de développer cette étude en complétant d'abord le profil du Val de Nendaz (étude de la zone Houillère et des nappes des Pontis et de Siviez-Mischabel), puis en réalisant d'autres transversales, peut-être plus à l'est (Val d'Anniviers) ou plus au sud (en Vanoise).

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier H.-R. Pfeifer et J.-C. Lavanchy du Centre d'Analyse Minérale (CAM, UNIL) pour la qualités des analyses XRF, de même que L. Dufresne du Laboratoire de RX (IMP, UNIL) pour son aide précieuse et ses conseils avisés lors de la préparation des échantillons XRD. De plus nous tenons à exprimer notre reconnaissance à tous nos collègues M. Burri, M. Sartori, A. Escher, T. Baudin, M. Jaboyedoff, F. Philippossian, M. Schaffer, R. Caby et R. Chessex pour les nombreux échanges de vues dont ce travail bénéficia.

Références

- ALBEE A.-L., 1962. Relationships between the mineral association, chemical composition and physical properties of the chlorite serie. *Amer. Mineralogist* 47: 851-870.
- ALLIMANN M., 1987. La nappe du Mont Fort dans le Val d'Hérens. Bull. Soc. vaud. Sc. nat. 78.4: 431-444.
- ALLIMANN M., 1989. Les brèches de la région d'Evolène (Nappe du Mont Fort, Valais, Suisse). Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 69: 237-250.
- ALLIMANN M., 1990. Etude géologique de la nappe du Mont Fort dans la région d'Evolène. Thèse Univ. Lausanne. 109 p.

- ALLIMANN M. et GOUFFON Y., 1984. Les unités penniques entre Gd St-Bernard et Mt Vélan (Val d'Aoste Italie). Diplôme Uni. Lausanne, inédit. 107 p.
- BAILEY S.W., 1988. Chlorites: structures and crystal chemistry. In RIBBE P.H. (ed.): Hydrous Phyllosilicates. Reviews in Mineralogy, Min. Soc. Amer., 19: 345-403.
- BAUDIN T., 1987. Etude géologique du massif du Ruitor (Alpes franco-italiennes): évolution structurale d'un socle briançonnais. Thèse. Univ. Grenoble, 259 p.
- BEARTH P., 1961. Contribution à la subdivision tectonique et stratigraphique du cristallin de la nappe du Grand-St-Bernard dans le Valais (Suisse). Mém. hors série Soc. géol. France, livre à la mémoire du Prof. P. Fallot, II: 407-418.
- BOCQUET J., 1974. Etude minéralogique et pétrographique sur les métamorphismes d'âge alpin dans les Alpes françaises. Thèse, Univ. Grenoble.
- BOCQUET J., DELALOYE M., HUNZIKER J.C. et KRUMMENACHER D., 1974. K-Ar and Rb-Sr Dating of Blue Amphiboles, Micas and Associated Minerals from the Western Alps. *Contr. Mineral. Petrol.* 47: 7-26.
- BORG I.Y. et SMITH D.K., 1969. Calculated X-Ray Powder Patterns for Silicate Minerals. Geol. Soc. Amer. Mem. 122. 896 p.
- 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. Lab. Géol. Univ. Lausanne 243.* 8 p.
- BRINDLEY G.W. et BROWN G., 1980. Cristal structures of clay minerals and their X-ray identification. *Monogr. mineral. Soc. London 5*, 495 p.
- BROWN B.E. et BAILEY S.W., 1962. Chlorite polytypism: I. Regular and semi-random one-layer structures. Amer. Mineralogist 47: 819-850
- BURRI M., 1983a. Description géologique du front du Saint-Bernard dans les vallées de Bagnes et d'Entremont (Valais). Bull. Lab. Géol. Univ. Lausanne 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.
- CABY R., 1968. Contribution à l'étude des Alpes occidentales: subdivisions stratigraphiques et structures de la Zone du Grand St-Bernard dans la partie sud du Val d'Aoste (Italie). *Géol. alp. (Grenoble)* 44: 95-111.
- CABY R., 1974. Gneiss permocarbonifères d'origine granitique et volcanique dans la Zone houillère et la Zone du Grand St-Bernard en Val d'Aoste (Italie). *Géol. alp.* (*Grenoble*) 50: 39-44.
- CABY R. et KIENAST J.R., 1989. Meso-Alpine high pressure assemblages and excavation of the Ruitor briançonnais basement (Savoie, Val d'Aoste, Graie Alps). *Terra Abstracts 1*: 266.
- CIPRIANI C., SASSI F.P. et BASSANI C.V., 1968. La composizione delle miche chiare in rapporto con le costanti reticolari e col grado metamorfico. *Rend. Soc. ital. Mineral. Petrol.* 24: 3-37.
- CHATTERJEE N.D., 1966. On the widespread occurence of oxidized chlorites in the pennine zone of the western italian Alps. *Contr. Mineral. Petrol.* 12: 325-339.
- DECORVET R., 1988. La géologie de Cleuson. Diplôme Univ. Lausanne, inédit.
- DESMONS J., 1986. The alpine metamorphism and their environements in the Western Alps: unsolved problems. *Bull. suisse Minéral. Pétrogr.* 66: 29-40.
- ELLENBERGER F., 1958. Etude géologique du pays de la Vanoise. Mém. Carte Serv. Géol. France. 562 p.
- ESCHER A., 1988. Structure de la nappe du Grand Saint-Bernard entre le Val de Bagnes et les Mischabel. *Rapp. géol. Serv. hydrol. géol. natl.* 7. 26 p.
- ESCHER A., MASSON H. et STECK A., 1988. Coupes géologiques des Alpes occidentales suisses. *Mémoire de géologie Lausanne 2* et *Rapp. géol. Serv. hydrol. géol. natl. 2.* 11 p.
- FONTEILLES M., 1976. Essai d'interprétation des compositions chimiques des roches d'origines métamorphique et magmatique du massif hercynien de l'Agly (Pyrénées Orientales). Thèse d'Etat. Uni. Paris VI. 2 vol. 693 p.

FOSTER M.D., 1962. Interpretation of the composition and a classification of the chlorites. U. S. geol. Surv. prof. Pap. 414-A: 1-33.

FRANCESCHELLI M., LEONI L. et MEMMI I., 1989. b₀ of Muscovite in low and high grade variance assemblages from low grade Verrucano rocks, Northern Apennines, Italy. *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 69/1: 107-116.

FREY M., 1987. Very low-grade metamorphism of clastic sedimentary rocks. *In* FREY M. (ed.): Low Temperature Metamorphism. Blackie, London: 9-58.

FREY M., HUNZIKER J.C., JÄGER E. et STERN W.B., 1983. Regional distribution of white K-mica polymorphs and their phengite content in the Central Alps. *Contrib. Mineral. Petrol.* 83: 185-197.

GAY M., 1972. Le massif d'Ambin et son cadre de schistes lustrés (Alpes francoitaliennes). Evolution métamorphique. Arch. Sci. (Genève) 25.1: 5-100.

GOFFÉ B., 1982. Définition du faciès à Fe/Mg-carpholite-chloritoïde, un marqueur du métamorphisme HP-BT dans les métasédiments alumineux. Thèse d'Etat, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris. 233 p.

GOUFFON Y., 1993. Géologie de la «nappe» du Grand St-Bernard entre la Doire Baltée et la frontière suisse (Vallée d'Aoste-Italie). *Mém. de Géol. (Lausanne) 12.* 147 p.

GUIDOTTI C.V., 1984. Micas in metamorphic rocks. In BAILEY S.W. (ed.): Micas. Reviews in Mineralogy 13. Mineralogical Society of America: 357-467.

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

GUIDOTTI C.V. et SASSI F.P., 1986. Classification and correlation of metamorphic facies series by means of muscovite b₀ data from low-grade metapelites. *N. Jb. Mineral. Abh.* 153: 363-380.

- HEDIGER R., 1979. Géologie et pétrographie du Col du Grand-St-Bernard. Diplôme Univ. Lausanne, inédit. 121 p.
- HEY M.H., 1954. A new review of chlorites. Mineral. Mag. 30: 279-292.
- HOLTZAPFFEL T., 1985. Les minéraux argileux: Préparation, analyse diffractométrique et détermination. *Publication Soc. Géol. Nord*: 12.
- HUON S., KUBLER B. et HUNZIKER J.C., 1988. Identification de mélanges de micas blancs par diffraction des rayons X: application à des séries carbonatées faiblement métamorphisées. *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 68/2: 185-202.
- HUNZIKER J.C., 1974. Rb-Sr and K-Ar age determination and the alpine tectonic history of the Western Alps. Mem. Ist. Geol. Mineral. Univ. Padova. 31. 54 p.
- HUNZIKER J.C., DESMONS J. et HURFORD A.J., 1992. Thirty-two years of geochronological work in the Central and Western Alps: a review on seven maps. *Mém. Géol. Lausanne 13.* 59 p.
- HUTCHISON C.S., 1974. Laboratory handbook of petrographic techniques. John Wiley et Sons, New-York. 527 p.
- KISCH H.J., 1987. Correlation between indicators of very low-grade metamorphism. *In* FREY M. (ed): Low Temperature Metamorphism. Blackie, London: 227-300.
- KUBLER B., 1984. Les indicateurs des transformations physiques et chimiques dans la diagenèse. Température et Calorimétrie. In LAGACHE, M. (ed.): Thermométrie et barométrie géologiques. Soc. franç. Minéral. Cristallogr. Vol 2: 489-596.
- KUBLER B., 1985. Cristallinité de l'illite: méthodes normalisées de préparation et de mesure. *Cah. Inst. Géol. Uni. Neuchâtel. Série A.X-11.* 16 p.
- LAIRD J., 1988. Chlorites: Metamorphic petrology. In RIBBE, P.H. (ed.): Hydrous Phyllosilicates. Reviews in Mineralogy, Min. Soc. Amer., 19: 405-453.
- OULIANOFF N., 1955. Note concernant l'origine et le métamorphisme des «schistes de Casanna» (Massif du Métailler dans le Val de Nendaz, en Valais). Bull. Lab. Géol. Lausanne 113. 15 p.
- PITTELOUD E. et GERBER C., 1988. Etude géologique et minéralogique des nappes de Siviez-Mischabel et du Mont Fort dans le val de Nendaz (Valais). Diplôme Univ. Lausanne, inédit. 87 p.

SARTORI M., 1990. L'unité du Barrhorn (Zone Pennique, Valais, Suisse). Mém. Géol. (Lausanne) 6. 156 p.

- SARTORI M. et THÉLIN P., 1987. Les schistes œillés albitiques de Barneuza (Nappe de Siviez-Mischabel, Valais, Suisse). Bull. suisse Minéral. Pétrogr. 67: 229-256.
- SASSI F.P., 1972. The petrological and geological significance of the b₀ values of potassic white micas in low-grade metamorphic rocks. An application to the Eastern Alps. *Tschermaks. miner. petrogr. Mitt.* 18: 105-113.
- SASSI F.P. et SCOLARI A., 1974. The b₀ value of the potassic white micas as a barometric indicator in low-grade metamorphism of pelitic schists. *Contrib. Mineral. Petrol.* 45: 143-152.
- SASSI F.P., KRAUTNER H.G. et ZIRPOLI G., 1976. Recognition of the pressure character in greenschist facies metamorphism. *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 56: 427-434.
- SCHAER J.-P., 1959a. Géologie de la partie septentrionale de l'éventail de Bagnes. Arch. Sci. (Genève) 12.4: 473-620.
- SCHAER J.-P., 1959b. Les porphyres quartzifères et les roches volcaniques prétriasiques de la nappe du Grand St Bernard, Valais, Suisse. *Geol. Rdsch.* 48: 147-158.
- SRODON J. et EBERL D.D., 1984. Illite. In BAILEY, S.W. (ed.): Micas. Reviews in Mineralogy 13, Mineralogical Society of America: 495-538.
- THÉLIN P., 1983. Les gneiss œillés de la nappe du Grand Saint-Bernard. Thèse, Univ. Lausanne, 495 p.
- THÉLIN P., 1992. Les métapélites du Mont-Mort: une fenêtre métamorphique (Nappe des Pontis, Zone du Ruitor, Valais). *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 82.2: 97-116.
- THÉLIN P. et AYRTON S., 1983. Cadre évolutif des événements magmatico-métamorphiques du socle anté-triasique dans le domaine pennique (Valais). *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 63: 393-420.
- THÉLIN P., SARTORI M., BURRI M., GOUFFON Y. et CHESSEX R., 1993. The Pre-Alpine Basement of the Briançonnais (Wallis, Switzerland). In VON RAUMER J.F. von et NEUBAUER F. (ed): Pre-Mesozoic Geology in the Alps. Springer Verlag, 297-315.
- WETZEL R., 1973. Chemismus und physikalische Parameter einiger Chlorite aus der Grünschieferfazies. Bull. suisse Minéral. Pétrogr. 53: 273-297.
- WUST G. et BAEHNI L.-A., 1986. The distinctive tectonometamorphic evolution of two basement complexes belonging to the Grand-St-Bernard nappe (Val de Bagnes, Valais). *Bull. suisse Minéral. Petrogr.* 66: 53-71.
- ZEN E-an, 1969. Metamorphism of Lower Paleozoic rocks in the vicinity of the Taconic Range in West-Central Vermont. *Amer. Mineralogist.* 45: 129-175.

Manuscrit reçu le 26 septembre 1994

| N° (1) | Roche | Lieu | Coordonnées |
|--------|---------------------------------------|-------------------------|-----------------|
| D1 | quartzite micacé chloriteux | Col du Gd St Bernard | 578'540/79'590 |
| D2 | quartzite micacé congl. | Col du Gd St Bernard | 578'160/80'655 |
| R1 | gneiss gris | Col du Gd St Bernard | 578'710/78'670 |
| R2 | micaschiste à grenat | Combe Flassin | 57'870/72'120* |
| A1 | gneiss albitiques | face à Leverogne | 57'725/63'710* |
| A2 | gneiss albitique à grenat et chlorite | face à Leverogne | 56'900/63'580* |
| T1 | gneiss chlorito-micacé | Menouve | 582'600/80'090 |
| T2 | gneiss albitique s.st. | Combe Flassin | 57'825/71'200* |
| T3 | gneiss micacé albitique | Combe de Barasson | 582'300/78'955 |
| T4 | gneiss albitique micacé | Combe de Vertosan | 55'550/69'830* |
| G1 | quartzite vert (verrucano) | route Lana - Flanmayens | 107'400/602'200 |
| G2 | quartzite gris feuilleté | route Lana - Flanmayens | 107'400/602'600 |
| G3 | micaschiste | Les Folliesses | 107'000/602'200 |
| G4 | gneiss albitique | Les Arpilles | 105'950/600'400 |
| G5 | micaschiste | base du Raz d'Arbey | 106'525/601'680 |
| G6 | gneiss albitique carbonaté | Cleuson | 591'260/107'075 |
| P1 | porphyre quartzifère | Clocher de Novely | 592'480/107'660 |
| P2 | porphyre quartzifère | Les Troutses | 592'950/107'985 |
| M1 | gneiss chlorito-albitique | route de la Dixence | 103'650/597'600 |
| M2 | gneiss albitique | route de la Dixence | 103'650/597'600 |
| M3 | gneiss à glaucophane | Lago delle Rane | 58'700/69'380* |
| M4 | micaschiste à grenat et chloritoïde | Mt Chenaille | 584'375/78'125 |
| M5 | gneiss albitique | Combe Flassin | 57'970/71'210* |
| F1 | gneiss gris-bleu | Mt Rosso | 57'250/69'950* |
| F2 | gneiss gris-bleu | route du Bosco Pezon | 62'940/73'400* |

(1): signification des lettres: D = unité de Drône; R = zone du Ruitor; A = zone de Leverogne; T = zone de Gran Testa; G = unité du Greppon blanc; P = niveau de porphyre quartzifère; M = unité du Métailler; F = unité du Mt Fallère.

* = coordonnées des cartes italiennes au 1/25'000 et 1/10'000

Rapports Fe-Mg - roches totales et types optiques des chlorites d'une partie des roches analysées:

| N° éch. | D1 | D2 | R1 | R2 | A1 | A2 | T1 | T2 | T3 | T4 | G6 | M3 | M4 | M5 | F1 | F2 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Type Chlorite | v | VIII | v | VI | v | ш | П | П | Ш | Ш | Ш | VI | VII | VI | III | VI |
| Fe ²⁺ /Fe ²⁺ +Mg | 0.46 | 0.59 | 0.49 | 0.50 | 0.50 | 0.53 | 0.29 | 0.34 | 0.42 | 0.41 | 0.45 | 0.39 | 0.67 | 0.53 | 0.42 | 0.25 |
| Fetot/Fetot+Mg | 0.55 | 0.65 | 0.55 | 0.61 | 0.59 | 0.58 | 0.32 | 0.55 | 0.53 | 0.59 | 0.56 | 0.52 | 0.70 | 0.57 | 0.45 | 0.48 |

Appendice Ia.-Liste des échantillons analysés par XRF.

| | - | | | | | | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| Ech. no. | D1 | D2 | R1 | R2 | A1 | A2 | Τ1 |
| SiO2 | 74.19 | 76.38 | 67.92 | 60.40 | 74.89 | 65.18 | 63.44 |
| TiO2 | 0.16 | 0.30 | 0.61 | 0.73 | 0.68 | 1.34 | 0.74 |
| A1203 | 14.00 | 11.92 | 14.69 | 19.93 | 12.23 | 14.73 | 16.78 |
| Fe203 | 1 11 | 1 11 | 1 63 | 3 93 | 2 13 | 2 32 | 1 08 |
| FeO | 1.16 | 1 77 | 2 93 | 3 27 | 2 11 | 4 84 | 3,11 |
| MnO | 0.02 | 0.03 | 0.06 | 0.18 | 0.05 | 0.22 | 0.05 |
| Mao | 0.02 | 0.03 | 1 65 | 1 80 | 1 19 | 2 41 | 4 16 |
| CoO | 0.70 | 0.00 | 1.05 | 0.25 | 0.55 | 1 27 | 9.10 |
| Na2O | 5.40 | 0.20 | 2.74 | 0.35 | 1 27 | 2.37 | 1 67 |
| Nazo Kao | 1.26 | 0.01 | 3.74 | 0.94 | 1.37 | 2.21 | 1.07 |
| R20 | 1.36 | 4.01 | 2.10 | 3.87 | 2.32 | 2.07 | 4.13 |
| P205 | 0.11 | 0.13 | 0.19 | 0.21 | 0.10 | 0.18 | 0.12 |
| H20 | 1.24 | 1.98 | 2.52 | 3.76 | 2.28 | 2.79 | 3.92 |
| Total | 99.81 | 99.40 | 99.93 | 99.37 | 99.89 | 99.37 | 99.60 |
| | | | | | | | and the set and the |
| Fcb po | Τ2 | тз | Τ4 | GI | 62 | 63 | G4 |
| Len. no. | 12 | 15 | | 01 | 02 | 00 | 01 |
| SiO2 | 62.25 | 77.96 | 58.51 | 79.96 | 78.22 | 61.25 | 69.12 |
| TiO2 | 0.71 | 0.26 | 0.98 | 0.24 | 0.38 | 1.13 | 0.77 |
| A1203 | 15.86 | 8.37 | 19.28 | 9.41 | 10.76 | 18.50 | 14.57 |
| Fe203 | 3.74 | 0.92 | 4.86 | 1.38 | 0.60 | 6.93 | 3.17 |
| FeO | 1.28 | 0.77 | 2.01 | 0.87 | 0.91 | 0.78 | 2.58 |
| MnO | 0.05 | 0.06 | 0.06 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.06 |
| MgO | 1.37 | 0.59 | 1.61 | 1.14 | 1.04 | 2.37 | 1.87 |
| CaO | 2.96 | 3.16 | 1.53 | 0.26 | 0.31 | 0.23 | 0.13 |
| Na2O | 3.02 | 2.67 | 1.98 | 0.18 | 0.05 | 0.37 | 2.42 |
| K20 | 2.84 | 1.08 | 4.40 | 3.93 | 4.36 | 3.96 | 2.33 |
| P205 | 0.13 | 0.08 | 0.14 | 0.16 | 0.04 | 0.21 | 0.11 |
| H2O | 4.98 | 3.40 | 4.40 | 1.97 | 2.49 | 3.86 | 2.69 |
| | | | | | | | |
| Total | 99.19 | 99.32 | 99.76 | 99.51 | 99.17 | 99.63 | 99.83 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Ech. no. | G5 | G6 | P1 | P2 | M1 | M2 | M3 |
| SiO2 | 73.97 | 65.79 | 77.80 | 70.85 | 60.59 | 71.04 | 61.82 |
| TiO2 | 0.40 | 0.44 | 0.14 | 0.22 | 0.88 | 0.71 | 0.88 |
| A1203 | 12.92 | 13.65 | 12.04 | 15.57 | 19.41 | 15.34 | 18.58 |
| Fe203 | 1.15 | 1,60 | 0.91 | 1.69 | 2.53 | 0.62 | 4.00 |
| FeO | 1,92 | 1.40 | 0.43 | 0.50 | 2.58 | 1 39 | 2.68 |
| MnO | 0.03 | 0.18 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.07 |
| MaQ | 1.44 | 0 94 | 0.40 | 0 48 | 2 46 | 0.99 | 2.26 |
| CaO | 0 09 | 4 25 | 0.28 | 0 07 | 0 13 | 0 21 | 0.32 |
| Na20 | 1 93 | 4 74 | 5 03 | 3 66 | 2 32 | 3 70 | 1 94 |
| K20 | 3 70 | 1 75 | 1 28 | 5.00 | 5 05 | 3 25 | 3 56 |
| P205 | 0.09 | 0.09 | 0.02 | 0.02 | 0 10 | 0.09 | 0 16 |
| H20 | 2.19 | 4.50 | 0.97 | 1.30 | 3.47 | 1.98 | 3.53 |
| | | | | | | | |
| Total | 99.83 | 99.33 | 99.32 | 99.72 | 99.56 | 99.34 | 99.80 |
| | | | | | | ===== | |

Eléments majeurs [Wt.-%]

Appendice Ib.-Analyses XRF. Roches totales (CAM, Uni-Lausanne).

| Ech. no. | M4 | M5 | F1 | F2 |
|----------|-------|-------|-------|-------|
| SiO2 | 43.06 | 60.54 | 61.88 | 67.70 |
| TiO2 | 1.26 | 0.92 | 0.88 | 0.68 |
| A1203 | 29.24 | 18.35 | 17.01 | 14.85 |
| Fe203 | 2.50 | 2.00 | 1.38 | 4.31 |
| FeO | 7.70 | 4.37 | 4.32 | 1.06 |
| MnO | 0.57 | 0.12 | 0.07 | 0.09 |
| MgO | 2.06 | 2.18 | 3.36 | 1.81 |
| CaO | 0.86 | 1.40 | 0.85 | 1.07 |
| Na2O | 0.50 | 3.75 | 3.49 | 3.24 |
| K20 | 6.14 | 1.79 | 2.16 | 2.02 |
| P205 | 0.19 | 0.16 | 0.15 | 0.14 |
| H20 | 5.16 | 3.59 | 3.72 | 2.67 |
| | | | | |
| Total | 99.24 | 99.17 | 99.27 | 99.64 |
| | | | | |

APPENDICE Ib (suite)

Appendice Ib (suite).-Analyses XRF. Roches totales (CAM, Uni-Lausanne).

| N° (1) | Roche | Lieu | Coord. ⁽²⁾ |
|--------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| ι | unité de Drône | | |
| AD1 | séricito-schiste | Col du Gd St Bernard | 57525/81300 |
| AD2 | séricito-schiste | Col du Gd St Bernard | 57525/81300 |
| AD3 | séricito-schiste | Col du Gd St Bernard | 57525/81300 |
| AD4 | prasinite | S Pte de Drône | 57000/82350 |
| AD8 | roche rubanée | Col du Gd St Bernard | 57420/81260 |
| AD9 | gneiss leucocrate | Col du Gd St Bernard | 57475/81250 |
| AD10 | prasinite | Col du Gd St Bernard | 57475/81125 |
| AD11 | roche rubanée | Bosses | 58675/76375 |
| 2 | cone du Ruitor | | |
| AR17 | prasinite | E Mt Flassin | 57200/72440 |
| AR18 | gneiss leucocrate grossier | Combe Meana | 56100/71030 |
| AR22 | gneiss à ab ppb | Court de Bard | 53125/67100 |
| AR30 | ovardite fine | W Vedun | 53475/65250 |
| AR34 | ovardite | Vens | 55410/65310 |
| 7 | cone de Leverogne | • | |
| AA1 | prasinite | Runaz | 54500/63450 |
| AA3 | gneiss chloriteux | St Nicolas | 57900/63775 |
| AA5 | gneiss chloriteux | St Nicolas | 57870/63675 |
| AA6 | micaschiste à grenat | NE Arvier | 57850/63550 |
| AA7 | gneiss chloriteux | Mecosse | 58430/63310 |
| AA13 | chlorito-micaschiste à grenats | Leverogne | 56390/63100 |
| AA14 | micaschiste | Becca di Toss | |
| 2 | cone de Mille | | (0050/00075 |
| AMil | séricito-schiste | W Chaz Nuova | 60950/80975 |
| AMI2 | sericito-schiste | W Chaz Nuova | 60950/80975 |
| AMIS | sericito-schiste | NE Tête Bouge | 60550/82000 |
| AMI4 | sericito-schiste | NE Tele Rouge | 60550/82000 |
| AMIS | séricito achiete | N Col sud de Menouve | 60823/82330 |
| AMIO | séricito schiste chloriteux | E Col pord de Menouve | 61050/82450 |
| ANII/ | séricito schiste chloriteux | E Col nord de Menouve | 61050/82450 |
| AMig | séricito-schiste | E Col nord de Menouve | 61100/82450 |
| 710112 | zone de Siviez | | 01100/02450 |
| | aneiss micacé à grenat | Menouve W | 61400/81800 |
| 101 | gneiss micacé à grenat | W Gde Molline | 61420/81750 |
| AS3 | SOPA | Menouve N | 61475/81725 |
| ASS | pseudo-SOPA | Combe Flassin | 57850/71400 |
| AS6 | gneiss micacé à grenats | Mt Paglietta | 61430/78750 |
| AS7 | gneiss à grenat | Combe Meana | 56570/70540 |
| 7 | cone de La Ly | | |
| AL1 | séricito-schiste | E Col nord de Menouve | 61150/82450 |
| AL2 | séricito-schiste | E Col nord de Menouve | 61150/82450 |
| AL3 | séricito-schiste | E Col nord de Menouve | 61175/82500 |
| AL4 | séricito-schiste | E Col nord de Menouve | 61175/82500 |
| AL5 | séricito-schiste chloriteux | Pt 2902 S | 61200/82525 |
| AL6 | séricito-schiste chloriteux | Pt 2902 S | 61200/82525 |
| AL7 | séricito-schiste chloriteux | S Pte des Rayons de la Madeleine | 61275/82650 |
| AL8 | séricito-schiste chloriteux | S Pte des Rayons de la Madeleine | 61275/82650 |
| AL9 | séricito-schiste | W Pte des Rayons de la Madeleine | 61400/82750 |
| AL10 | séricito-schiste | W Pte des Rayons de la Madeleine | 61400/82750 |
| ALII | sericito-schiste chloriteux | W Pte des Rayons de la Madeleine | 61475/82800 |
| AL12 | sericito-schiste chloriteux | W Pte des Rayons de la Madeleine | 61475/82800 |
| AL13 | sericito-schiste | S Pte des Rayons de la Madeleine | 61850/82325 |
| AL14 | sericito-schiste | S Pte des Rayons de la Madeleine | 61850/82325 |
| AL15 | sericito-schiste | S Pie des Rayons de la Madeleine | 61850/82325 |
| AL16 | sericito-schiste | S Pie des Rayons de la Madeleine | 61850/82325 |

(1): première lettre, A = Val d'Aoste; seconde lettre = abréviation de l'unité géologique.

(2): coordonnées italiennes LR utilisées sur les cartes au 1/10'000 et 1/25'000.

Appendice IIa.-Liste des échantillons du Val d'Aoste (micas blancs et chlorites).

| N° (1) | Roche | Lieu | Coord. ⁽²⁾ |
|--------|-------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| 2 | one de Gran Testa | | |
| AT1 | micaschiste quartzeux | Pte de Barasson | 60370/80450 |
| AT2 | schiste quartzo-micacé | S Pte de Barasson | 60810/79875 |
| AT3 | ovardite quartzeuse | Mt Paglietta | 61620/78660 |
| ATG | roche quartzo micacáe | W Col d'Arey | 50650/72720 |
| ATO | Toche qualizo-fineacee | W Col d'Arsy | 50840/72720 |
| AIN | gneiss aiblique | w Cold Arsy | 59840/72750 |
| ATIO | schiste noir | Flassin ms | 59400/72075 |
| ATTI | gneiss albitique | Flassin sup | 58800/71950 |
| AT12 | ovardite quartzeuse | Flassin sup | 58400/71850 |
| AT13 | schiste noir | Flassin sup | 58275/71640 |
| AT14 | roche quartzo-micacée | Col Flassin | 57200/72010 |
| AT15 | gneiss albitique | Flassin S | 57975/71500 |
| AT16 | micaschiste | W Mt Vertosan | 57550/71325 |
| AT17 | gneiss albitique micacé | Meana | 56690/71110 |
| AT18 | schiste noir | Meana | 57435/70920 |
| AT10 | lantilla albito chlorito carbonatáa | Moona | 57435/70020 |
| AT19 | ichune ablio-chomo-carbonalee | Flowersen | 56090/70520 |
| ATZO | gneiss albluque | E Jovençan | 56080/70520 |
| AT21 | gneiss albitique | Vertosan | 55390/69555 |
| | inité du Métailler | • | |
| AM3 | gneiss chlorito-albitique | S Pte des Rayons de la Madeleine | 61650/82800 |
| AM4 | gneiss chlorito-albitique | S Pte des Rayons de la Madeleine | 61800/82400 |
| AM5 | gneiss chlorito-albitique | S Pte des Rayons de la Madeleine | 61925/82175 |
| AM6 | gneiss chlorito-albitique | face à Menouve | 63125/79600 |
| AM7 | gneiss chlorito-albitique | face à Menouve | 63125/79600 |
| 1 110 | micaschiste à chloritoïde + granat | face à Menouve | 63250/70600 |
| | micaschiste à chloritoïde + grenat | face à Monouve | 63250/79600 |
| ANIS | micaschiste a chiomode + grenat | | 63250/79000 |
| AMIO | micaschiste a chloritoide + grenat | face a Menouve | 63250/79600 |
| AMII | gneiss chlorito-albitique | Chaz di Pointier | 63725/79000 |
| AM12 | gneiss chlorito-albitique | Chaz di Pointier | 63725/79000 |
| AM13 | gneiss chlorito-albitique | Chaz di Pointier | 63950/78750 |
| AM14 | gneiss chlorito-albitique | SW Col de Champillon | 64400/78225 |
| AM15 | gneiss chlorito-albitique | SW Col de Champillon | 64400/78225 |
| AM16 | gneiss chlorito-albitique | SW Col de Champillon | 64400/78225 |
| AM17 | gneiss chlorito-albitique | SW Col de Champillon | 64450/78250 |
| AM27 | prasinite micacée | route Etroubles-Allain | 63600/75300 |
| AM30 | gneiss albitique | Chaz d'Arey | 61060/72400 |
| AM21 | gneiss albitique | Camba Elossin | 50380/72000 |
| AMST | gneiss albluque | Combe Flassin | 59560/72000 |
| AM32 | prasinite | Combe Flassin | 58840/71320 |
| AM33 | gneiss albitique | Combe Flassin | 58760/71320 |
| AM35 | prasinite | Combe Meana | 57550/71050 |
| AM36 | gneiss albitique | W Lago Morto | 58990/70280 |
| AM37 | ovardite micacée à épidote | S Lago Clapin | 59180/69720 |
| AM38 | gneiss albitique massif | entre combes Leisse et Meana | 56580/70150 |
| AM39 | gneiss albitique | Vertosan | 55140/69150 |
| AM42 | micaschiste quartzeux à chloritoïde | F Morgnoz | 62020/68840 |
| AM42 | mité du Mt Fallère | E Morgiloz | 02020/00040 |
| AF1 | séricito-schiste | Chaz di Pointier | 63975/78700 |
| AE2 | séricito schiste | Chaz di Pointier | 63075/78700 |
| AF2 | schello-schiste | Chaz di Pointier | 64025/20400 |
| AFS | sericito-scriiste | Chaz di Pointier | 04025/78000 |
| AF4 | sericito-schiste | Chaz di Pointier | 64025/78600 |
| AF5 | séricito-schiste | Chaz di Pointier | 64100/78450 |
| AF6 | séricito-schiste | Chaz di Pointier | 64150/78375 |
| AF7 | séricito-schiste | Chaz di Pointier | 64350/78350 |
| AF9 | gneiss atypique | SW Mt Vertosan | 57870/70650 |
| AF10 | gneiss gris-bleu | NW du Crotte | 58160/70240 |
| AFII | gneiss à biotite | W du Crotte | 58050/69900 |
| AE12 | maiss albitique verdêtre | Carlogna | 56030/65000 |
| AFIS | anoise grie blev | Volcovorancho, turnal da Malara | 50050/05000 |
| AF14 | gneiss gris-bieu | Valsavarenche - tunnel de Molere | |
| AFIS | gneiss albitique | vai de Kneme - Becca di Tei | l |
| | nappe de la Dent Blanche | | |
| DB1 | gneiss rubané | Alpe Chaligne | 63650/70100 |

Appendice IIa (suite).-Liste des échantillons du Val d'Aoste (micas blancs et chlorites).

| unité de DrôneAD1SPC 0.18 9.949 9.030 0.085 AD2SPC 0.23 9.949 9.024 0.073 AD3SPC 0.25 9.983 9.015 0.061 AD8SPC 0.15 9.972 9.030 0.085 AD9QF 0.16 9.938 9.036 0.097 AD11SPC 0.21 9.949 9.030 0.085 Zone du Ruitor $aR17$ B 0.22 9.972 9.036 0.097 AR18QF 0.20 9.938 9.030 0.085 Zone de Leverogne $aA3$ SPC 0.25 9.938 9.030 0.085 AA3SPC 0.22 9.949 9.030 0.085 AA6SPC 0.19 9.961 9.024 0.073 AA7SPC 0.22 9.949 9.030 0.085 AA6SPC 0.19 9.961 9.024 0.073 AA7SPC 0.23 9.949 9.030 0.085 AA6SPC 0.19 9.961 9.024 0.073 AA7SPC 0.23 9.949 9.042 0.109 Zone de Mille $aAi1$ BAC 0.20 9.961 9.006 AA6SPC 0.20 9.961 9.006 0.036 AMi1SPC 0.20 9.961 9.006 0.036 AMi13SPC 0.20 9.961 9.006 0.036 <td< th=""></td<> |
|--|
| unité de DrôneAD1SPC 0.18 9.949 9.030 0.085 AD2SPC 0.23 9.949 9.024 0.073 AD3SPC 0.25 9.983 9.015 0.061 AD8SPC 0.15 9.972 9.030 0.085 AD9QF 0.16 9.938 9.036 0.097 AD11SPC 0.21 9.949 9.030 0.085 zone duRuitor 4101 8102 9.972 9.036 0.097 AR17B 0.22 9.972 9.036 0.097 AR18QF 0.20 9.938 9.030 0.085 Zone deLeverogne 4102 9.030 0.085 AA22SPC 0.17 9.949 9.030 0.085 AA3SPC 0.22 9.972 9.036 0.097 AA5SPC 0.17 9.949 9.030 0.085 AA6SPC 0.17 9.949 9.030 0.085 AA6SPC 0.22 9.949 9.042 0.109 AA5SPC 0.22 9.949 9.024 0.073 AA6SPC 0.19 9.961 9.024 0.073 AA7SPC 0.23 9.972 9.015 0.061 AA13SPC 0.23 9.961 9.006 0.036 AMi1SPC 0.23 9.961 9.012 0.048 AMi1SPC 0.23 |
| AD1 SPC 0.18 9.949 9.030 0.085 AD2 SPC 0.23 9.949 9.024 0.073 AD3 SPC 0.25 9.983 9.015 0.061 AD8 SPC 0.15 9.972 9.030 0.085 AD9 QF 0.16 9.938 9.036 0.097 AD11 SPC 0.21 9.949 9.030 0.085 Zone du Ruitor |
| AD2 SPC 0.23 9.949 9.024 0.073 AD3 SPC 0.25 9.983 9.015 0.061 AD8 SPC 0.15 9.972 9.030 0.085 AD9 QF 0.16 9.938 9.036 0.097 AD11 SPC 0.21 9.949 9.030 0.085 zone du Ruitor |
| AD3 SPC 0.25 9.983 9.015 0.061 AD8 SPC 0.15 9.972 9.030 0.085 AD9 QF 0.16 9.938 9.036 0.097 AD11 SPC 0.21 9.949 9.030 0.085 zone du Ruitor |
| AD8 SPC 0.15 9.972 9.030 0.085 AD9 QF 0.16 9.938 9.036 0.097 AD11 SPC 0.21 9.949 9.030 0.085 zone du Ruitor |
| AD9 AD11 QF SPC 0.16 0.21 9.938 9.949 9.036 9.030 0.097 0.085 zone du Ruitor 9.949 9.036 0.097 0.085 AR17 B 0.22 9.972 9.036 0.097 0.085 AR18 QF 0.20 9.938 9.030 0.085 AR22 SPC 0.17 9.949 9.030 0.085 zone de Leverogne 9.030 0.085 AA1 B 0.21 9.961 9.024 0.073 AA3 SPC 0.22 9.949 9.030 0.085 AA3 SPC 0.22 9.949 9.030 0.085 AA5 SPC 0.22 9.949 9.030 0.085 AA6 SPC 0.22 9.949 9.030 0.085 AA6 SPC 0.23 9.949 9.042 0.109 zone de Mille Mil SPC 0.20 9.961 9.006 <th< td=""></th<> |
| AD11 SPC 0.21 9.949 9.030 0.085 zone du Ruitor AR17 B 0.22 9.972 9.036 0.097 AR18 QF 0.20 9.938 9.030 0.085 AR22 SPC 0.17 9.949 9.030 0.085 zone de Leverogne |
| zone du RuitorAR17B 0.22 9.972 9.036 0.097 AR18QF 0.20 9.938 9.030 0.085 AR22SPC 0.17 9.949 9.030 0.085 zone de LeverogneAA1B 0.21 9.961 9.024 0.073 AA3SPC 0.25 9.938 9.042 0.109 AA5SPC 0.22 9.949 9.030 0.085 AA6SPC 0.19 9.961 9.024 0.073 AA7SPC 0.23 9.949 9.030 0.085 AA6SPC 0.19 9.961 9.024 0.073 AA7SPC 0.23 9.949 9.042 0.109 zone de Mille </td |
| $\begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $ |
| AR18 AR22 QF SPC 0.20 0.17 9.938 9.949 9.030 9.030 0.085 zone de Leverogne AA1 B 0.21 9.961 9.024 0.073 AA3 SPC 0.25 9.938 9.042 0.109 AA5 SPC 0.22 9.949 9.030 0.085 AA6 SPC 0.22 9.949 9.030 0.085 AA6 SPC 0.22 9.949 9.030 0.085 AA6 SPC 0.22 9.949 9.024 0.073 * AA7 SPC 0.23 9.949 9.042 0.109 * zone de Mille * 0.23 9.949 9.042 0.109 * AMi1 SPC 0.20 9.961 9.006 0.036 AMi2 SPC 0.17 9.983 9.012 0.048 AMi3 SPC 0.20 9.961 9.012 0.048 AMi4 S |
| AR22 SPC 0.17 9.949 9.030 0.085 zone de Leverogne AA1 B 0.21 9.961 9.024 0.073 AA3 SPC 0.25 9.938 9.042 0.109 AA5 SPC 0.22 9.949 9.030 0.085 AA6 SPC 0.19 9.961 9.024 0.073 * AA6 SPC 0.19 9.961 9.024 0.073 * AA7 SPC 0.23 9.949 9.042 0.109 * Zone de Mille * * 0.036 * * AMi1 SPC 0.20 9.961 9.006 0.036 * AMi2 SPC 0.17 9.983 9.012 0.048 AMi3 SPC 0.20 9.961 9.012 0.048 AMi4 SPC 0.23 9.972 9.012 0.048 A |
| zone de Leverogne AA1 B 0.21 9.961 9.024 0.073 AA3 SPC 0.25 9.938 9.042 0.109 AA5 SPC 0.22 9.949 9.030 0.085 AA6 SPC 0.19 9.961 9.024 0.073 * AA7 SPC 0.22 9.949 9.030 0.085 * AA6 SPC 0.19 9.961 9.024 0.073 * AA7 SPC 0.24 9.972 9.015 0.061 * AA13 SPC 0.23 9.949 9.042 0.109 * zone de Mille * * * * AMi1 SPC 0.20 9.961 9.006 0.036 AMi2 SPC 0.17 9.983 9.012 0.048 AMi3 SPC 0.20 9.961 9.012 0.048 AMi4 </td |
| AA1 B 0.21 9.961 9.024 0.073 AA3 SPC 0.25 9.938 9.042 0.109 AA5 SPC 0.22 9.949 9.030 0.085 AA6 SPC 0.19 9.961 9.024 0.073 * AA6 SPC 0.19 9.961 9.024 0.073 * AA7 SPC 0.22 9.949 9.015 0.061 * AA7 SPC 0.23 9.949 9.042 0.109 * zone de Mille * * * * AMi1 SPC 0.20 9.961 9.006 0.036 AMi2 SPC 0.17 9.983 9.012 0.048 AMi3 SPC 0.20 9.961 9.012 0.048 AMi4 SPC 0.23 9.972 9.012 0.048 AMi5 SPC 0.21 9.983 9.006 0. |
| AA3 SPC 0.25 9.938 9.042 0.109 AA5 SPC 0.22 9.949 9.030 0.085 AA6 SPC 0.19 9.961 9.024 0.073 * AA7 SPC 0.23 9.949 9.042 0.109 * AA13 SPC 0.23 9.949 9.042 0.109 * Zone de Mille * * * * * AMi1 SPC 0.20 9.961 9.006 0.036 * AMi2 SPC 0.17 9.983 9.012 0.048 AMi3 SPC 0.20 9.961 9.012 0.048 AMi3 SPC 0.20 9.961 9.012 0.048 AMi3 SPC 0.23 9.972 9.012 0.048 AMi4 SPC 0.23 9.972 9.012 0.048 AMi5 SPC 0.21 9.983 9 |
| AA5 SPC 0.22 9.949 9.030 0.085 AA6 SPC 0.19 9.961 9.024 0.073 * AA7 SPC 0.24 9.972 9.015 0.061 * AA13 SPC 0.23 9.949 9.042 0.109 * zone de Mille * * * * AMi1 SPC 0.20 9.961 9.006 0.036 * AMi2 SPC 0.17 9.983 9.012 0.048 * AMi3 SPC 0.20 9.961 9.012 0.048 * AMi3 SPC 0.21 9.983 9.012 0.048 * AMi4 SPC 0.23 9.972 9.012 0.048 * AMi5 SPC 0.21 9.983 9.006 0.036 * AMi6 SPC 0.19 9.961 9.006 0.036 * |
| AA6 SPC 0.19 9.961 9.024 0.073 * AA7 SPC 0.24 9.972 9.015 0.061 * AA13 SPC 0.23 9.949 9.042 0.109 * zone de Mille * * * * * AMi1 SPC 0.20 9.961 9.006 0.036 * AMi2 SPC 0.17 9.983 9.012 0.048 AMi3 SPC 0.20 9.961 9.012 0.048 AMi3 SPC 0.23 9.972 9.012 0.048 AMi3 SPC 0.23 9.972 9.012 0.048 AMi4 SPC 0.23 9.972 9.012 0.048 AMi5 SPC 0.21 9.983 9.006 0.036 AMi6 SPC 0.19 9.961 9.006 0.036 AMi7 SPC 0.23 9.961 <td< td=""></td<> |
| AA7 SPC 0.24 9.972 9.015 0.061 AA13 SPC 0.23 9.949 9.042 0.109 zone de Mille 9.042 0.036 0.036 AMi1 SPC 0.20 9.961 9.006 0.036 AMi2 SPC 0.17 9.983 9.012 0.048 AMi3 SPC 0.20 9.961 9.012 0.048 AMi3 SPC 0.23 9.972 9.012 0.048 AMi4 SPC 0.23 9.972 9.012 0.048 AMi5 SPC 0.21 9.983 9.006 0.036 AMi6 SPC 0.19 9.961 9.006 0.036 AMi7 SPC 0.23 9.961 9.030 0.085 |
| AA13 SPC 0.23 9.949 9.042 0.109 zone de Mille AMi1 SPC 0.20 9.961 9.006 0.036 AMi2 SPC 0.17 9.983 9.012 0.048 AMi3 SPC 0.20 9.961 9.012 0.048 AMi3 SPC 0.23 9.972 9.012 0.048 AMi4 SPC 0.23 9.972 9.012 0.048 AMi5 SPC 0.21 9.983 9.006 0.036 AMi6 SPC 0.21 9.983 9.006 0.036 AMi6 SPC 0.19 9.961 9.006 0.036 AMi7 SPC 0.23 9.961 9.030 0.085 |
| zone de Mille AMi1 SPC 0.20 9.961 9.006 0.036 AMi2 SPC 0.17 9.983 9.012 0.048 AMi3 SPC 0.20 9.961 9.012 0.048 AMi3 SPC 0.23 9.972 9.012 0.048 AMi4 SPC 0.23 9.972 9.012 0.048 AMi5 SPC 0.21 9.983 9.006 0.036 AMi6 SPC 0.19 9.961 9.006 0.036 AMi7 SPC 0.23 9.961 9.030 0.085 |
| AMi1 SPC 0.20 9.961 9.006 0.036 AMi2 SPC 0.17 9.983 9.012 0.048 AMi3 SPC 0.20 9.961 9.012 0.048 AMi3 SPC 0.23 9.972 9.012 0.048 AMi4 SPC 0.23 9.972 9.012 0.048 AMi5 SPC 0.21 9.983 9.006 0.036 AMi6 SPC 0.19 9.961 9.006 0.036 AMi7 SPC 0.23 9.961 9.030 0.085 |
| AMi2 SPC 0.17 9.983 9.012 0.048 AMi3 SPC 0.20 9.961 9.012 0.048 AMi4 SPC 0.23 9.972 9.012 0.048 AMi5 SPC 0.21 9.983 9.006 0.036 AMi6 SPC 0.21 9.983 9.006 0.036 AMi6 SPC 0.19 9.961 9.006 0.036 AMi7 SPC 0.23 9.961 9.030 0.085 |
| AMi3 SPC 0.20 9.961 9.012 0.048 AMi4 SPC 0.23 9.972 9.012 0.048 AMi5 SPC 0.21 9.983 9.006 0.036 AMi6 SPC 0.19 9.961 9.006 0.036 AMi7 SPC 0.23 9.961 9.006 0.036 |
| AMi4 SPC 0.23 9.972 9.012 0.048 AMi5 SPC 0.21 9.983 9.006 0.036 AMi6 SPC 0.19 9.961 9.006 0.036 AMi7 SPC 0.23 9.961 9.030 0.085 |
| AMi5 SPC 0.21 9.983 9.006 0.036 AMi6 SPC 0.19 9.961 9.006 0.036 AMi7 SPC 0.23 9.961 9.030 0.085 |
| AMi6 SPC 0.19 9.961 9.006 0.036 AMi7 SPC 0.23 9.961 9.030 0.085 |
| AMi7 SPC 0.23 9.961 9.030 0.085 |
| VALUE AND A REAL AND A |
| AMi8 SPC 0.21 9.983 9.024 0.073 |
| AMi9 SPC 0.21 9.972 9.024 0.073 |
| zone de Siviez |
| AS1 SPC 0.19 9.961 9.030 0.085 |
| AS2 SPC 0.15 9.949 9.036 0.097 |
| AS3 SPC 0.19 9.949 9.030 0.085 |
| AS5 SPC 0.17 9.961 9.042 0.109 |
| AS6 SPC 0.19 9.949 9.036 0.097 |
| AS7 SPC 0.22 9.964 9.036 0.097 |
| zone de La Ly |
| AL1 SPC 0.19 9.972 9.036 0.097 |
| AL2 SPC 0.19 9.949 9.042 0.109 |
| AL3 SPC 0.19 9.949 9.048 0.122 |
| AL4 SPC 0.21 9.961 9.042 0.109 |
| AL5 SPC 0.18 9.972 9.036 0.097 |
| AL6 SPC 0.21 9.949 9.036 0.097 |
| AL7 SPC 0.16 9.949 9.048 0.122 |
| AL8 SPC 0.16 9.949 9.042 0.109 |
| AL9 SPC 0.20 9.961 9.030 0.085 |
| AL10 SPC 0.23 9.973 9.030 0.085 |
| AL11 SPC 0.19 9.968 9.036 0.097 * |
| AL12 SPC 0.21 9.972 9.036 0.097 * |
| AU13 SPC 0.18 9.972 9.036 0.097 * |
| AL14 SPC 0.20 9.972 9.036 0.097 * |
| AL15 SPC 0.20 9.49 9.036 0.097 * |
| AL16 SPC 0.23 9.949 9.036 0.097 |

| NIQ dah | | TALADOI | ط ما (لمُ) | h (Å) | DM | Da |
|----------|-----------|-----------------------|-------------|----------|-------|------|
| Nº ech. | sequence | IA[Δ20 ⁻] | a001 st [A] | 00 [A] | RM | Pa |
| aona d | Cron T | ooto | | | | |
| Lone u | SDC | 0.10 | 0.092 | 0.006 | 0.026 | - |
| ATT | SPC | 0.19 | 9.983 | 9.000 | 0.030 | |
| ATC | SPC | 0.15 | 9.942 | 9.000 | 0.140 | |
| ATO | SPC | 0.10 | 9.901 | 9.012 | 0.040 | |
| ATIO | SPC | 0.19 | 9.901 | 9.030 | 0.083 | |
| ATII | SPC | 0.18 | 9.965 | 9.024 | 0.073 | |
| AT12 | SPC | 0.18 | 9.901 | 9.015 | 0.001 | |
| AT12 | OF | 0.14 | 0.049 | 9.040 | 0.122 | |
| ATIA | SPC | 0.19 | 0 072 | 0 010 | 0.068 | * |
| AT15 | SPC | 0.17 | 0.055 | 9.019 | 0.000 | |
| AT16 | SPC | 0.21 | 0 963 | 0.036 | 0.107 | |
| AT17 | SPC | 0.21 | 9.961 | 9.030 | 0.085 | |
| AT18 | SPC | 0.15 | 0.061 | 0.042 | 0.005 | 6 |
| AT20 | SPC | 0.15 | 9.901 | 0 024 | 0.073 | ŝ. |
| unité d | Ju Mátail | 0.21 | 7.701 | 9.024 | 0.075 | |
| LANG L | SDC | 0.20 | 0.0(1 | 0.042 | 0 100 | * |
| AMS | SPC | 0.20 | 9.901 | 9.042 | 0.109 | |
| AM4 | SPC | 0.19 | 9.949 | 9.042 | 0.109 | |
| AMS | SPC | 0.15 | 9.921 | 9.060 | 0.140 | * |
| AMO | SPC | 0.22 | 9.930 | 9.042 | 0.109 | * |
| AM9 | SPC | 0.19 | 9.938 | 9.048 | 0.122 | |
| AMO | SPC | 0.21 | 9.938 | 9.042 | 0.109 | * |
| AMIO | SPC | 0.20 | 0.040 | 0.036 | 0.109 | 0.60 |
| AMII | SPC | 0.21 | 0.061 | 9.030 | 0.097 | * |
| AM12 | SPC | 0.21 | 9.901 | 0.042 | 0.109 | * |
| AM12 | SPC | 0.20 | 9.949 | 9.040 | 0.122 | * |
| AMIA | SPC | 0.21 | 0.038 | 9.042 | 0.109 | |
| AM15 | SPC | 0.19 | 9.930 | 9.042 | 0.109 | * |
| AM16 | SPC | 0.22 | 0.061 | 9.042 | 0.109 | * |
| AM17 | SPC | 0.19 | 9.901 | 9.042 | 0.109 | * |
| AM27 | SPC | 0.20 | 0.061 | 0.036 | 0.097 | * |
| AM20 | SPC | 0.20 | 0.072 | 0.036 | 0.097 | 1000 |
| AM31 | SPC | 0.19 | 9.972 | 9.030 | 0.097 | * |
| AM22 | | 0.19 | 0.050 | 0.036 | 0.097 | |
| AM30 | SPC | 0.23 | 9.950 | 0.042 | 0.097 | * |
| AMA2 | SPC | 0.23 | 9.901 | 9.042 | 0.109 | 0.50 |
| unitá d | n Mt Fol | 0.17 | 3.343 | 9.040 | 0.122 | |
| AE1 | u Mit Fai | 0.20 | 0.0(1 | 0.026 | 0.007 | |
| AFI | SPC | 0.20 | 9.901 | 0.040 | 0.097 | * |
| AFZ | SPC | 0.20 | 9.961 | 9.042 | 0.109 | |
| AFS | SPC | 0.22 | 9.972 | 9.030 | 0.097 | |
| AF4 | SPC | 0.25 | 9.972 | 9.030 | 0.097 | |
| AFS | SPC | 0.19 | 9.949 | 9.030 | 0.09/ | |
| AFO | SPC | 0.17 | 9.901 | 9.030 | 0.085 | |
| AF/ | SPC | 0.19 | 9.961 | 9.042 | 0.109 | |
| AF9 | SPC | 0.17 | 9.961 | 9.036 | 0.097 | |
| AF10 | SPC | 0.20 | 9.972 | 9.036 | 0.097 | |
| AF11 | SPC | 0.22 | 9.961 | 9.036 | 0.097 | |
| AF13 | QF | 0.15 | 9.938 | 9.060 | 0.146 | |
| Séquence | es: SPC | = semi-pél | itique avec | chlorite | | |

QF = quartzo-feldspathique B = "basique"

Pa = présence de paragonite

Appendice IIb.-Résultats XRD, Val d'Aoste.

| N° éch. | Al ^{IV} | Si ^{IV} | Al ^{VI} | Fe ²⁺ | Fe ³⁺ | Mg ²⁺ | Fe _{tot} /R | Fe^{2+}/R^{2+} | RI ⁰⁶⁰ /208 | type |
|---------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------|------------------|------------------------|------|
| AD4 | 1.08 | 2.92 | 1.17 | 1.82 | 0.58 | 2.0 | 0.55 | 0.48 | 1.1 | Ш |
| AD8 | 1.17 | 2.83 | 1.18 | 1.59 | 0.54 | 2.41 | 0.47 | 0.40 | 1.02 | Ш |
| AD9 | 1.49 | 2.51 | 0.97 | 2.46 | 0.73 | 1.73 | 0.65 | 0.59 | 0.44 | v |
| AD10 | 1.29 | 2.71 | 1.07 | 2.53 | 0.74 | 1.4 | 0.70 | 0.64 | 0.75 | v |
| AD11 | 1.27 | 2.73 | 1.09 | 1.86 | 0.6 | 2.24 | 0.52 | 0.45 | 1.05 | ш |
| AR17 | 1.25 | 2.75 | 1.04 | 1.23 | 0.46 | 3.15 | 0.35 | 0.28 | | п |
| AR18 | 1.2 | 2.8 | 1.33 | 3.19 | 0.89 | 0.0 | 1.00 | 1.00 | 0.59 | IX |
| AR22 | 1.32 | 2.68 | 1.1 | 2.32 | 0.7 | 1.64 | 0.65 | 0.59 | 0.71 | VI |
| AR30 | 1.23 | 2.77 | 1.18 | 1.72 | 0.57 | 2.27 | 0.50 | 0.43 | 1.07 | ш |
| AR34 | 1.27 | 2.73 | 1.09 | 2.19 | 0.68 | 1.79 | 0.62 | 0.55 | 1.7 | VI |
| AA1 | 1.14 | 2.86 | 1.26 | 1.07 | 0.43 | 2.85 | 0.34 | 0.27 | 1.23 | 1 |
| AA3 | 1.33 | 2.67 | 1.07 | 1.26 | 0.47 | 3.1 | 0.36 | 0.29 | 0.55 | Ш |
| AA5 | 1.33 | 2.67 | 1.03 | 1.82 | 0.59 | 2.42 | 0.50 | 0.43 | 0.47 | ш |
| AA6 | 1.48 | 2.52 | 0.99 | 2.45 | 0.73 | 1.72 | 0.65 | 0.59 | 0.69 | |
| AA/ | 1.32 | 2.68 | 1.1 | 2.18 | 0.67 | 1.83 | 0.61 | 0.54 | 0.69 | |
| AA14 | 1.44 | 2.56 | 1.03 | 2.26 | 0.68 | 1.89 | 0.61 | 0.54 | 0.46 | V V |
| ATT | 1.47 | 2.53 | 1.04 | 2.54 | 0.75 | 1.51 | 0.69 | 0.63 | 0.74 | |
| ATZ | 1.24 | 2.76 | 1.15 | 1.88 | 0.6 | 2.12 | 0.54 | 0.47 | 0.48 | ш |
| AIS | 1.3 | 2.1 | 1.08 | 1.8 | 0.58 | 2.30 | 0.50 | 0.43 | 0.34 | |
| ATO | 1.35 | 2.05 | 1.24 | 2.42 | 0.71 | 1.55 | 0.70 | 0.65 | 0.5 | |
| ATIO | 1.34 | 2.00 | 1.15 | 2.27 | 0.69 | 1.07 | 0.04 | 0.38 | 0.55 | |
| ATI | 1.43 | 2.55 | 1.09 | 2.52 | 0.5 | 5.15 | 0.50 | 0.51 | 0.03 | |
| AT12 | 1.44 | 2.50 | 1.08 | 2.55 | 0.74 | 2.07 | 0.09 | 0.05 | 0.47 | |
| AT12 | 1.52 | 2.00 | 1.0 | 2.15 | 0.00 | 1.77 | 0.57 | 0.51 | 0.57 | |
| AT14 | 1.4 | 2.0 | 1.0 | 2.57 | 0.76 | 0.62 | 0.85 | 0.57 | 0.03 | |
| AT15 | 1.2 | 2.73 | 1.03 | 1.07 | 0.43 | 3 38 | 0.31 | 0.31 | 0.52 | |
| AT16 | 1.27 | 2.75 | 1.09 | 3.27 | 0.45 | 0.5 | 0.91 | 0.24 | 0.88 | |
| AT17 | 1 32 | 2.68 | 1 13 | 21 | 0.65 | 1.89 | 0.59 | 0.53 | 0.61 | IV |
| AT18 | 1 29 | 2 71 | 1 14 | 2 23 | 0.68 | 1.69 | 0.63 | 0.57 | 0.61 | īv |
| AT19 | 1.29 | 2.71 | 1.1 | 1.55 | 0.53 | 2.65 | 0.44 | 0.37 | 0.31 | 1 m |
| AT20 | 1.28 | 2.72 | 1.2 | 2.01 | 0.62 | 1.9 | 0.58 | 0.51 | 0.52 | īv |
| AT21 | 1.32 | 2.68 | 1.04 | 1.58 | 0.54 | 2.71 | 0.44 | 0.37 | 0.45 | m |
| AS1 | 1.26 | 2.74 | 1.18 | 2.37 | 0.71 | 1.43 | 0.68 | 0.62 | 0.53 | v |
| AS2 | 1.05 | 2.95 | 1.37 | 2.16 | 0.67 | 0.99 | 0.74 | 0.69 | 0.79 | IV |
| AS3 | 1.43 | 2.57 | 1.07 | 2.53 | 0.74 | 1.47 | 0.69 | 0.63 | 0.57 | VI |
| AS5 | 1.33 | 2.67 | 1.11 | 2.46 | 0.73 | 1.46 | 0.69 | 0.63 | 0.55 | VI |
| AM30 | 1.28 | 2.72 | 1.2 | 2.31 | 0.69 | 1.49 | 0.67 | 0.61 | 0.6 | v |
| AM31 | 1.28 | 2.72 | 1.23 | 2.07 | 0.64 | 1.76 | 0.61 | 0.54 | 0.67 | IV |
| AM32 | 1.21 | 2.79 | 1.1 | 1.22 | 0.45 | 3.06 | 0.35 | 0.29 | 1.27 | П |
| AM33 | 1.4 | 2.6 | 1.12 | 2.64 | 0.77 | 1.23 | 0.73 | 0.68 | 0.52 | VI |
| AM35 | 1.17 | 2.83 | 1.04 | 1.07 | 0.43 | 3.31 | 0.31 | 0.24 | 1.34 | I |
| AM36 | 1.34 | 2.66 | 1.18 | 2.51 | 0.74 | 1.28 | 0.72 | 0.66 | 0.63 | VI |
| AM37 | 1.31 | 2.69 | 1.17 | 1.89 | 0.61 | 2.1 | 0.54 | 0.47 | 0.68 | Ш |
| AM38 | 1.29 | 2.71 | 1.23 | 3.0 | 0.85 | 0.53 | 0.88 | 0.85 | 0.58 | VIII |
| AM39 | 1.48 | 2.52 | 1.02 | 1.79 | 0.58 | 2.55 | 0.48 | 0.41 | 0.76 | Ш |
| AF9 | 1.53 | 2.47 | 0.91 | 2.34 | 0.7 | 2.01 | 0.60 | 0.54 | 0.55 | v |
| AF10 | 1.43 | 2.57 | 1.01 | 2.24 | 0.68 | 1.94 | 0.60 | 0.54 | 0.63 | v |
| AF11 | 1.32 | 2.68 | 1.13 | 2.42 | 0.72 | 1.47 | 0.68 | 0.62 | 1.04 | VI |
| AF13 | 1.41 | 2.59 | 1.03 | 1.83 | 0.59 | 2.44 | 0.50 | 0.43 | 0.75 | ш |
| AF14 | 1.49 | 2.51 | 0.93 | 1.97 | 0.62 | 2.44 | 0.51 | 0.45 | 0.47 | ш |
| AF15 | 1.23 | 2.77 | 1.17 | 2.24 | 0.68 | 1.6 | 0.65 | 0.58 | 0.5 | V |
| DB1 | 1.36 | 2.64 | 0.97 | 1.96 | 0.62 | 2.34 | 0.52 | 0.46 | 0.55 | Ш |

 $R = Fe_{tot} + Mg; R^{2+} = Fe^{2+} + Mg; RI^{060}/_{20\overline{8}} = rapport d'intensité des pics des plans d_{060}/d_{20\overline{8}}$ type = type optique

| | • | | | | |
|---|-------------|------|-------|-------|----|
| m | mum-maximun | mini | es et | venne | Mo |
| | mum-maximu | mm | eset | yenne | MO |

| groupes | I | II | Ш | IV | v | VI | VII | VIII | IX |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|
| Fe _{tot} /R | 0.32 | 0.36 | 0.50 | 0.60 | 0.64 | 0.67 | 0.84 | 0.88 | 1.00 |
| Fe^{2+}/R^{2+} | 0.25 | 0.29 | 0.43 | 0.53 | 0.58 | 0.61 | 0.80 | 0.85 | 1.00 |
| Fe _{tot} /R | .3034 | .3438 | .4354 | .5763 | .6070 | .6373 | .84 | .8789 | 1.00 |
| Fe^{2+}/R^{2+} | .2427 | .2831 | .3647 | .5056 | .5364 | .5768 | .80 | .8486 | 1.00 |

Appendice IIc.-Proportions atomiques des éléments des chlorites.

| | The second s | | the state because the state of the second stat | | | | | | and the second s | |
|---|---|---|--|---|---|---|--|--|--|--|
| | çoordonne | es | N°éch. | séquence | IA ' | d 001 s1[Å]' | bo [A]' | RM [*20]' | Pa' | 2M1-3T" |
| X | Y | Z | | | | | | | | (mixture) |
| 599430 | 107070 | 2860 | VC1 | GC | 0.20 | 9.949 | 9.036 | 0.0970 | | |
| 599830 | 106865 | 2/15 | VC2 | GC | 0.14 | 9.960 | 9.042 | 0.1090 | - | |
| 599830 | 106865 | 2/15 | VC3 | GC | 0.18 | 9.961 | 9.042 | 0.1090 | | |
| 587700 | 107820 | 2750 | VG1 VC2 | SPL | 0.12 | 9.937 | 9.033 | 0.0927 | ÷ | |
| 587800 | 105880 | 2670 | VGZ | OF | 0.12 | 9.949 | 9.033 | 0 1140 | | |
| 587820 | 105825 | 2690 | VG4 | SP | 0.12 | 9 9425 | 9 042 | 0 1091 | | |
| 588530 | 107150 | 2350 | VG5 | SPC | 0.12 | 9 911 | 9 044 | 0 1134 | | |
| 590820 | 106840 | 2170 | VG6 | SPC | 0.12 | 9.9425 | 9.040 | 0,1061 | | 0 |
| 591860 | 109700 | 2225 | VG7 | SPC | 0.12 | 9,941 | 9.028 | 0.0817 | * | |
| 591860 | 109500 | 2240 | VG8 | SP | 0.18 | 9,961 | 9.036 | 0.0970 | | |
| 591810 | 109350 | 2245 | VG10 | SP | 0.18 | 9.949 | 9.042 | 0.1090 | | |
| 591810 | 109350 | 2245 | VG11 | SP | 0.16 | 9.949 | 9.042 | 0.1090 | | |
| 591625 | 108830 | 2250 | VG12 | SP | 0.17 | 9.949 | 9.042 | 0.1090 | | |
| 591375 | 108770 | 2100 | VG13 | SP | 0.12 | 9.954 | 9.042 | 0.1091 | | |
| 591550 | 108600 | 2250 | VG14 | SPC | 0.14 | 9.927 | 9.036 | 0.0976 | | |
| 591590 | 108320 | 2255 | VG15 | SPC | 0.23 | 9.965 | 9.042 | 0.1090 | | |
| 591590 | 108320 | 2255 | VG16 | SPC | 0.21 | 9.949 | 9.036 | 0.0970 | | |
| 591580 | 108220 | 2260 | VG17 | QF | 0.18 | 9.969 | 9.042 | 0.1090 | | |
| 591950 | 108250 | 2380 | VG18 | SPC | 0.12 | 9.952 | 9.036 | 0.09/6 | | |
| 591550 | 108000 | 2340 | VG19 | UF OF | 0.18 | 9.961 | 9.054 | 0.1340 | | |
| 501676 | 108000 | 2340 | VG20 | QF OC | 0.19 | 9.901 | 9.036 | 0.09/0 | | |
| 5910/5 | 10/920 | 2420 | V621 | QF OC | 0.16 | 9.916 | 9.036 | 0.09/0 | | |
| 5910/5 | 107920 | 2420 | VG22 | Qr OF | 0.16 | 9.938 | 9.048 | 0.1220 | | |
| 591005 | 107960 | 2530 | VG24 | 0F | 0.10 | 9.901 | 9.048 | 0.1220 | | |
| 591930 | 107960 | 2530 | VG25 | 0F | 0.22 | 9 940 | 9 042 | 0 1090 | | |
| 592010 | 107930 | 2550 | VG26 | 0F | 0.19 | 9 961 | 9 048 | 0.1220 | | |
| 599205 | 105765 | 2720 | VG27 | OF | 0.15 | 9 936 | 9 054 | 0.1341 | | |
| 599205 | 105765 | 2720 | VG28 | OF | 0.23 | 9,961 | 9.036 | 0.0970 | | |
| 600205 | 106050 | 2440 | VG29 | ŠP | 0.20 | 9,949 | 9.048 | 0.1220 | | |
| 600325 | 106000 | 2410 | VG30 | SP | 0.23 | 9.961 | 9.036 | 0.0970 | 1 | 1 |
| 600430 | 105980 | 2360 | VG31 | SP | 0.16 | 9,949 | 9.048 | 0.1220 | | 1 |
| 600430 | 105980 | 2360 | VG32 | 0F | 0.17 | 9,961 | 9.042 | 0.1090 | | |
| 600470 | 106000 | 2350 | VG33 | ÔF | 0.17 | 9,949 | 9.036 | 0.0970 | | 1 |
| 602530 | 107380 | 1580 | VG34 | ÔF | 0.17 | 9.961 | 9.048 | 0.1220 | | |
| 602530 | 107380 | 1580 | VG35 | ÔF | 0.21 | 9,949 | 9.042 | 0.1090 | | |
| 602530 | 107380 | 1580 | VG36 | QF | 0.20 | 9.940 | 9.054 | 0.1340 | | |
| 587900 | 105820 | 2690 | VP1 | QF | 0.12 | 9.945 | 9.046 | 0.1183 | 1 | í |
| 587930 | 105775 | 2705 | VP2 | QF | 0.12 | 9.9505 | 9.045 | 0.1018 | * | |
| 591250 | 106670 | 2190 | VP3 | 0F | 0 12 | 9.925 | 9 038 | 0 1159 | | 1 |
| The second s | • | | | ו אי | 0.16 | | 2.000 | 0.1100 | | 1 |
| 592300 | 107470 | 2580 | VP4 | QF | 0.12 | 9.949 | 9.042 | 0.1090 | | |
| 592300 592325 | 107470 107430 | 2580 2600 | VP4 VP5 | QF QF | 0.12 | 9.949 9.960 | 9.042 9.048 | 0.1090 | | |
| 592300 592325 592325 | 107470 107430 107430 | 2580 2600 2600 | VP4 VP5 VP6 | QF QF QF | 0.12 0.18 0.21 | 9.949 9.960 9.961 | 9.042 9.048 9.042 | 0.1090 0.1220 0.1090 | | |
| 592300 592325 592325 588025 | 107470 107430 107430 105705 | 2580 2600 2600 2750 | VP4 VP5 VP6 VM1 | QF QF QF SPC | 0.12 0.18 0.21 0.12 | 9.949 9.960 9.961 9.919 | 9.042 9.048 9.042 9.037 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 | | |
| 592300 592325 592325 588025 588080 | 107470 107430 107430 105705 105730 | 2580 2600 2600 2750 2730 | VP4 VP5 VP6 VM1 VM2 | QF QF QF SPC QF | 0.12 0.18 0.21 0.12 0.12 0.14 | 9.949 9.960 9.961 9.919 9.936 | 9.042 9.048 9.042 9.037 9.037 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 0.1006 | | |
| 592300 592325 592325 588025 588080 587970 | 107470 107430 107430 105705 105730 105600 | 2580 2600 2600 2750 2730 2925 | VP4 VP5 VP6 VM1 VM2 VM3 | QF QF QF SPC QF SPC SPC | 0.12 0.18 0.21 0.12 0.14 0.12 | 9.949 9.960 9.961 9.919 9.936 9.941 | 9.042 9.048 9.042 9.037 9.037 9.037 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 0.1006 0.0982 | * | |
| 592300 592325 592325 588025 588080 587970 588125 | 107470 107430 107430 105705 105730 105600 105550 | 2580 2600 2600 2750 2730 2925 2960 | VP4 VP5 VP6 VM1 VM2 VM3 VM4 | QF QF SPC QF SPC SPC SP | 0.12 0.18 0.21 0.12 0.14 0.12 0.12 | 9.949 9.960 9.961 9.919 9.936 9.941 9.945 | 9.042 9.048 9.042 9.037 9.037 9.037 9.035 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 0.1006 0.0982 0.0957 | * | |
| 592300 592325 592325 588025 588080 587970 588125 588280 | 107470 107430 107430 105705 105730 105600 105550 105530 | 2580 2600 2600 2750 2730 2925 2960 2900 | VP4 VP5 VP6 VM1 VM2 VM3 VM4 VM5 | QF QF QF SPC QF SPC SP SP | 0.12 0.18 0.21 0.12 0.14 0.12 0.12 0.12 0.12 | 9.949 9.960 9.961 9.919 9.936 9.941 9.945 9.908 | 9.042 9.048 9.042 9.037 9.037 9.037 9.035 9.043 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 0.1006 0.0982 0.0957 0.1122 | * | |
| 592300 592325 592325 588025 588080 587970 588125 588280 588840 588840 | 107470 107430 107430 105705 105730 105600 105550 105530 105365 | 2580 2600 2750 2730 2925 2960 2900 2685 | VP4 VP5 VP6 VM1 VM2 VM3 VM4 VM5 VM6 | QF QF QF SPC QF SPC SP SP SP | 0.12 0.18 0.21 0.12 0.14 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.14 | 9.949 9.960 9.961 9.919 9.936 9.941 9.945 9.908 9.950 9.950 | 9.042 9.048 9.042 9.037 9.037 9.037 9.035 9.043 9.024 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 0.1006 0.0982 0.0957 0.1122 0.0671 | * | |
| 592300 592325 592325 588025 588080 5887970 588125 588280 588840 588840 589245 | 107470 107430 107430 105705 105730 105600 105550 105530 105365 105480 | 2580 2600 2750 2730 2925 2960 2900 2685 2460 | VP4 VP5 VP6 VM1 VM2 VM3 VM4 VM5 VM6 VM6 | QF QF QF SPC SPC SP SP SP SP SPC | 0.12 0.18 0.21 0.12 0.14 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.14 0.12 | 9.949 9.960 9.961 9.919 9.936 9.941 9.945 9.908 9.908 9.950 9.928 | 9.042 9.048 9.042 9.037 9.037 9.037 9.035 9.043 9.024 9.031 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 0.1006 0.0982 0.0957 0.1122 0.0671 0.0982 | * | |
| 592300 592325 592325 588025 588080 587970 588125 588280 588280 588840 589245 589580 | 107470 107430 105705 105730 105600 105550 105530 105365 105480 105220 | 2580 2600 2750 2730 2925 2960 2900 2685 2460 2510 | VP4 VP5 VM1 VM2 VM3 VM4 VM5 VM6 VM7 VM7 VM8 | QF QF QF SPC SPC SP SP SP SPC SPC | 0.12 0.18 0.21 0.12 0.14 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 | 9.949 9.960 9.961 9.919 9.936 9.941 9.945 9.908 9.950 9.928 9.928 9.942 | 9.042 9.048 9.042 9.037 9.037 9.037 9.035 9.043 9.024 9.031 9.034 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 0.1006 0.0982 0.0957 0.1122 0.0671 0.0982 0.0933 | * * * | |
| 592300 592325 592325 588025 588025 588125 588125 588280 588840 589245 589580 589930 | 107470 107430 105705 105705 105530 105550 105530 105365 105480 105220 105000 | 2580 2600 2750 2730 2925 2960 2900 2685 2460 2510 2720 | VP4 VP5 VP6 VM1 VM2 VM3 VM4 VM5 VM6 VM7 VM6 VM7 VM8 VM9 VM9 | QF QF QF SPC SP SP SP SP SPC SPC SPC | 0.12 0.18 0.21 0.12 0.14 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 | 9.949 9.960 9.961 9.919 9.936 9.941 9.945 9.908 9.950 9.928 9.928 9.942 9.950 | 9.042 9.048 9.042 9.037 9.037 9.037 9.035 9.043 9.024 9.031 9.034 9.037 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 0.1006 0.0982 0.0957 0.1122 0.0671 0.0982 0.0933 0.1000 | * * * * | |
| 592300 592325 592325 588025 588025 588125 588125 588280 588840 589245 589580 589930 589930 | 107470 107430 105705 105705 105530 105550 105550 105565 105480 105220 105000 105400 | 2580 2600 2750 2730 2925 2960 2900 2685 2460 2510 2720 2500 2300 | VP4 VP5 VM1 VM2 VM3 VM4 VM5 VM6 VM7 VM8 VM9 VM9 VM10 | QF QF QF SPC SP SP SP SP SPC SPC SPC | 0.12 0.18 0.21 0.12 0.14 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 | 9.949 9.960 9.961 9.919 9.936 9.941 9.945 9.908 9.950 9.928 9.928 9.942 9.950 9.950 9.950 9.950 | 9.042 9.048 9.042 9.037 9.037 9.035 9.043 9.024 9.031 9.034 9.034 9.032 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 0.1006 0.0982 0.0957 0.1122 0.0671 0.0982 0.0933 0.1000 0.0909 0.1256 | * * * * | |
| 592300 592325 592325 588025 588080 5887970 588125 588280 588840 589245 589580 589930 589930 589960 599980 | 107470 107430 105705 105730 105550 105550 105550 105365 105480 105220 105000 105400 105400 105960 | 2580 2600 2750 2730 2925 2960 2900 2685 2460 2510 2720 2500 2200 | VP4 VP5 VP6 VM1 VM2 VM3 VM4 VM5 VM6 VM7 VM8 VM9 VM10 VM11 VM12 | QF QF QF SPC SPC SP SP SPC SPC SPC SPC SPC | 0.12 0.18 0.21 0.12 0.14 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 | 9.949 9.960 9.961 9.919 9.936 9.941 9.945 9.908 9.950 9.928 9.942 9.950 9.950 9.956 9.963 | 9.042 9.042 9.037 9.037 9.037 9.035 9.043 9.024 9.031 9.034 9.034 9.032 9.032 9.032 9.032 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 0.1006 0.0982 0.0957 0.1122 0.0671 0.0982 0.0933 0.1000 0.0909 0.1256 0.1000 | * * * * * | |
| 592300 592325 592325 588025 588025 588125 588280 588280 588240 589245 589580 589930 589960 590980 590980 590980 | 107470 107430 105705 105705 105500 105550 105530 105530 105480 105220 105000 105400 105960 107430 | 2580 2600 2750 2730 2925 2960 2900 2685 2460 2510 2720 2500 2720 2500 2615 | VP4 VP5 VP6 VM1 VM2 VM3 VM4 VM5 VM6 VM7 VM8 VM7 VM8 VM9 VM10 VM10 VM11 VM12 VM12 | QF QF QF SPC SPC SP SP SPC SPC SPC SPC QF | 0.12 0.18 0.21 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 | 9.949 9.960 9.961 9.919 9.936 9.941 9.945 9.908 9.950 9.928 9.942 9.950 9.956 9.956 9.956 9.963 9.949 | 9.042 9.042 9.042 9.037 9.037 9.035 9.043 9.024 9.031 9.034 9.034 9.037 9.032 9.044 9.032 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 0.0982 0.0957 0.1122 0.0671 0.0982 0.0933 0.1000 0.0909 0.1256 0.1090 | * * * * * * * * | |
| 592300 592325 592325 588025 588025 588025 588280 58970 588280 589245 589580 589950 589950 599980 599420 592420 592420 | 107470 107430 107430 105705 105730 105530 105530 105530 105540 105200 105000 105960 107430 107430 | 2580 2600 2750 2750 2925 2960 2900 2685 2460 2510 2720 2500 2720 2500 2615 2615 2615 | VP4 VP5 VP6 VM1 VM2 VM3 VM4 VM5 VM6 VM7 VM8 VM7 VM8 VM9 VM10 VM11 VM12 VM13 VM13 | QF QF QF SPC SPC SP SP SPC SPC SPC SPC SPC QF QF | 0.12 0.18 0.21 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.14 0.12 0.12 0.14 0.12 0.12 0.14 0.12 0.12 0.14 0.12 0.12 0.14 0.12 0.12 0.14 0.12 | 9.949 9.960 9.961 9.936 9.941 9.945 9.908 9.950 9.928 9.950 9.928 9.942 9.950 9.956 9.956 9.963 9.949 9.961 | 9.042 9.042 9.048 9.037 9.037 9.035 9.043 9.043 9.031 9.034 9.031 9.034 9.037 9.032 9.044 9.042 9.044 9.036 0.026 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 0.0982 0.0982 0.0957 0.1122 0.0671 0.0982 0.0982 0.0933 0.1000 0.0909 0.1256 0.1090 0.0970 | * * * * * * | |
| 592300 592325 592325 588025 588080 5887970 588125 588280 589245 589580 589580 589580 589580 589580 589980 590980 592420 592420 592420 592450 | 107470 107430 107430 105705 105705 105500 105550 105365 105480 105220 105000 105400 105960 107430 107430 107420 | 2580 2600 2750 2730 2925 2960 2985 2685 2460 2510 2720 2500 2500 2200 2615 2615 2615 2640 | VP4 VP5 VP6 VM1 VM2 VM3 VM4 VM5 VM6 VM7 VM8 VM7 VM8 VM9 VM10 VM11 VM12 VM12 VM13 VM14 VM14 | QF QF QF SPC SP SP SP SPC SPC SPC SPC QF QF QF SPC | 0.12 0.18 0.21 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.14 0.12 0.12 0.14 0.12 0.12 0.14 0.12 0.12 0.12 0.12 0.14 0.12 0.13 0.12 | 9.949 9.960 9.961 9.919 9.936 9.941 9.945 9.908 9.950 9.928 9.950 9.950 9.956 9.956 9.963 9.949 9.961 9.958 9.958 | 9.042 9.048 9.042 9.037 9.037 9.037 9.035 9.043 9.031 9.034 9.031 9.034 9.037 9.032 9.044 9.032 9.044 9.036 9.036 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 0.006 0.0982 0.0957 0.1122 0.0671 0.0982 0.0933 0.1000 0.0909 0.1256 0.1090 0.0970 0.0970 | * * * * * * * | 0 |
| 592300 592325 592325 588025 588080 5887970 588125 588280 588280 588280 5892450 589930 589960 599980 599980 592420 592420 592420 592450 592450 592570 | 107470 107430 107430 105705 105730 105550 105550 105550 105560 105480 105220 105000 105400 105960 107430 107430 107420 107340 | 2580 2600 2750 2750 2925 2960 2900 2685 2460 2510 2720 2720 2500 2720 2615 2615 2615 2615 2620 2640 | VP4 VP5 VP6 VM1 VM2 VM3 VM4 VM5 VM6 VM7 VM8 VM9 VM10 VM11 VM11 VM12 VM13 VM14 VM15 VM14 | QF QF QF SPC SPC SP SP SPC SPC SPC SPC SPC SPC S | 0.12 0.18 0.21 0.12 0.14 0.12 0.17 0 | 9.949 9.960 9.961 9.919 9.936 9.941 9.945 9.908 9.950 9.928 9.942 9.950 9.950 9.956 9.963 9.949 9.961 9.958 9.958 9.958 | 9.042 9.042 9.037 9.037 9.037 9.035 9.043 9.024 9.031 9.034 9.034 9.037 9.032 9.044 9.037 9.036 9.036 9.036 9.036 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 0.0957 0.1122 0.0957 0.1122 0.0671 0.0982 0.0933 0.1000 0.0909 0.1256 0.1090 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 | * * * * * * * * * | 0 |
| 592300 592325 592325 588025 588025 588125 588280 588240 589245 589580 589930 589930 589930 590980 590980 592420 592420 592420 592570 592570 | 107470 107430 107430 105705 105730 105550 105550 105565 105480 105220 105400 105400 105400 107430 107430 107430 107340 107340 | 2580 2600 2750 2750 2925 2960 2900 2685 2460 2510 2720 2500 2500 2500 2500 2500 2500 2615 2615 2620 2640 2640 | VP4 VP5 VP6 VM1 VM2 VM3 VM4 VM5 VM6 VM7 VM8 VM9 VM10 VM10 VM11 VM12 VM13 VM14 VM15 VM16 VM16 VM16 | QF QF QF SPC SPC SP SPC SPC SPC SPC SPC QF SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC | 0.12 0.18 0.21 0.12 0.14 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.14 0.12 0.12 0.14 0.12 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.12 0.14 0.12 0.12 0.14 0.12 0.14 0.17 0 | 9.949 9.960 9.961 9.919 9.936 9.941 9.945 9.908 9.950 9.928 9.942 9.950 9.956 9.956 9.956 9.949 9.949 9.949 9.958 9.958 9.958 9.958 | 9.042 9.042 9.042 9.037 9.037 9.035 9.035 9.043 9.024 9.031 9.034 9.034 9.037 9.032 9.044 9.042 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 | 0.1090 0.1220 0.0982 0.0982 0.0957 0.1122 0.0957 0.1122 0.0671 0.0982 0.0933 0.1000 0.0999 0.1256 0.1090 0.0970 | * * * * * * * * | 0 0 0 |
| 592300 592325 592325 588025 588025 588125 588280 588240 589245 589580 590980 590980 590980 590980 592420 592420 592420 592450 592570 592570 592570 592570 | 107470 107430 107430 105705 105730 105550 105530 105530 105520 105480 105220 105000 105400 105960 107430 107430 107430 107340 107300 107560 | 2580 2600 2750 2730 2925 2960 2900 2685 2460 2510 2500 2500 2500 2500 2500 2500 250 | VP4 VP5 VP6 VM1 VM2 VM3 VM4 VM5 VM6 VM7 VM8 VM9 VM10 VM10 VM10 VM11 VM12 VM13 VM14 VM15 VM16 VM17 VM17 VM17 | QF QF QF SPC SPC SP SPC SPC SPC SPC SPC QF SPC SP SPC SP SPC SP SPC SP SPC SP SPC SP SPC SP SPC SP SPC SPC | 0.12 0.18 0.21 0.12 0.14 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.16 0.14 | 9.949 9.960 9.961 9.919 9.936 9.941 9.945 9.908 9.950 9.928 9.942 9.950 9.956 9.956 9.963 9.949 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 | 9.042 9.042 9.042 9.037 9.037 9.037 9.035 9.043 9.024 9.031 9.034 9.034 9.037 9.032 9.044 9.042 9.036 9.036 9.036 9.042 9.042 9.042 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 0.0982 0.0957 0.1122 0.0671 0.0982 0.0933 0.1000 0.0982 0.0933 0.1000 0.0999 0.1256 0.1090 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.1090 0.1090 0.1090 | * * * * * * * * * * * | 0 0 0 |
| 592300 592325 592325 588025 588080 588125 588280 588840 589245 589580 590980 590980 590980 592420 592450 592450 592570 592570 592570 592570 592570 59325 593155 | 107470 107430 107430 105705 105705 105500 105550 105365 105480 105220 105000 105400 105400 107430 107430 107420 107340 107340 107360 107660 | 2580 2600 2750 2730 2925 2960 2900 2685 2460 2510 2720 2500 2615 2615 2615 2615 2615 2640 2640 2640 2640 2660 2860 | VP4 VP5 VP6 VM1 VM2 VM3 VM4 VM5 VM6 VM7 VM8 VM9 VM10 VM11 VM12 VM12 VM13 VM14 VM15 VM16 VM15 VM16 VM17 VM18 VM19 | QF QF SPC SPC SP SP SPC SPC SPC SPC SPC SPC S | 0.12 0.18 0.21 0.12 0.14 0.17 0.16 0.14 0.14 | 9.949 9.960 9.961 9.919 9.936 9.941 9.945 9.908 9.950 9.928 9.950 9.950 9.956 9.956 9.963 9.949 9.961 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.956 | 9.042 9.042 9.048 9.037 9.037 9.035 9.043 9.043 9.031 9.034 9.031 9.034 9.037 9.032 9.044 9.036 9.036 9.042 9.042 9.041 9.023 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 0.0982 0.0982 0.0957 0.1122 0.0671 0.0982 0.0933 0.1000 0.0909 0.1256 0.1090 0.0970 0.0970 0.0970 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 | * * * * * * * * * * | 0 0 0 |
| 592300 592325 592325 588025 588080 5887970 588125 588280 588280 5889245 589580 589580 589580 589580 599800 592420 592420 592420 592420 592420 592570 592570 592570 592570 593325 593155 | 107470 107430 107430 105705 105730 105550 105550 105365 105480 105220 105000 105400 105400 107430 107430 107430 107430 107340 107300 107505 107340 | 2580 2600 2750 2750 2925 2960 2685 2460 2510 2720 2500 2720 2500 2720 2500 2615 2615 2615 2615 2615 2640 2660 2860 2860 2860 | VP4 VP5 VP6 VM1 VM2 VM3 VM4 VM5 VM6 VM7 VM8 VM9 VM10 VM11 VM11 VM12 VM13 VM14 VM15 VM16 VM17 VM18 VM19 VM20 | QF QF QF SPC SPC SP SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC | 0.12 0.18 0.21 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.16 0.14 0.14 0.14 0.14 0.14 0.17 0.16 0.14 0.14 0.14 0.14 0.14 0.17 0.16 0.14 0 | 9.949 9.960 9.961 9.919 9.936 9.941 9.945 9.908 9.950 9.928 9.942 9.950 9.950 9.956 9.956 9.961 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.959 9.955 9.935 9.935 | 9.042 9.042 9.037 9.037 9.037 9.035 9.043 9.024 9.031 9.034 9.034 9.034 9.034 9.037 9.032 9.044 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 0.0957 0.1122 0.0957 0.1122 0.0671 0.0982 0.0933 0.1000 0.0909 0.1256 0.1090 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.09726 0.09726 0.00726 0.00 | ** *** **** ** | 0 0 0 |
| 592300 592325 592325 588025 588080 588125 588280 588280 5889245 589580 589930 589930 589930 592420 592420 592420 592420 592420 592570 592570 592570 592570 592570 593325 593155 593030 | 107470 107430 107430 105705 105730 105550 105550 105365 105480 105220 105000 105400 105400 107430 107430 107430 107420 107340 107340 107505 107340 | 2580 2600 2750 2750 2925 2960 2685 2460 2510 2720 2500 2720 2500 2615 2615 2615 2615 2640 2640 2640 2860 2860 2860 2860 | VP4 VP5 VP6 VM1 VM2 VM3 VM4 VM5 VM6 VM7 VM8 VM9 VM10 VM11 VM12 VM13 VM14 VM15 VM14 VM15 VM14 VM15 VM16 VM17 VM18 VM19 VM20 VM21 | QF QF QF SPC SPC SP SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC | 0.12 0.18 0.21 0.12 0.14 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.14 0.12 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.12 0.14 0.12 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.12 0.14 0.12 0.14 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.14 0.14 0.12 0.14 0.17 0.17 0.17 0.17 0.14 0.12 | 9.949 9.960 9.961 9.919 9.936 9.941 9.945 9.908 9.950 9.928 9.942 9.950 9.956 9.956 9.963 9.949 9.961 9.958 9.958 9.958 9.961 9.958 9.961 9.958 9.961 9.958 | 9.042 9.042 9.042 9.037 9.037 9.037 9.035 9.043 9.024 9.031 9.034 9.034 9.034 9.034 9.032 9.044 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.032 9.042 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 0.0982 0.0957 0.1122 0.0957 0.1122 0.0933 0.1000 0.0909 0.1256 0.1090 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.0972 0.1090 0.0972 0.1090 0.0972 0.0972 0.1090 0.0972 0.0970 0.0972 0.0972 0.0972 0.0772 | ** *** *** * * * | 0 0 0 |
| 592300 592325 592325 588025 588025 588025 588280 5889245 5892450 589930 589930 599980 592420 592420 592450 592570 592570 592570 592570 592570 592570 592570 592570 592570 593325 593155 593030 593460 | 107470 107430 107430 105705 105730 105550 105550 105565 105480 105220 105000 105400 105400 107430 107430 107430 107430 107340 107340 107340 107505 107340 107505 | 2580 2600 2750 2750 2925 2960 2900 2685 2460 2510 2500 2500 2500 2500 2500 2500 250 | VP4 VP5 VP6 VM1 VM2 VM4 VM5 VM6 VM7 VM8 VM9 VM10 VM10 VM10 VM11 VM12 VM13 VM14 VM15 VM16 VM15 VM16 VM17 VM18 VM17 VM18 VM19 VM20 VM21 VM21 VM21 VM21 | QF QF QF SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC | 0.12 0.18 0.21 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.14 0.12 0.12 0.12 0.14 0.12 0.12 0.14 0.12 0.14 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.16 0.14 0.14 0.17 0.17 0.17 0.16 0.14 0.14 0.12 0.17 0.16 0.14 0.14 0.14 0.14 0.14 0.14 0.14 0.14 0.14 0.14 0.14 0.14 0.14 0.14 0.14 0.14 0.14 0.14 0.12 | 9.949 9.960 9.961 9.919 9.936 9.941 9.945 9.908 9.950 9.928 9.942 9.950 9.956 9.956 9.956 9.956 9.958 9.949 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.955 9.935 9.935 9.935 9.913 | 9.042 9.042 9.048 9.037 9.037 9.037 9.035 9.043 9.024 9.031 9.034 9.032 9.044 9.042 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.042 9.042 9.041 9.023 9.032 9.014 9.023 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 0.0982 0.0957 0.1122 0.0671 0.0982 0.0933 0.1000 0.0982 0.0933 0.1000 0.0909 0.1256 0.1090 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.0972 0.0972 | ** *** *** *** | 0 0 0 |
| 592300 592325 592325 588080 587970 588125 588280 589245 589580 589930 589960 590980 590980 590980 592420 592450 592570 592570 592570 592570 592570 592570 592570 593325 5933030 593030 593030 593460 | 107470 107430 107430 105705 105705 105500 105550 105365 105480 105220 105000 105400 105400 107430 107430 107420 107340 107340 107660 107505 107340 106940 106920 | 2580 2600 2750 2730 2925 2960 2900 2685 2460 2510 2500 2500 2500 2615 2615 2640 2640 2640 2640 2640 2640 2640 2640 | VP4 VP5 VP6 VM1 VM2 VM3 VM4 VM5 VM6 VM7 VM8 VM9 VM10 VM10 VM11 VM12 VM13 VM14 VM15 VM16 VM15 VM16 VM15 VM16 VM17 VM18 VM19 VM20 VM21 VM22 VM23 | QF QF QF SPC SPC SP SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC | 0.12 0.18 0.21 0.12 0.14 0.17 0.14 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.17 0.17 0.17 0.14 0 | 9.949 9.960 9.961 9.919 9.936 9.941 9.945 9.908 9.950 9.928 9.950 9.956 9.956 9.963 9.956 9.963 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.955 9.961 9.949 9.965 9.935 9.960 9.955 9.913 9.908 | 9.042 9.042 9.048 9.037 9.037 9.037 9.035 9.043 9.043 9.024 9.031 9.034 9.037 9.032 9.044 9.032 9.044 9.036 9.036 9.036 9.036 9.042 9.036 9.036 9.042 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.037 9.037 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 0.0982 0.0957 0.1122 0.0671 0.0982 0.0933 0.1000 0.0992 0.0933 0.1000 0.0990 0.1256 0.1090 0.0970 0.0970 0.0970 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.10970 0.1090 0.1090 0.10970 0.10970 0.1090 0.10970 0.10970 0.10970 0.10970 0.10970 0.10970 0.10970 0.10970 0.10970 0.10970 0.1090 0.10970 0.10970 0.10970 0.10970 0.10970 0.1090 0.10970 0.1090 0.1090 0.10970 0.1090 0.1090 0.10970 0.1090 0.10970 0.1090 0.10970 0.1090 0.10970 0.10970 0.1090 0.10933 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.09726 0.0992 0.0933 0.0992 0.0992 0.0993 0.0992 0.0993 0.0992 0.0992 0.0993 0.0992 0.0993 0.0992 0.0992 0.0992 0.0992 0.0992 0.0993 0.0992 0.0992 0.0992 0.0993 0.0992 0.0922 0.0922 0.0922 0. | ** *** **** **** | 0 0 0 |
| 592300 592325 592325 588080 587970 588125 588280 589245 589580 589930 589960 59980 599450 592420 592450 592450 592570 592570 592570 592570 592570 592570 59325 593305 593030 593030 593030 593030 | 107470 107430 107430 105705 105705 105500 105550 105365 105480 105220 105000 105400 105400 107430 107430 107430 107430 107430 107340 107340 107505 107340 107505 107340 106940 106920 104290 | 2580 2600 2750 2750 2750 2925 2960 2685 2460 2510 2510 2510 2500 2615 2615 2615 2615 2640 2640 2660 2860 2860 2880 2790 2790 2790 2790 | VP4 VP5 VP6 VM1 VM2 VM3 VM4 VM5 VM6 VM7 VM8 VM9 VM10 VM10 VM11 VM12 VM13 VM14 VM14 VM15 VM16 VM15 VM16 VM17 VM18 VM19 VM20 VM20 VM21 VM22 VM23 | QF QF QF SPC SPC SP SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC | 0.12 0.18 0.21 0.12 0.14 0.17 0.14 0.14 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.17 0.17 0.17 0.16 0.14 | 9.949 9.960 9.961 9.919 9.936 9.941 9.945 9.908 9.950 9.928 9.950 9.956 9.956 9.963 9.949 9.961 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.955 9.961 9.949 9.965 9.935 9.949 9.965 9.955 9.913 9.908 | 9.042 9.042 9.048 9.037 9.037 9.037 9.035 9.043 9.043 9.031 9.034 9.031 9.034 9.037 9.032 9.044 9.032 9.044 9.036 9.036 9.036 9.042 9.036 9.042 9.036 9.042 9.042 9.036 9.042 9.042 9.036 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.044 9.037 9.032 9.043 9.042 9.042 9.036 9.042 9.042 9.042 9.036 9.042 9.037 9.032 9.042 9.036 9.042 9.036 9.042 9.036 9.042 9.036 9.042 9.036 9.032 9.042 9.036 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 0.0982 0.0957 0.1122 0.0671 0.0982 0.0933 0.1000 0.0992 0.0970 0.1256 0.1090 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.0972 0.0973 0.0972 0.0973 0.0972 0.0973 0.0972 0.0973 0.0972 0.0973 0.0972 0.0973 0.0972 0.0973 0.0972 0.0973 0.0972 0.0973 0.0972 0.0973 0.0972 0.0972 0.0972 0.0973 0.0972 0.0972 0.0973 0.0972 0.0972 0.0973 0.0972 0.0972 0.0972 0.0972 0.0972 0.0972 0.0972 0.0972 0.0972 0.0972 0.0972 0.0972 0.0972 0.0972 0.0972 0.0972 0.0973 0.0972 0.0973 0.0972 0.0973 0.0975 0.0975 0.0975 | ** *** **** **** | 0 0 0 |
| 592300 592325 592325 588080 587970 588125 588280 588840 589245 589580 589980 59980 592420 592420 592420 592420 592420 592420 592420 592420 592570 592570 592570 592570 592570 592570 592570 592570 592570 592605 Echantill | 107470 107430 107430 105705 105730 105600 105550 105365 105480 105220 105000 105400 105400 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107340 107505 107340 106940 106940 106920 104290 | 2580 2600 2750 2750 2750 2925 2960 2685 2460 2510 2720 2500 2500 2615 2615 2615 2620 2640 2660 2860 2860 2860 2860 2860 2860 2800 2790 2290 | VP4 VP5 VP6 VM1 VM2 VM3 VM4 VM5 VM6 VM7 VM8 VM9 VM10 VM10 VM11 VM12 VM13 VM14 VM15 VM16 VM15 VM16 VM17 VM18 VM19 VM20 VM20 VM21 VM22 VM23 VM23 VM23 | QF QF QF SPC SPC SP SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC | 0.12 0.18 0.21 0.14 0.12 0.14 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.14 0.12 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.12 0.14 0.12 0.14 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.14 | 9.949 9.960 9.961 9.919 9.936 9.941 9.945 9.908 9.950 9.928 9.950 9.950 9.956 9.950 9.956 9.963 9.961 9.961 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.955 9.935 9.949 9.965 9.935 9.949 | 9.042 9.042 9.042 9.037 9.037 9.037 9.037 9.035 9.043 9.024 9.031 9.034 9.034 9.034 9.034 9.037 9.032 9.044 9.036 9.036 9.036 9.036 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.036 9.032 9.041 9.032 9.042 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 0.0957 0.1122 0.0671 0.0982 0.0957 0.1122 0.0671 0.0982 0.0933 0.1000 0.0990 0.1256 0.1090 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.0972 0.0933 0.0090 0.0970 0.0970 0.0972 0.0972 0.0933 0.0972 0.0933 0.0972 0.0933 0.0972 0.0933 0.0972 0.0933 0.0972 0.0933 0.093 0.0933 | * | 0 0 0 |
| 592300 592325 592325 588025 588080 588125 588280 588280 5889245 589580 589930 589960 599420 592420 592420 592420 592420 592420 592420 592570 592570 592570 592570 592570 593325 593155 593030 593030 593030 5930460 592605 Echantill | 107470 107430 107430 105705 105730 105600 105550 105365 105480 105220 105000 105400 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107340 107340 107505 107340 106940 106940 106920 104290 00st: VC = VG = VG = | 2580 2600 2750 2750 2925 2960 2900 2685 2460 2510 2720 2500 2720 2500 2720 2500 2615 2615 2615 2615 2615 2620 2640 2660 2860 2860 2860 2860 2860 2860 286 | VP4 VP5 VP6 VM1 VM2 VM3 VM4 VM5 VM6 VM7 VM8 VM9 VM10 VM11 VM11 VM12 VM13 VM14 VM15 VM16 VM15 VM16 VM17 VM18 VM19 VM20 VM21 VM20 VM21 VM22 VM23 VM23 VM23 VM23 VM23 VM23 | QF QF QF SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC | 0.12 0.18 0.21 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.14 | 9.949 9.960 9.961 9.919 9.936 9.941 9.945 9.908 9.950 9.928 9.942 9.950 9.956 9.956 9.956 9.961 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.955 9.935 9.935 9.935 9.955 9.913 9.908 | 9.042 9.042 9.042 9.037 9.037 9.037 9.037 9.035 9.043 9.024 9.034 9.034 9.034 9.034 9.034 9.037 9.032 9.044 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 0.0957 0.1122 0.0957 0.1122 0.0671 0.0982 0.0933 0.1000 0.0909 0.1256 0.1090 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.0972 0.00724 0.0924 0.0933 0.00726 0.0924 0.0924 0.0933 0.0924 0.0924 0.0933 0.0924 0.0933 0.0924 0.0923 0.0924 0.0925 0.00 | * * * * * * * * * * * * * * * * | 0 0 0 0 |
| 592300 592325 592325 588080 587970 588125 588280 588840 589245 589580 589980 59980 59980 592420 592420 592420 592450 592570 592570 592570 592570 592570 592570 592570 59325 593155 593105 593030 593460 592605 Echantill | 107470 107430 107430 105705 105705 105500 105550 105305 105480 105220 105000 105400 105400 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107400 107505 107340 106940 106940 106920 104290 00ns: VC = VP = VP = VP = VM = | 2580 2600 2750 2750 2750 2925 2960 2685 2460 2510 2720 2500 2615 2615 2615 2620 2640 2660 2860 2860 2860 2860 2860 2860 286 | VP4 VP5 VP6 VM1 VM2 VM3 VM4 VM5 VM6 VM7 VM8 VM9 VM10 VM10 VM11 VM12 VM12 VM13 VM14 VM15 VM16 VM15 VM16 VM17 VM18 VM19 VM20 VM20 VM21 VM20 VM21 VM22 VM23 VM20 VM21 VM20 VM21 VM20 VM21 VM20 VM21 VM21 VM20 VM21 VM20 VM21 VM20 VM21 VM21 VM20 VM21 VM20 VM21 VM21 VM21 VM21 VM21 VM21 VM21 VM21 | QF QF QF SPC QF SPC SP SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC | 0.12 0.18 0.21 0.14 0.12 0.14 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.14 0.12 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.12 0.14 0.12 0.12 0.14 0.12 0.14 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.16 0.14 | 9.949 9.960 9.961 9.919 9.936 9.941 9.945 9.908 9.950 9.928 9.950 9.950 9.950 9.956 9.963 9.961 9.961 9.961 9.961 9.965 9.965 9.965 9.935 9.949 9.965 9.955 9.935 9.955 9.913 9.908 | 9.042 9.042 9.042 9.037 9.037 9.037 9.037 9.035 9.043 9.024 9.031 9.034 9.034 9.034 9.034 9.037 9.032 9.044 9.036 9.036 9.036 9.036 9.042 9.042 9.042 9.042 9.036 9.032 9.042 9.042 9.042 9.042 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.035 9.043 9.043 9.043 9.042 9.043 9.034 9.034 9.037 9.037 9.037 9.037 9.035 9.043 9.042 9.043 9.037 9.032 9.042 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.042 9.040 9.042 9.040 9.040 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 0.0957 0.1122 0.0957 0.1122 0.0957 0.1122 0.0933 0.1000 0.0993 0.1256 0.1090 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.0972 0.0972 0.0970 0.0972 0.0972 0.0933 0.0093 0.0970 0.0970 0.0970 0.0972 0.0972 0.0933 0.00524 0.0933 0.0933 0.0933 0.0524 0.0933 0.0933 0.0524 0.0933 0.0524 0.0933 0.0524 0.0933 0.0524 0.0933 0.0524 0.0933 0.0524 0.0933 0.0524 0.0933 0.0524 0.0933 0.0524 0.0933 0.0524 0.0933 0.0524 0.0933 0.0524 0.0933 0.0524 0.0535 0.0535 0.0535 0.0535 0.0535 0.0535 0.0535 0.0535 0.0535 0.0535 0.0535 0.055 | * * * * * * * * * * * * * * * * * * * | 0 0 0 0 VM 23 |
| 592300 592325 592325 588025 588025 588080 588920 588125 588280 589245 589580 599300 592420 592420 592420 592420 592420 592420 592570 592570 592570 592570 592570 592570 593325 593155 593030 593460 592605 Echantill | 107470 107430 107430 105705 105730 105500 105550 105550 105580 105580 105220 105000 105400 105400 107430 107430 107430 107430 107430 10740 107340 107340 107340 107660 107505 107340 106920 106920 106920 106920 106920 106920 106920 106920 106920 106920 106920 106920 106920 106920 106920 106920 106920 107340 107655 10755 10755 10755 10740 10740 10740 107340 10765 10740 10760 10755 107740 10760 107740 10760 10760 10760 10760 10760 107740 106020 10740 10760 10760 107740 10760 107740 10760 107740 10760 107740 10760 107740 10760 107740 10760 107740 10760 107740 10760 107740 10760 107740 10760 107740 107740 107770 107740 107740 107770 107740 107770 107740 | 2580 2600 2750 2730 2925 2960 2900 2685 2460 2510 2720 2500 2600 2600 2600 2640 2640 2640 2640 26 | VP4 VP5 VP6 VM1 VM2 VM3 VM4 VM5 VM6 VM7 VM8 VM9 VM10 VM11 VM12 VM13 VM14 VM15 VM14 VM15 VM14 VM15 VM16 VM17 VM18 VM19 VM20 VM21 VM20 VM21 VM22 VM23 VM21 VM20 VM21 VM20 VM21 VM20 VM21 VM20 VM21 VM21 VM20 VM21 VM20 VM21 VM20 VM21 VM20 VM21 VM12 VM12 VM12 VM12 VM12 VM20 VM20 VM10 VM10 VM10 VM10 VM10 VM10 VM10 VM1 | QF QF QF SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC | 0.12 0.18 0.21 0.12 0.14 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.14 0.12 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.12 0.14 0.12 0.14 0.12 0.12 0.14 0.12 0.12 0.14 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.14 0.14 0.14 0.17 0.17 0.17 0.17 0.14 | 9.949 9.960 9.961 9.919 9.936 9.941 9.945 9.908 9.950 9.950 9.956 9.956 9.956 9.956 9.958 9.949 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.958 9.955 9.955 9.965 9.935 9.965 9.935 9.965 9.935 9.965 9.935 9.960 9.955 9.913 9.908 | 9.042 9.042 9.042 9.037 9.037 9.037 9.035 9.043 9.024 9.031 9.034 9.034 9.034 9.032 9.044 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.044 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.032 9.044 9.042 9.044 9.042 9.043 9.042 9.043 9.042 9.044 9.037 9.037 9.037 9.032 9.044 9.042 9.044 9.042 9.044 9.042 9.044 9.042 9.044 9.037 9.032 9.044 9.036 9.042 9.045 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 0.0982 0.0957 0.1122 0.0671 0.0982 0.0933 0.1000 0.0982 0.0933 0.1000 0.0982 0.0933 0.1000 0.0972 0.0972 0.0972 0.0970 0.0972 0.00726 0.0992 0.0574 0.0835 0.0033 0.0000 0.0972 0.00726 0.09574 0.0933 0.0000 0.0973 0.0000 0.0970 0.0972 0.0524 0.0933 0.0003 0.0933 0.0000 0.0970 0.0972 0.0524 0.0933 0.0003 0.0933 0.00000 0.0000 0.0000 0.0000 0.00000 0.00000 0.0000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.000000 0.00000000 | * * * * * * * * * * * * * * * * * * * | 0 0 0 VM 23 0.096 |
| 592300 592325 592325 588080 587970 588125 588280 589245 589580 589960 59980 592420 592420 592420 592420 592420 592420 592420 592570 592570 592570 592570 593325 593030 593030 593030 5930460 592605 Echantill | 107470 107430 107430 105705 105730 105500 105550 105365 105480 105220 105000 105400 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107505 107340 106940 106940 106920 104290 0ns: VC = VG = VH = VH = SPC = sem | 2580 2600 2750 2730 2925 2960 2900 2685 2460 2510 2720 2500 2720 2500 2720 2500 2720 2500 2615 2615 2615 2620 2640 2640 2660 2860 2860 2860 2860 2860 2860 2850 2920 2550 2011 4011 4011 4011 4011 4011 4011 401 | VP4 VP5 VP6 VM1 VM2 VM3 VM4 VM5 VM6 VM7 VM8 VM9 VM10 VM11 VM12 VM13 VM14 VM12 VM13 VM14 VM15 VM16 VM17 VM16 VM17 VM16 VM17 VM16 VM17 VM18 VM19 VM20 VM21 VM20 VM21 VM20 VM21 VM20 VM21 VM20 VM21 VM20 VM21 VM20 VM21 VM20 VM21 VM20 VM21 VM20 VM21 VM20 VM21 VM20 VM21 VM12 VM12 VM12 VM12 VM12 VM12 VM12 | QF QF QF SPC QF SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC | 0.12 0.18 0.21 0.14 0.12 0.14 0.12 0.14 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.14 | 9.949 9.960 9.961 9.919 9.936 9.941 9.945 9.908 9.950 9.928 9.942 9.950 9.956 9.956 9.956 9.958 9.961 9.958 9.961 9.958 9.961 9.949 9.965 9.935 9.935 9.935 9.935 9.935 9.935 9.935 9.935 9.935 9.935 9.949 8.935 9.935 9.935 9.949 9.955 9.935 9.949 9.955 9.935 9.949 9.955 9.935 9.949 9.955 9.949 9.955 9.949 9.955 9.949 9.955 9.949 9.955 9.949 9.955 9.955 9.955 9.955 9.955 9.955 9.955 9.955 9.955 9.908 | 9.042 9.042 9.042 9.037 9.037 9.037 9.037 9.035 9.043 9.024 9.031 9.024 9.034 9.034 9.034 9.032 9.044 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.034 9.034 9.036 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.032 9.044 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.042 9.036 9.036 9.032 9.040 9.032 9.040 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 0.0957 0.1122 0.0957 0.1122 0.0671 0.0982 0.0933 0.1000 0.0999 0.1256 0.1090 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.1090 0.1090 0.1090 0.109 VG 35 0.109 9.042 | * * * * * * * * * * * * * * * * * * * | 0 0 0 VM 23 0.096 9.035 |
| 592300 592325 592325 588080 587970 588125 588280 5889840 589245 589580 589980 59980 592420 592420 592420 592420 592420 592420 592420 592570 592570 592570 592570 59325 593105 593030 593030 593460 592605 Echantill | 107470 107430 107430 105705 105730 105500 105550 105365 105480 105220 105000 105400 105400 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107505 107340 106940 106940 106940 106940 106920 104290 0ons: VC = VP = VP = VP = VM = | 2580 2600 2600 2750 2730 2925 2960 2685 2460 2510 2720 2500 2615 2615 2620 2640 2640 2640 2660 2860 2860 2860 2860 2860 2800 2790 2920 2550 unité d unité d rtzo-fe i-pélit so-calc | VP4 VP5 VP6 VM1 VM2 VM3 VM4 VM5 VM6 VM7 VM8 VM9 VM10 VM10 VM11 VM12 VM13 VM14 VM12 VM13 VM14 VM15 VM16 VM17 VM18 VM16 VM17 VM18 VM19 VM20 VM21 VM20 VM21 VM22 VM23 e La Meina u Greppon B de porphyre u Métailler Idspathique ique avec c aire | QF QF QF SPC QF SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC | 0.12 0.18 0.21 0.14 0.12 0.14 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.14 0.12 0.12 0.12 0.14 0.12 0.12 0.14 0.12 0.14 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.14 | 9.949 9.960 9.961 9.919 9.936 9.941 9.945 9.908 9.950 9.928 9.942 9.950 9.956 9.956 9.961 9.961 9.961 9.961 9.965 9.965 9.965 9.949 9.965 9.955 9.935 9.949 9.955 9.935 9.949 9.955 9.935 9.949 9.955 9.935 9.955 9.935 9.955 9.913 9.908 | 9.042 9.042 9.042 9.037 9.037 9.037 9.037 9.035 9.044 9.031 9.024 9.034 9.034 9.034 9.034 9.037 9.032 9.044 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.036 9.036 9.036 9.032 9.042 9.042 9.042 9.042 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.035 9.043 9.043 9.034 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.032 9.044 9.036 9.042 9.042 9.042 9.042 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.037 9.032 9.044 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.042 9.042 9.041 9.032 9.041 9.032 9.041 9.032 9.041 9.032 9.041 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 0.0957 0.1122 0.0957 0.1122 0.0957 0.1122 0.0957 0.1226 0.0909 0.1256 0.0909 0.1256 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1256 0.0933 0.1090 0.1256 0.0933 0.1090 0.1256 0.0933 0.1090 0.1256 0.0970 0.0972 0.0024 0.0933 0.0024 0.0933 0.0024 0.0933 0.0922 0.0933 0.0924 0.0927 0.0927 0.0924 0.0924 0.0927 | * * * * * * * * * * * * * * * * * * * | 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 |
| 592300 592325 592325 588080 587970 588125 588280 589245 589580 589980 59980 59980 599450 592420 592420 592420 592420 592420 592570 592570 592570 592570 592570 592570 592570 592570 592570 592605 Echantill Séquence: | 107470 107430 107430 105705 105730 105500 105550 105365 105480 105200 105400 105400 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107430 107400 107505 107340 106940 106940 106940 106940 106920 104290 0ons: VC = VP = VP = VM = QF = qua SPC = sem GC = grè | 2580 2600 2750 2750 2750 2925 2960 2685 2460 2510 2720 2500 2615 2615 2620 2640 2640 2660 2860 2860 2860 2860 2860 2860 286 | VP4 VP5 VP6 VM1 VM2 VM3 VM4 VM5 VM6 VM7 VM8 VM9 VM10 VM10 VM11 VM12 VM13 VM14 VM12 VM13 VM14 VM15 VM16 VM17 VM18 VM16 VM17 VM18 VM19 VM20 VM21 VM20 VM21 VM22 VM23 E La Meina u Greppon B de porphyre u Métailler Idspathique ique avec c aire | QF QF QF SPC QF SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC SPC | 0.12 0.18 0.21 0.14 0.12 0.14 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.12 0.14 0.12 0.12 0.12 0.14 0.12 0.12 0.14 0.12 0.12 0.12 0.14 0.12 0.12 0.12 0.14 0.12 0.14 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.14 | 9.949 9.960 9.961 9.919 9.936 9.941 9.945 9.908 9.950 9.928 9.950 9.956 9.950 9.956 9.961 9.961 9.961 9.961 9.961 9.965 9.965 9.965 9.965 9.935 9.949 9.965 9.935 9.949 9.965 9.935 9.949 9.965 9.935 9.949 9.966 9.955 9.935 9.949 9.966 9.955 9.935 9.949 9.960 9.955 9.935 9.949 9.960 9.955 9.935 9.949 9.960 9.955 9.935 9.949 9.960 9.955 9.935 9.949 9.960 9.955 9.935 9.949 9.960 9.955 9.935 9.949 9.960 9.955 9.935 9.949 9.960 9.955 9.935 9.949 9.960 9.955 9.949 9.960 9.955 9.935 9.949 9.955 9.956 9.955 | 9.042 9.042 9.048 9.037 9.037 9.037 9.037 9.035 9.044 9.031 9.024 9.034 9.034 9.034 9.034 9.037 9.032 9.044 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.042 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.036 9.037 9.034 9.034 9.036 9.036 9.036 9.036 9.042 9.040 9.042 9.040 | 0.1090 0.1220 0.1090 0.0982 0.0957 0.1122 0.0957 0.1122 0.0957 0.1122 0.0933 0.1000 0.0993 0.1256 0.1090 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.0970 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1090 0.1256 0.0933 VG 35 0.109 9.042 0.170 | * * * * * * * * * * * * * * * * * * * | 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 |

Appendice III.-Micas blancs analysés: Nappe du Mont Fort (Vallées d'Hérens et de Nendaz.