

Essai de chronologie magmatico-métamorphique dans le socle de la nappe du Grand Saint-Bernard : quelques points de repère

Autor(en): **Thélin, Philippe**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen
= Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie**

Band (Jahr): **69 (1989)**

Heft 2

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-52787>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Essai de chronologie magmatico-métamorphique dans le socle de la nappe du Grand Saint-Bernard: quelques points de repère

par Philippe Thélin¹

Abstract

The pre-Triassic basement of the Middle Penninic units (Siviez-Mischabel and Pontis nappes, Valais, Western Alps) presents a wide variety of amphibolites and augen-orthogneisses, metapyroxenites, pre-alpine eclogites, monzogabbros, as well as felsic and mafic volcanites. These good magmatico-metamorphic markers suggest a possible evolution from Upper Proterozoic to Permian. Moreover, the Mont-Mort metapelites (Pontis nappe, Grand St. Bernard Pass) constitute a remarkably well preserved window for the examination of successive pre-Alpine metamorphic phases. Caledonian events (active margin with calc-alkaline volcanism, ascent of mantle diapirs and subduction) and Variscan events (dynamically retrograde and thermally prograde within a context of collision-obduction) are considered in the frame of this Briançonnais basement.

Keywords: Penninic basement, Caledonian events, Variscan events, Western Alps.

Résumé

Dans les socles anté-triasiques (nappes de Siviez-Mischabel et des Pontis) du Pennique moyen (Valais, Alpes Occidentales), on observe une grande variété d'amphibolites et d'orthogneisses œillées, des métapyroxénites, des éclogites pré-alpines, des monzogabbros ainsi que des volcanites acides et mafiques. Ces marqueurs magmatico-métamorphiques sont utilisés pour proposer un cadre évolutif du Protérozoïque supérieur au Permien auquel contribuent les métapelites du Mont-Mort (nappe des Pontis, col du Grand Saint-Bernard), fenêtre remarquablement préservée dans le métamorphisme polyphasé pré-alpin. On envisage une suite d'événements calédoniens (marge active avec volcanisme calco-alkalin, montée de diapirs mantelliques et subduction) et d'événements varisques (métamorphisme rétrodynamique et prothermique dans un contexte crustal de collision-obduction) au niveau du soubassement briançonnais.

1. Introduction

Depuis la précédente synthèse sur ce même sujet (THÉLIN et AYRTON, 1983), plusieurs raisons autorisent une nouvelle tentative du même ordre afin de mettre en évidence quelques points de repère et de reformuler certaines questions.

Ces raisons tiennent aux trois facteurs suivants:

1.1. LA NAPPE DU GRAND SAINT-BERNARD

De nombreux travaux de nature régionale (BURRI, 1983a et b ; THÉLIN, 1983; MARTHALER, 1984; ALLIMANN, 1987; SARTORI, 1988) ont permis de préciser à la fois la structure et la litho-

stratigraphie de la vaste nappe du Grand Saint-Bernard, unité pennique moyenne, classiquement définie par LUGEON et ARGAND (1905). Les principaux résultats de ces travaux sont consignés dans une synthèse (ESCHER, 1988). De plus les nouvelles coupes géologiques construites par ESCHER et al. (1988) à travers la partie centrale des Alpes occidentales suisses permettent, entre autres, de se figurer la disposition relative des unités de cette portion du domaine briançonnais sl. et piémontais. On y propose une nouvelle subdivision de la nappe du Grand Saint-Bernard, à savoir de la partie 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 (cf. fig. 1). Les deux premières unités repré-

¹ Laboratoire RX, Institut de Minéralogie, BFSH 2, CH-1015 Lausanne-Dorigny

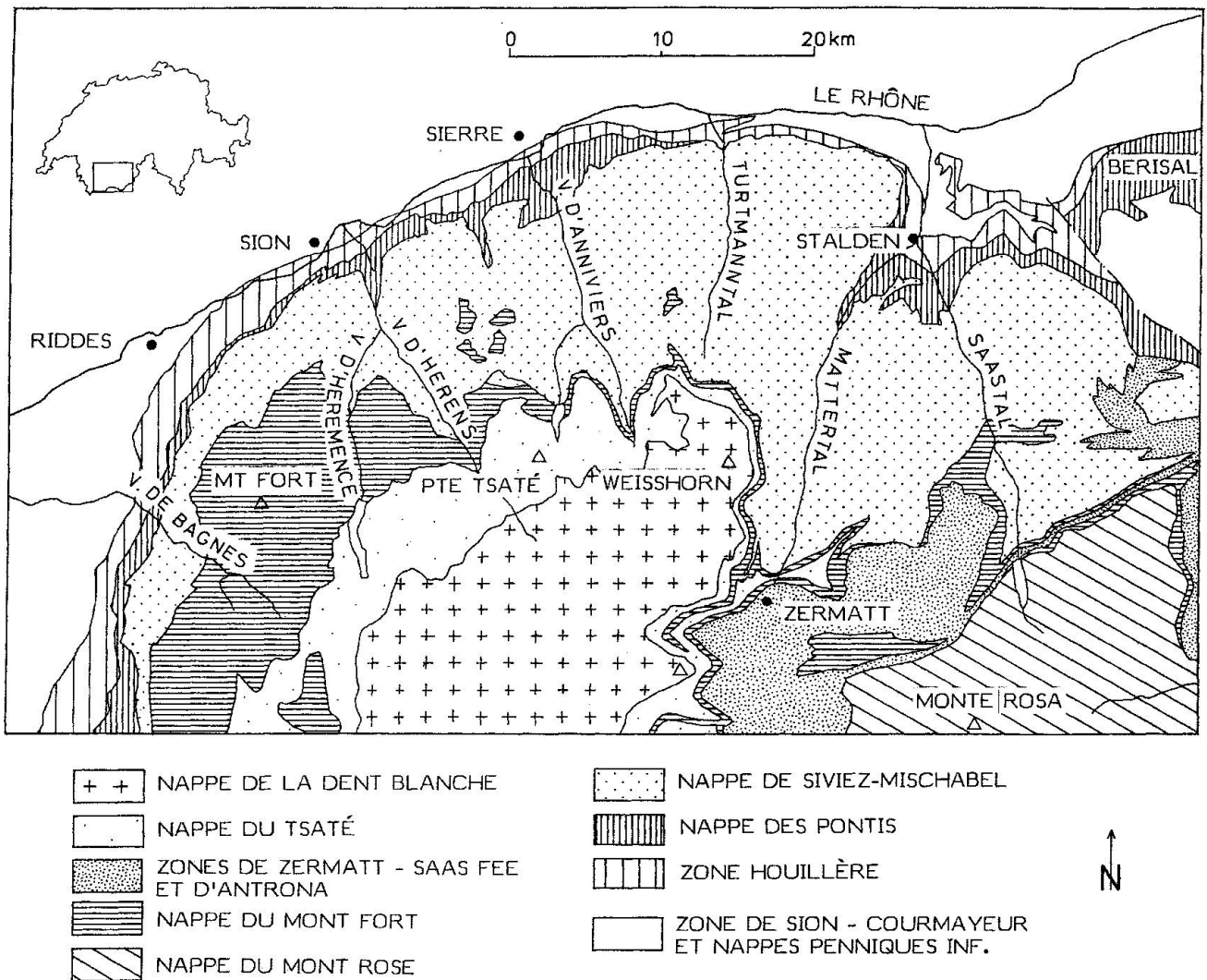


Fig. 1 Structure tectonique des unités penniques en Valais, modifié d'après ESCHER (1988).

NB: se reporter également à ESCHER (1988 - planche hors-texte) pour le détail de la nomenclature géographique et celle des socles considérés dans ce travail.

sentent la patrie des Préalpes médianes plastiques. La nappe de Siviez-Mischabel, qui est un gigantesque pli-nappe couché avec flancs normal et inverse, représente le substratum des Préalpes médianes rigides. La couverture mésozoïque-cénozoïque de la nappe de Siviez-Mischabel (série du Barrhorn) est adhérente au soubassement anté-triasique (SARTORI, 1988). Enfin la nappe du Mont Fort possède une couverture métasédimentaire dont l'équivalent latéral pourrait être la nappe de la Brèche. Du point de vue de l'étude des socles anté-triasiques (notamment dans les substratum subbriançonnais et briançonnais), ces travaux ont confirmé un point essentiel: à savoir, au sein de la nappe des Pontis, l'apparement pré-alpin des portions de son soubassement, actuellement disjointes du fait de la tectonique alpine. D'est en ouest, ce socle polycyclique

«tronçonné» est représenté par le complexe du Berisal, la zone supérieure de Stalden, le socle de Niouc et la zone du Ruitor (cf. planche hors-texte dans ESCHER, 1988). Des arguments pétrographiques (affinités de roches vertes et de gneiss œillés entre ces divers soubassements, THÉLIN et AYRTON, 1983) permettaient de le supposer. De plus BURRI (1983a et b) est parvenu à proposer la subdivision de la zone du Ruitor (dans la région du col du Grand Saint-Bernard) en trois ensembles polycycliques, pétrographiquement ou tectoniquement distincts (Chenalette, Bourg-St-Pierre et Mont-Mort). Enfin l'ensemble de ces travaux confirme la continuité latérale (du Val d'Aoste au Mattertal) du socle polycyclique de la nappe de Siviez-Mischabel suite aux effets de la tectonique alpine et la possibilité d'y considérer, en Valais oriental, des ensembles lithostratigra-

piquement distincts (ensembles de l'Ergischhorn, de Barneuza [flanc normal] et de Bielen [flanc inverse], SARTORI et THÉLIN, 1987 et THÉLIN, 1987) - cf. figs. 2 et 3.

1.2. DONNEES PETROGRAPHIQUES

Plusieurs travaux pétrographiques (STILLE, 1980; STILLE et TATSUMOTO, 1985; BEARTH, 1980; THÉLIN, 1987; SARTORI et THÉLIN, 1987; THÉLIN et al. [a et b], sous presse et en prép.; THÉLIN, sous presse; SARTORI, 1988; JAQUET et MUNGER, 1984) apportent des données nouvelles sur des marqueurs lithologiques importants de l'évolution magmatico-métamorphique du substratum Briançonnais sl. On peut citer à titre d'exemple:

- les roches vertes du complexe du Berisal et de la zone supérieure de Stalden (nappe des Pontis)
- les orthogneiss œillés de la nappe des Pontis
- les métapélites de l'ensemble du Mont Mort (zone du Ruitor, nappe des Pontis)
- les éclogites, les schistes œillés à porphyroblastes d'albite (SOPA), les métagabbros et le métagranite de Randa au sein du socle anté-triasique de la nappe de Siviez-Mischabel (cf. figs. 2 et 3).

1.3. MODELES GEODYNAMIQUES

Une foison de modèles géodynamiques et paléogéographiques sur le Calédonien et sur le Varisque (au sens de VON RAUMER, 1987 et 1988) ont été proposés depuis 1980 (entre autres par PIN et VIELZEUF, 1983; PIN et PEUCAT, 1986; FRISCH et al., 1984; MATTE, 1986, a et b; ZIEGLER, 1986; NEUBAUER et FRISCH, 1988; MERCOLLI et OBERHÄNSLI, 1988). Il ne s'agit certes pas de les importer abusivement dans le domaine pennique afin de proposer une reconstitution fabriquée des événements magmatico-métamorphiques pré-alpins. Toutefois nombre de données et de réflexions livrées par ces travaux sont très stimulantes dans la mesure où elles définissent un cadre évolutif pouvant servir de base de comparaison. Il convient de rappeler que la plupart de ces travaux reposent sur des modèles conçus hors du bâti alpin, soit dans des zones plus externes de l'orogène varisque; d'où une prudence indispensable. De plus on dispose de quelques travaux récents de référence sur le Paléozoïque des Massifs Externes (Aiguilles-Rouges par VON RAUMER, 1987; Argentera par LATOUCHE et BOGDANOFF, 1987; Belledonne par VIVIER et al., 1987 et

MENOT, 1987). Enfin les travaux de CORTESOGNO et al. (1984 et 1988) et de FABRE et al. (1987) livrent des résultats importants respectivement sur le volcanisme permo-carbonifère du Briançonnais ligure et sur le Paléozoïque des Alpes franco-italiennes dont certaines unités Briançonnaises (zone Houillère, Ruitor, Ambin-Vanoise-Mt-Pourri, etc.).

La présente synthèse, plutôt que de livrer des données détaillées, se propose de présenter les conclusions des études rappelées sous 1.2 et de les discuter brièvement dans le cadre d'une évolution calédonienne et varisque, en se limitant d'une part aux socles anté-triasiques des nappes des Pontis et de Siviez-Mischabel et d'autre part aux événements magmatico-métamorphiques afin de les insérer dans un cadre géodynamique sommaire. On exclut ici la zone Houillère car on ne dispose d'aucune étude récente (du moins dans sa partie externe) sur le magmatisme dont elle fut affectée et la nappe du Mont Fort (domaine piémontais ou Briançonnais interne), constituée uniquement de terrains post-Carbonifère inférieur à propos de laquelle ALLIMANN (1987) décrit la structure et la lithostratigraphie.

Il est évident que les points abordés dans cette synthèse sont très limités par rapport à tous ceux qui devraient l'être dans le cadre d'un sujet si ample. En effet, faute de données géochronologiques suffisantes et d'avoir étudié en détail tel ou tel événement paléozoïque majeur (par exemple: le volcanisme permo-carbonifère), cette revue est forcément lacunaire, composée d'éléments disparates qui devraient toutefois suffire à proposer un cadre évolutif cohérent. Il convient enfin de préciser que la première synthèse sur le sujet traité (BEARTH, 1961) demeure très utile et que le lecteur trouvera toujours profit à s'y référer.

2. Données pétrographiques

2.1. LE MAGMATISME

On dispose actuellement sur les roches, dont le protolithe est d'origine magmatique, des données suivantes:

2.1.1. Le cycle mafique «ancien»

On observe aussi bien dans le complexe du Berisal et la zone supérieure de Stalden (nappe des Pontis) que dans les ensembles de l'Ergischhorn et de Barneuza (nappe de Siviez-Mischabel, SARTORI et THÉLIN, 1987) une grande abondance et une grande variété de roches vertes (cf. figs 2 et 3). Il s'agit d'amphibolites massives à méga-

amphibole («hornblendefelses» au sens de STILLE, 1980), d'amphibolites à plagioclase, d'amphibolites à grenat et d'amphibolites rubanées. Ces roches mafiques affleurent soit en lentilles isolées (m-km), simulant l'apparence de pseudosills, soit en niveaux continus, apparemment concordants à la lithostratigraphie des paragneiss encaissants. A cet égard, il faut préciser que cet encaissant est toujours de nature continentale (pélites, grès, grauwackes). On trouvera une description pétrographique détaillée dans STILLE, 1980; STILLE et TATSUMOTO, 1985; STILLE et OBERHÄNSLI, 1987; JAQUET et MUNGER, 1984; THÉLIN et al. (b), en prép., ainsi que des données géochimiques et géochronologiques.

Les études de STILLE et collaborateurs concernant les amphibolites du complexe du Berisal livrent les résultats suivants. Selon une première approche (1980) basée sur une investigation géochimique très poussée et sur des analyses isotopiques Rb-Sr, STILLE démontre que ces matériaux mafiques sont d'origine ortho et qu'ils constituent une lignée évolutive continue. En effet, s'inspirant du modèle de RINGWOOD (1973) et de FRANK et al. (1976), il est plausible de les interpréter comme des diapirs mantelliques différenciés selon une série magmatique calco-alkaline (pyroxénites, tholéiites, quartzifères, andésites, rhyodacites) dans un contexte épirogénique calédonien (à la limite Cambrien-Ordovicien, ≈ 500 MA) avec formation de marges continentales actives et d'arcs insulaires. Cette première interprétation intègre également la possibilité de produire des éclogites par subduction d'une croûte océanique. On reviendra sur ce point ultérieurement. Selon une deuxième approche, STILLE et TATSUMOTO (1985), à partir de données en Sm-Nd et en REE, modifie et affine leur modèle initial. Ce type d'analyses confirme la consanguinité originelle de ces matériaux mafiques et ultramafiques. Les amphibolites rubanées et à plagioclase dériveraient d'une séquence tholéiitique à dacitique, mise en place au Protérozoïque ($\approx 1,020-1,070$ MA). Les ultramafitites (pyroxénites) résulteraient d'une remobilisation du matériel mafique initial (résidu de fusion partielle, cumulat) et se seraient mises en place sous forme de dykes ou de sills vers 475MA (\approx Ordovicien inférieur). Leur composition géochimique exprimerait une connotation de nature komatiitique. S'il paraît difficile de concevoir une consanguinité s'étalant sur près de 600 MA, il n'en demeure pas moins que ces résultats permettent de caler l'événement volcanique par rapport à l'événement intrusif; ce dernier, nettement postérieur, pouvant être lié à un événement calédonien (phase sarde?).

Les travaux de JAQUET et MUNGER, 1984, et de THÉLIN et al. (b), en prép., sur des roches vertes identiques - à l'exception des amphibolites rubanées non représentées - de la zone supérieure de Stalden (socle Pontis), outre la cartographie et l'examen pétrographique, se sont principalement orientés vers la typologie géochimique de ces metabasaltes sl. (nature du protolithe, contexte géodynamique de mise en place). Il convient de rappeler que les nombreux diagrammes typologiques «sur le marché» (du type PEARCE et CANN, 1973; SHERVAIS, 1982; etc.) expriment des compatibilités et non des identités absolues. Le résultat global de cette recherche montre que tous ces matériaux mafiques et ultramafiques expriment une nette composition tholéiitique. Par contre le contexte géodynamique de mise en place se révèle être plus ambigu. En effet les amphibolites à grenat et à plagioclase marquent une tendance de type MORB, alors que la géochimie des métapyroxénites indiquent une mise en place en milieu continental («intra-plaque»). Cette apparente contradiction entre des matériaux de rides et d'autres d'intrusion en milieu continental pourrait être résolue par le modèle de KARIG (1970, 1971) relatif à la formation d'un «inter-arc basin». Ce modèle fait intervenir à la marge continentale active la possibilité d'ouvrir une ride émettant du matériel de type MORB, au sens géochimique du terme; cette ouverture au sein d'un «inter-arc basin» ferait suite à la montée de diapirs mantelliques le long d'une zone de subduction. De plus, à l'extrémité distale de ce bassin, un arc insulaire pourrait se développer. Cette situation géodynamique particulière permettrait d'expliquer à la fois la coexistence d'un encaissant continental métasédimentaire, de metabasaltes tholéiitiques liée à la ride d'un «inter-arc basin» et de métapyroxénites intrudées.

Quel que soit le modèle invoqué (RINGWOOD, 1973 ou KARIG, 1970, 1971), les deux font appel à une situation de marge active avec montée de matériel mantellique liée à une subduction et activité volcanique composite (à la ride d'un «arc basin» et/ou sous la forme d'arc[s] insulaire[s]). Cette hypothèse de travail compatible avec la géodynamique épirogénique calédonienne (ZIEGLER, 1986 et NEUBAUER et FRISCH, 1988) explique en partie du moins l'antériorité du volcanisme par rapport au diapirisme mantellique et le fait que tous ces matériaux mafiques à ultramafiques soient associés à la croûte continentale.

En résumé, il convient sur ce cycle mafique «ancien» de se figurer la géodynamique potentielle de son «injection» dans la croûte avec la

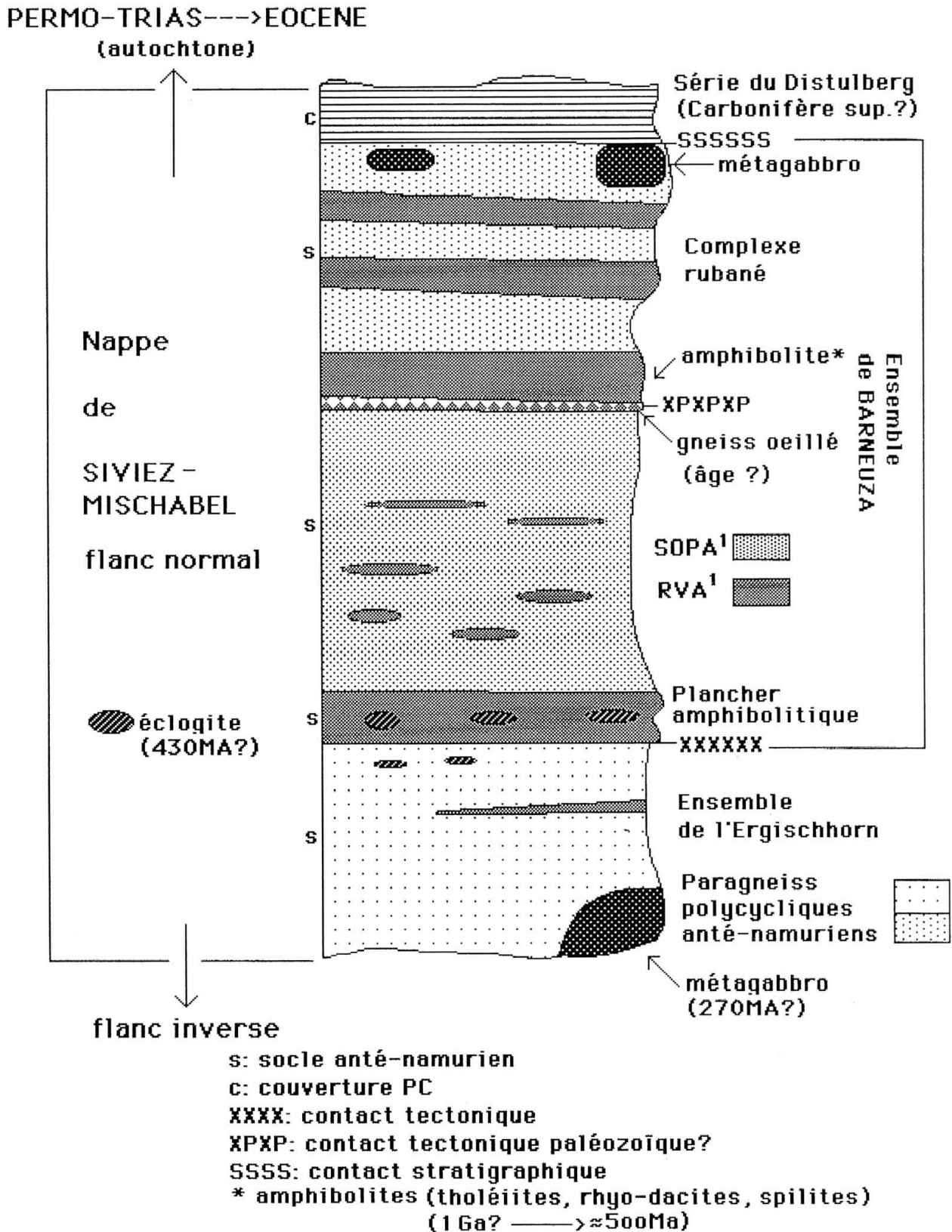


Fig. 2 Schéma lithostratigraphique synthétique du flanc normal de la nappe de Siviez-Mischabel entre le Val d'Anniviers et le Turtmanntal modifié, d'après SARTORI (1988) et SARTORI et THELIN (1987).

¹SOPA: schistes ocellés à porpyroblastes d'albite

¹RVA: roches vertes (amphibolites ocellées) associées aux SOPA
Pour le détail se reporter au texte et à SARTORI et al. (ce volume).

Les échelles horizontale et verticale sont arbitraires.

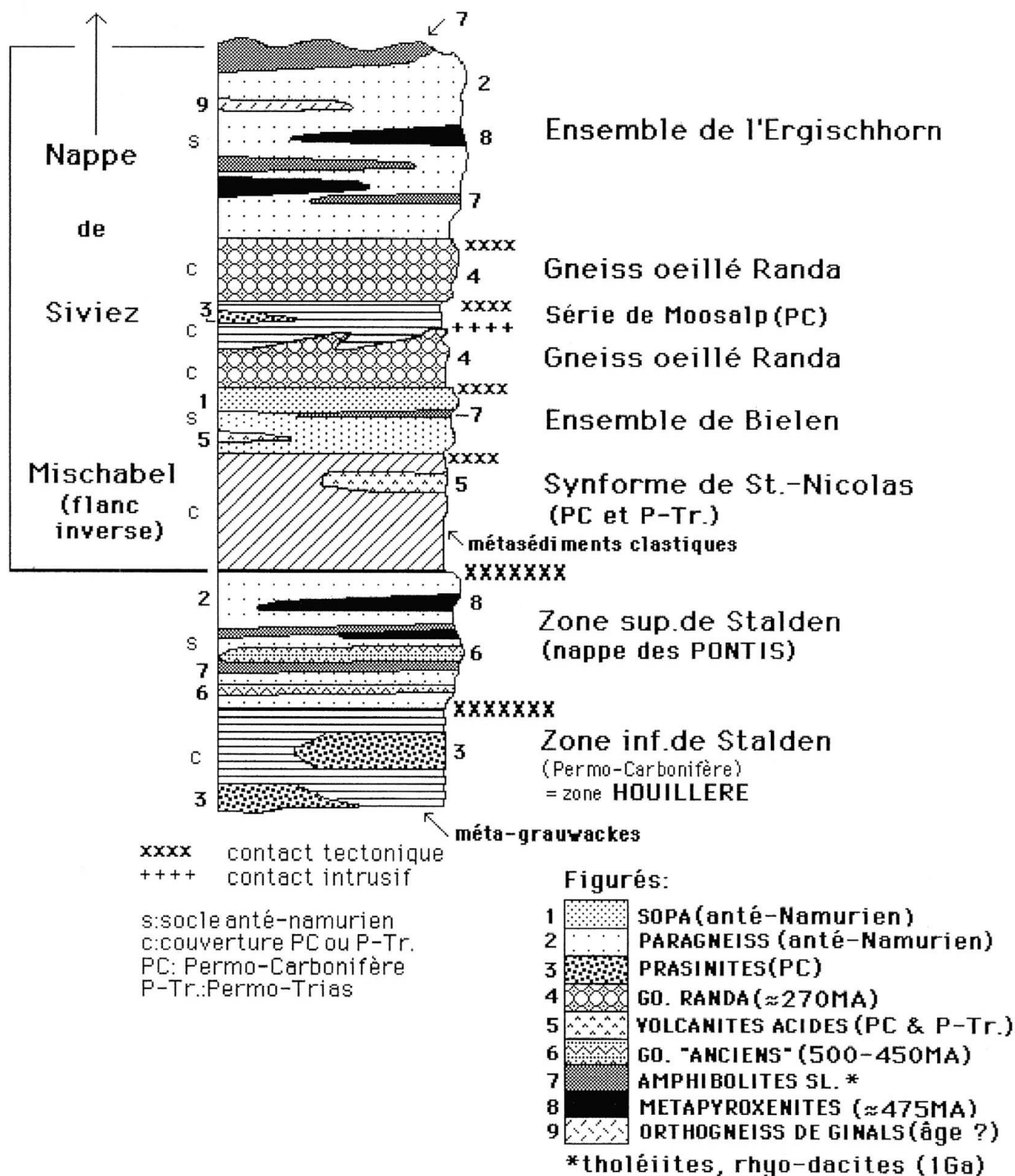


Fig. 3 Schéma lithostratigraphique synthétique de la nappe du Grand Saint-Bernard dans sa partie orientale et frontale selon un axe Stalden (809 m) – Törbel (1510 m) – Augstbordhorn (2972 m) modifié d'après THÉLIN (1987).

De bas en haut: la zone Houillère, la nappe des Pontis (zone supérieure de Stalden) et le flanc inverse de la nappe de Siviez-Mischabel. L'ensemble de Bielen est l'équivalent, en flanc inverse, de l'ensemble de Barneuzza; ces deux ensembles polycycliques étant séparés par le noyau polycyclique de l'ensemble de l'Ergischhorn.

Pour le détail se reporter au texte et à SARTORI et al. (ce volume).

Les échelles horizontale et verticale sont arbitraires. Abréviation: GO. = gneiss ocellés

plus grande prudence. Dans l'état de nos connaissances qui permet de gloser plus que de prouver, il paraît encore secondaire d'imaginer en détail la géométrie de cette marge active. Comment en effet reconnaître dans les associations pétrographiques de terrain ce qui est réellement le produit du prisme d'accrétion, du «fore-, back- ou inter-arc basin» et des arcs insulaires. De plus sa polarité et sa position palinspastique par rapport à la plaque nord-Gondwana ou sud-Laurasie, voire intra-Proto-Thétys peuvent être difficilement précisées (ZIEGLER, 1986). Cependant on insiste sur la similarité des associations observées dans le socle du Pennique moyen (Siviez-Mischabel et Pontis) avec celles décrites et plus complètement interprétées dans les Massifs externes (VON RAUMER, 1987) ou dans le Paléozoïque inférieur de l'Austroalpin (FRANK et al., 1976; NEUBAUER et FRISCH, 1988).

2.1.2. Les orthogneiss œillés «anciens»

Le socle de la nappe des Pontis contient des bandes de gneiss œillés identiques dont la puissance ($\approx 30-300$ m) et la continuité cartographique sont remarquables (THÉLIN et AYRTON, 1983). On les suit aussi bien dans le complexe du Berisal, dans la zone supérieure de Stalden (cf. fig. 3) et que dans celle du Ruitor (ensemble de la Chenalette). Ces lames, apparemment concordantes à la schistosité alpine principale, ont été étudiées par THÉLIN (1983) et BURRI (1983a et b). En résumé, il ressort de ces travaux qu'il s'agit d'orthogneiss œillés calco-alcalins polycycliques; ce dernier fait étant attesté par la présence d'une paragenèse relique (hercynienne?) à plagioclase (An15-20wt.%) - grenat zoné-biotite brune-muscovite. Les mégaclastes sont constitués soit de monocristaux (albite en échiquier, low microcline, quartz) soit, en proportion nettement inférieure, d'entités œillées polycristallines mono- ou polygéniques (minéralogie identique). La dimension des monocristaux peut atteindre 10x3 cm. Par le biais d'une étude texturale et géochimique (THÉLIN, 1983), on est en droit de prétendre que le protolithe de ces roches est un granitoïde calco-alcalin porphyrique. Il convient d'ajouter qu'à l'affleurement ces orthogneiss œillés sont intimement associés à des orthoamphibolites (cf. coupe d'Ahorn, dans SARTORI et al., ce volume). Ces données, certes lacunaires, permettent de considérer les points suivants comme établis:

- la similarité des gneiss œillés de Liddes-Lacerandes (ensemble de la Chenalette, zone du Ruitor) avec ceux d'Ahorn-Ochsenhorn (zone supérieure de Stalden) et ceux du complexe du Berisal.

- un âge anté-Namurien du fait de leur polycyclisme (BOCQUET, 1974)

- un caractère chimique calco-alcalin.

Ces caractéristiques les différencient nettement des orthogneiss œillés ultérieurs (par ex. métagranite subalcalin de Randa dont l'âge présumé de mise en place est tardi-varisque). Il est probablement prématuré de caractériser la nature exacte du protolithe et de son contexte géodynamique de mise en place. Toutefois ce type de métagranitoïdes, au même titre que les gneiss œillés d'Emosson dans le massif des Aiguilles-Rouges (FAVRE, 1987; VON RAUMER, 1988), pourrait représenter des granites hypovolcaniques «ordoviciens à siluriens ou des volcanites acides porphyroïdes pouvant dater du Cambrien à l'Ordovicien. La seconde hypothèse est appuyée par une comparaison avec les porphyres de Blaseneck en Autriche (SCHÖNLAUB, 1979) et avec la formation des «Ollo de Sapo au NE de l'Espagne» (citation d'après VON RAUMER, 1987), décrite par PARGA-PONDAL et al. (1964). On peut ajouter que leur encaissant est de nature continentale (grès, grauwackes, pélites) et que cela suggère un contexte de rift intracontinental ou de plateforme continentale précoce. L'articulation géodynamique de leur mise en place par rapport à celle du cycle mafique «ancien» n'est pas comprise. Tout au plus cela pourrait-il également évoquer un contexte de marge active avec arc(s) insulaire(s) (volcanisme calco-alcalin) situé à l'arrière ou à l'avant de l'«inter-arc basin» invoqué par le modèle de KARIG (1970, 1971).

2.1.3. Le plutonisme bimodal permo-carbonifère

De nombreuses manifestations magmatiques tardi-varisques sont observables dans la portion du Pennique moyen considéré. Leur caractère bimodal est une constante générale, aussi bien dans le cadre du plutonisme que du volcanisme. On peut sérier les manifestations plutoniques comme suit:

- a) *Le métagranite de Randa*: (Mattertal, nappe de Siviez-Mischabel; cf. THÉLIN, 1987 et SARTORI et al., ce volume).

Il constitue la manifestation la plus massive du plutonisme tardi-varisque du Pennique moyen, actuellement située dans le flanc inverse de la nappe de Siviez-Mischabel, à l'interface entre le socle et les couvertures du Paléozoïque supérieur (cf. fig. 3). A l'affleurement il présente, du fait des effets conjugués de la déformation et du métamorphisme alpins, de multiples faciès pétrographiques (gneiss œillés, blastomylonites micro-œillées, mylonites et ultramylonites, voire phyllo-

nites); toutefois son caractère initial de granite porphyrique à bordure microgranitique ou aplitique est aisément identifiable. Les données montrent qu'il s'agit d'un granite porphyrique subsolvus et subalcalin du type S, dont la mise en place est postérieure aux grauwackes monocycliques d'une série permo-carbonifère (série de Moosalp-cf. fig. 3). Le contact d'intrusion recoupe cette série en discordance et procure ainsi un âge relatif de mise en place (≤ 290 MA). Si l'on se réfère au modèle d'EMMERMANN (1977) et de BONIN (1988), une tectonique cassante en milieu continental distensif permettrait d'expliquer la mise en place filonienne (hypovolcanique?) de ce granite en laccolite et sills au sein du socle post-Namurien et des couvertures monocycliques (Permo-Carbonifère et Permo-Trias). Sur un plan régional, on peut corréliser ce granite de Randa avec d'autres intrusifs tardi-varisques (par ex.: le leucogranite-porphyre du massif du Mont-Blanc [MARRO, 1988]; les intrusions du type Costa-Citrin [dans la zone Houillère], Mt-Flassin et Vedun [dans la zone du Ruitor] décrites par CABY, 1974) ainsi que les gneiss œillés du Sapey-Peisey (DETRAZ, 1984).

b) *Pointements de métagabbros*: (Turtmann-tal, nappe de Siviez-Mischabel; SARTORI, 1988 et SARTORI et al., ce volume).

Des lentilles de métagabbro (monzogabbro à plagioclase normatif CIPW An 60%) peuvent être observées dans le flanc normal de la nappe de Siviez-Mischabel, à l'extrémité du Turtmann-tal (cf. fig. 2). Ces pointements, pouvant présenter un reliquat de structure cumulative, percent l'ensemble des terrains anté-permiens de ce flanc normal, étant donné qu'on les a repérés aussi bien dans le socle polycyclique (ensemble de l'Ergischhorn et ensemble de Barneuzza; SARTORI et THÉLIN, 1987) qu'au contact entre ce dernier et la Formation du Distulberg (d'âge présumé carbonifère sup.). Ceci permet à la fois de dater relativement leur mise en place (syn- à post-Carbonifère sup.) et de mettre en évidence la continuité anté-triasique du socle dans lequel ils se sont intrudés. Il est important de rappeler ici que ces métagabbros, à texture ophitique, ne présentent pas d'assemblage de haute pression, mais uniquement une paragenèse alpine (phase tertiaire) à saussurite et hornblende tschermakitique.

Si, dans le temps et dans une moindre mesure dans l'espace, le granite de Randa et ces intrusions gabbroïques semblent liés (plutonisme bimodal tardi-varisque), il est délicat d'envisager un mécanisme génétique commun. On peut reprendre l'hypothèse discutée par BOVAY (1988) dans le massif de Fully à savoir, dans un contexte distensif post-orogénique avec amincissement

crustal et fracturation majeure (cisaillement?), une montée de magma mantellique entraînant la fusion d'une croûte moyenne (micaschisteuse) et la génération de magmas granitiques crustaux et/ou hybrides. Ce scénario, possible en l'occurrence, expliquerait difficilement l'absence systématique d'autolithes au sein du granite de Randa; à moins qu'aucune contamination matérielle ne se soit produite entre les deux magmas et que seule une composante thermique soit à l'origine de l'anatexie. A cet égard, au niveau du modèle, on se reportera utilement à BONIN (1988) sur la genèse possible du magmatisme acide subalcalin et alcalin lors du Paléozoïque supérieur.

2.1.4. Autres manifestations magmatiques:

On énumère ici, pour mémoire, les manifestations repérées, parfois cartées en détail, mais n'ayant pas encore fait l'objet d'une étude pétrographique spécifique:

Dans le socle anté-triasique de la nappe de Siviez-Mischabel:

- orthogneiss à microcline de Ginals (BEARTH, 1980; THÉLIN, 1983)

- pegmatites à tourmaline et gneiss aplitiques? grenatifères dans l'ensemble de l'Ergischhorn (mêmes références)

- volcanites acides et mafiques dans les couvertures du Paléozoïque supérieur (prasinites, porphyres quartzifères, méta-tufs acides)

Dans le socle anté-triasique de la nappe des Pontis:

- granitoïdes permo-carbonifères du Vedun et du Mt-Flassin injectés dans la zone du Ruitor (CABY, 1974)

Dans la zone Houillère: (partie externe d'Escher, 1988)

- (zone inférieure de Stalden et zone de Visperterminen, BEARTH, 1980)

- volcanites mafiques (basaltes tholeiitiques continentaux [?])

Dans la zone Houillère: (partie interne [?] d'ESCHER, 1988)

- granitoïdes permo-carbonifères du Costa-Citrin (CABY, 1974)

2.2. LE METAMORPHISME PRE-ALPIN

Hormis le fait que l'amphibolite-faciès à almandin (plagioclase-feldspath potassique - muscovite - biotite brun/rouge-hornblende - pargasite - almandin zoné, etc.) soit uniformément identifiable dans l'ensemble des masses polycycliques (paragneiss, orthogneiss et amphibolites sl.), deux fenêtres métamorphiques pré-alpines, spectaculairement préservées, permettent de

sonder l'histoire du métamorphisme pré-alpin dans le socle du Pennique moyen. Il s'agit des écolites du Turtmantal et du Val de Moiry (flanc normal de la nappe de Siviez-Mischabel) et des métapélites du Mont-Mort (zone du Ruitor, nappe des Pontis).

2.2.1. Les écolites de la nappe de Siviez-Mischabel

Des lentilles d'écolites serties de rétro-écolites et d'amphibolites à méga-amphiboles (pargasite) ont été observées à l'extrémité du Turtmantal (lieu-dit Adlerflüe) et dans le Val de Moiry (cf. fig. 2). Les données cartographiques, pétrographiques et géochimiques sont données par SARTORI, 1988; THÉLIN et al. (a), sous presse et SARTORI et al., ce volume. En résumé, ces lentilles affleurent au toit de l'ensemble de l'Ergischhorn et à la base de celui de Barneuza (au niveau du «plancher» d'amphibolites rubanées, SARTORI et THÉLIN, 1987). La nature du protolithe semble compatible avec le chimisme d'un basalte tholéiitique à connotation océanique. La paragenèse écolitique à omphacite - almandin riche en molécule pyrope \pm phengite est antérieure à une paragenèse en faciès amphibolite à pargasite - oligoclase \pm zoïsite, elle-même suivie d'une rétro-morphose en faciès schiste-vert de la phase tertiaire (rétro-écolites). Le chimisme du grenat, de l'omphacite et de la phengite place ces roches au sein des écolites B au sens de COLEMAN et al. (1965) et permet de situer les conditions P/T° d'écolitisation dans une gamme de l'ordre de 650°C et de 15-20 kb. A défaut de datations radiométriques, on pense que les arguments géologiques et pétrographiques suivants permettent d'attribuer le processus d'écolitisation à un métamorphisme d'âge paléozoïque inférieur:

- Ecolites de type B intercalées dans un encaissant paragneissique (continental?, océanique?)

- La nature du protolithe: basalte tholéiitique (continental?)

- Paragenèse amphibolite (pré-alpine) subséquente à la paragenèse écolitique

- Gabbros voisins présumés permien non écolitisés et attestant de la continuité du soubassement anté-triasique de la nappe de Siviez-Mischabel

- Couverture briançonnaise (Trias à Eocène) adhérente à son socle

Ces arguments rendent un processus d'écolitisation éo-alpin peu crédible. En effet, comment concevoir un mécanisme géodynamique (subduction, obduction) d'âge Crétacé affectant une colonne solidaire (couvertures sl. adhérentes à

leurs socles polycycliques)? De plus la présence probable d'une paragenèse en faciès amphibolite surimposée à l'assemblage écolitique impose de considérer l'événement HP d'âge Ordovicien-Silurien (MATTE, 1986a et b; PIN et PEUCAT, 1986; FRISCH et al., 1984) comme le moteur possible de cette écolitisation. Cet événement (\approx 430MA) pourrait correspondre à une subduction d'âge calédonien suivie d'une écaillage-obduction en milieu continental lors d'un stade collisionnel initial. Des écolites comparables ont été bien décrites dans diverses unités du bâti alpin sl.: Argentera (LATOUCHE et BOGDANOFF, 1987); Aiguilles-Rouges (LIEGOIS et DUCHESNE, 1981); Gothard (GEBAUER et al., 1988); Silvretta (MAGGETTI et GALETTI, 1984 et 1988). Le modèle initial de STILLE (1980) invoque également la possibilité d'une subduction océanique (\approx 500MA) avec génération d'écolites. Une fois de plus, dans l'état des connaissances, le mécanisme importe moins que le fait qu'un événement HP d'âge pré-alpin puisse être documenté dans le Pennique moyen et qu'il permette ainsi de mieux cerner l'évolution tectono-métamorphique de son soubassement.

2.2.2. Les métapélites du Mont-Mort

L'ensemble du Mont-Mort (zone interne du Ruitor, nappe des Pontis) livre au pétrographe une fenêtre métamorphique spectaculaire sur des assemblages pré-alpins remarquablement préservés en séquence pélitique. OULIANOFF et TRÜMPY (1958), BOCQUET (1974), BURRI (1983 a et b) et THÉLIN (sous presse) livrent des données cartographiques, texturales et pétrographiques sur ces roches observables dans la combe de Barasson et le long de la crête des Becs Noirs (région du col du Grand Saint-Bernard). Cet ensemble comporte pour l'essentiel des micaschistes à staurotide-grenat et des schistes à silicates d'alumine. On peut y sérier trois catégories de roches de même composition chimique:

- schistes à 2 micas \pm almandin zoné

- schistes à 2 micas \pm almandin zoné \pm staurotide

- schistes à annite-andalousite \pm sillimanite

L'étude des paragenèses (textures et chimisme des phases) permet de proposer l'évolution suivant:

- a) Phases in: disthène-muscovite 1-biotite 1-oligoclase (andésine)

- b) Phases in: staurotide-almandin zoné-muscovite 2*-biotite 2*

(Absence de cordiérite) (*schistosité principale)

- c) Phases out: staurotide-almandin zoné-2 micas-plagioclase
- d) Phases in: annite-andalousite-? sillimanite (absence de KF).

Le recours aux divers géothermo-baromètres sur le marché (par ex.: HOLDAWAY et al., 1988) permet de concevoir à partir de ces assemblages successifs un cheminement P/T° à la fois rétro-dynamique et prothermique, de 480°C pour 6 kb à 575°C pour 2,5 kb. Si l'on se réfère aux travaux de VON RAUMER (1983 et 1987) et de PIN et PEUCAT (1986), cette évolution pourrait être interprétée comme suit dans le cadre du métamorphisme hercynien dont on sait qu'il résulte d'une géodynamique dite de collision-obduction-anatexie:

a) Métamorphisme barrovien (disthène-staurotide-grenat) induit par l'empilement crustal (mise en place des nappes hercyniennes). Age présumé: ≈ 390MA (Dévonien inf.)

b) Métamorphisme de pression faible (andalousite) avec augmentation du gradient géothermique induit par la montée de masses anatectiques (≈ 350MA; Dévonien sup.-Tournaisien)

3. Données tectoniques et synthèse

3.1. DONNEES TECTONIQUES (cf. fig. 2)

On dispose de très peu d'éléments relatifs à la tectonique varisque dans le domaine considéré, hormis les «impressions» suivantes:

a) Les travaux de SARTORI (1988) et de SARTORI et THÉLIN (1987) sur le socle anté-Namurien de la nappe de Siviez-Mischabel - notamment sur des schistes œillés à porphyroblastes d'albite (SOPA) qui affleurent au sein de l'ensemble de Barneuza - montrent (cf. fig. 2) que cet ensemble stratiforme composite présente plusieurs discordances, à sa base et à l'intérieur de celui-ci. Il est possible que certaines d'entre elles soient le produit de la tectonique pré-alpine qui se serait manifestée par un empilement de nappes crustales. Le contact supérieur des SOPA par rapport au complexe rubanné sur-jacent est souligné par des gneiss œillés mylonitiques; ce type de contact pourrait représenter une discordance relique résultant de la paléo-structuration du socle.

b) SARTORI (1988) étaye la thèse selon laquelle durant le Paléozoïque supérieur la tectonique cassante tardi-varisque avec génération de horsts, de grabens et de sillons sédimentaires aurait constitué un héritage morpho-tectonique réactivé lors de la cinématique alpine.

c) La subdivision de la zone du Ruitor, proposée par BURRI (1983 a et b), en trois ensembles

contigus, ne peut pas être interprétée en termes de tectonique pré-alpine. Il s'agit davantage d'une subdivision pétrographique; ce qui ne signifie pas qu'elle ne puisse pas également correspondre à une paléo-structuration de ce socle. Aucun argument en ce sens n'a pu être mis en évidence.

3.2. SYNTHÈSE (cf. figs. 2 et 3)

Notre intention n'est nullement de rajouter à la modélisation de la géodynamique calédonovarisque. On se proposait plutôt, à partir des socles du Pennique moyen, de confronter les données disponibles avec quelques modèles existants (FRANK et al., 1976; MATTE, 1986 a et b; VON RAUMER, 1987). Il nous paraît que nombre de nos observations et de nos interprétations s'accordent avec les modèles récents; et ceci sans que nous ayons l'impression d'être victime du modèle et de le prouver par des a priori. Les événements suivants peuvent donc être proposés:

a) *Protérozoïque->Ordovicien:*

- Sédimentation détritique composite (grès, grauwackes, pélites)

- Volcanisme calco-alcalin (tholéiitique à rhyo-dacitique)-(≈ 1GA)*, STILLE (1985)

- Formation d'une marge active, d'arcs(s) insulaire(s) et montée de diapirs mantelliques (phase sarde?)-(≈ 475MA)*(STILLE, idem)

- Subduction ou obduction précoce; génération d'éclogites (phase taconique?)-> 1ère phase de métamorphisme HP-(≈430MA?)*

- Mise en place de granitoïdes calco-alcalins ou de volcanites acides porphyroïdes (âge relatif inconnu).

b) *Silurien->Viséen:* (le métamorphisme hercynien étant considéré comme anté-Namurien; BOCQUET, 1974)

- Collision, obduction précoce?, épaissement de la croûte, empilement crustal avec écaillage des copeaux d'éclogites et d'ultramafites (pyroxénites) en milieu continental

- Métamorphisme barrovien -> 2ème phase de métamorphisme HP-MT° (disthène dans des métapélites) (Dévonien. inf?)*

- Augmentation du gradient géothermique (collision finale, anatexie en profondeur) -> 3ème phase de métamorphisme BP-HT° (andalousite dans les méta-pélites) (Dévonien sup.-Tournaisien?)*

c) *Paléozoïque supérieur (Namurien -> Permien):*

- Contexte post-collision, tectonique conti-

* (les âges sont donnés à titre indicatif, comme ordre de grandeur, pour cadrer l'évolution proposée)

mentale distensive marquée par une morphologie en horsts-grabens et des fractures majeures cisailantes (décrochements ?- BONIN, 1988).

- Plutonisme bidmodal: granites subcalcalins et monzogabbros (amincissement possible de la croûte, montée de matériaux mantelliques, contamination thermique et fusion partielle ($\approx \leq 290\text{MA}$)*).

- Volcanisme bimodal en milieu détritique

On est pleinement conscient de l'aspect parfois spéculatif et trop lacunaire de ce scénario. Toutefois il repose sur des observations de terrains et des données pétrographiques qu'une reconstitution ultérieure, plus étayée au niveau radiométrique, devra également prendre en compte.

Références

- ALLIMANN, M. (1987): La nappe du Mont Fort dans le Val d'Hérens. *Bull. géol. Lausanne*, 295.
- BOCQUET, J. (1974): Il metamorfismo prealpino nella Vanoise (Savoia) e altri settori dello zoccolo brianzonese. *Mem. Soc. Geol. It.* 13/1, 271-284.
- BONIN, B. (1988): From orogenic to anorogenic environments: evidence from associated magmatic episodes. *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 68/3, 301-311.
- BOVAY, PH. (1988): Pétrographie et géochimie d'une association de roches acides et basiques (Massif cristallin de Fully, Valais). Travail de diplôme inédit. Univ Lausanne, 59 p.
- BEARTH, P. (1961): Contribution à la subdivision tectonique et stratigraphique du cristallin de la nappe du Grand St-Bernard dans le Valais (Suisse). Livre à la mémoire de Paul Fallot. *Soc. Géol. France. t.II*, 407-418.
- BEARTH, P. (1980): Feuille St. Niklaus et sa notice explicative. *Athlas géologique de la Suisse no. 71* au 1:25'000. *Comm. Géd. Suisse*.
- BURRI, M. (1983a): Description géologique du front du Saint Bernard dans les vallées de Bagnes et d'Entremont (Valais). *Bull. Lab. Geol. Univ. Lausanne*. 270, 88p.
- 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. (1974): Gneiss permo-carbonifères d'origine granitique et volcanique dans la zone du Grand Saint-Bernard en Val d'Aoste (Italie). *Géologie. Alpine*. 50, 39-44.
- COLEMAN, R.G., LEE, D.E., BEATTY, L.B. et BRANNOCK, W.W. (1965): Eclogites and eclogites: Their Differences and Similarities. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 76, 483-508.
- CORTESOGNO, L., GIANOTTI, R., VANNUCCI, R. et VANNOSSI, M. (1984): Le volcanisme permocarbonifère du briançonnais ligure (Alpes Maritimes) dans le cadre des phases tardives de l'orogénèse hercynienne. *Sci. Géol. Bull. Strassbourg*. 37/1, 37-50.
- CORTESOGNO, L., DALLAGIOVANNA, G., VANNUCCI, R. et VANNOSSI, M. (1988): Volcanisme, sédimentation et tectonique pendant le Permo-Carbonifère en Briançonnais ligure: Une revue. *Eclogae geol. Helv.* 81/2, 487-510.
- DETRAZ, G. (1984): Etude géologique du bord interne de la zone houillère briançonnaise entre la vallée de l'Arc et le massif de Pecllet-Polset (Alpes de Savoie). Thèse. Univ. Grenoble. 174pp.
- EMMERMANN, R. (1977): A petrogenetic model for the origin and evolution of the Hercynian granite series of the Schwarzwald. *Neu. Jb. Mineral. Abh.* 128, 219-253.
- ESCHER, A. (1988): Structure de la nappe du Grand Saint-Bernard entre le val de Bagnes et les Mischaebel. Rapport du Service hydrologique et géologique national. 7, 26pp.
- ESCHER, A., MASSON, H. et STECK, A. (1988): Coupes géologiques des Alpes occidentales suisses. Rapport du Service hydrologique et géologique national. 2, 11p.
- FABRE, J., SCHADE, J., BAUDIN, T., DESMONS, J., MERCIER, D. et PERRUCCIO-PARISON, M.D. (1987): Relics of pre-Mesozoic events in the Briançon zone (Northern French Alps). In H.W. FLUGEL, F.P. SASSI and P. GRECUA. Pre-Variscan and Variscan events in the Alpine-Mediterranean Mountain Belts. *Alfa Bratislava*. 183-208.
- FAVRE, D. (1987): Gneiss œilleés d'Emosson: une définition. *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.* 67/3, 379.
- FRANK, W., KLEIN, P., NOWY, W. et SCHARBERT, S. (1976): Die Datierung geologischer Ereignisse im Altkristallin der Gleinalpe (Steiermark) mit der Rb/Sr Methode. *Tschermak's Min. Petr. Mitt.* 23, 191-203.
- FRISCH, W., NEUBAUER, F. et SATIR, M. (1984): Concepts of the evolution of the Austroalpine basement complex (Eastern Alps) during the Caledonian-Variscan cycle. *Geol. Rundschau*. 73, 47-68.
- GEBAUER, D., QUADT, A., COMPSTON, W., WILLIAMS, I.S. et GRÜNENFELDER, M. (1988): Archean zircons in a retrograded Caledonian eclogite of the Gotthard Massif (Central Alps, Switzerland). *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 68/3, 485-490.
- HOLDAWAY, M.J., DUTROW, B.L. et HINTON, R.W. (1988): Devonian and Carboniferous metamorphism in west-central Maine: The muscovite-almandine geobarometer and the staurolite problem revisited. *Amer. Mineral.* 73, 20-47.
- JAQUET, O. et MUNGER, F. (1984): Etude pétrographique d'une région comprise entre le Nanztal et le Saastal, *suivi de Etude géochimique des roches vertes de la zone supérieure de Stalden*. 2 vols. Travaux de diplôme. Inédit. Univ. Lausanne.
- KARIG, D.E. (1970): Ridges and basins of the Tonga-Kermadec Island arc system. *Jour. Geophys. Res.* 75, 239-255.
- KARIG, D.E. (1971): Origin and development of marginal basins in the Western Pacific. *Jour. Geophys. Res.* 76, 2542-2561.
- LATOUCHE, L. et BOGDANOFF, S. (1987): Evolution précoce du massif de l'Argentera: Apport des éclogites et des granulites. *Géol. Alpine*. t.63, 151-164.
- LIEGOIS, J.P. et DUCHESNE, J.CL. (1981): The Lac Cornu retrograded eclogites (Aiguilles Rouges massif, Western Alps, France): evidence of crustal origin and metasomatic alteration. *Lithos*, 14, 35-48.
- LUGEON, M. et ARGAND, E. (1905): Sur les grandes nappes de recouvrement de la zone du Piémont. *C.R. Acad. Sc. Paris*. 140, 1364-1367.
- MAGGETTI, M. et GALETTI, G. (1984): Chemie und geotektonische Position von Metabasiten aus dem Südosten der Silvretta (Schweiz). *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 64/3, 423-450.
- MAGGETTI, M. et GALETTI, G. (1988): Evolution of the Silvretta eclogites: metamorphic and magmatic

- events. *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 68/3, 467-484.
- MARRO, CH. (1988): Organisation géochimique et intrusion du granite du Mont Blanc et de deux leucogranites. *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 68/3, 521-529.
- MARTHALER, M. (1984): Géologie des unités penniques entre le val d'Anniviers et le val de Tourtemagne (Valais, Suisse). *Eclogae. geol. Helv.* 77, 395-448.
- MATTE PH. (1986a): La chaîne varisque parmi les chaînes paléozoïques périatlantiques, modèle d'évolution et position des grands blocs continentaux au Permo-Carbonifère. *Bull. Soc. Géol. France.* t.II, no. 1, 9-24.
- MATTE PH. (1986b): Tectonics and plate tectonic model for the variscan belt of Europe. *Tectonophysics.* 126, 329-374.
- MENOT, R.P. (1987): Magmatismes et structuration orogénique paléozoïques de la chaîne de Belledonne. Le domaine sud-occidental. *Géol. Alpine.* t.63, 55-93.
- MERCOLLI, I. et OBERHANSLI, R. (1988): Variscan tectonic evolution in the Central Alps: a working hypothesis. *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.* 68/3, 491-500.
- NEUBAUER, F. et FRISCH, W. (1988): Ordovician-Silurian geodynamic evolution of the Alps - the orogeny back - arc basin model. *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 68/3, 351-357.
- OULIANOFF, N. et TRÜMPY, R. (1958): Feuille Grand Saint-Bernard et sa notice explicative. Atlas géologique suisse 1:25'000. Kümmerly et Frey.
- PARGA-PONDAL, I., MATTE, PH. et CAPDEVILLA, R. (1964): Introduction à la géologie de l'«Olla de Sapo». Formation porphyroïde antésilurienne du nord-ouest de l'Espagne. Extracto de Notas Y Comunicaciones del Instituto Geologico y Minero de España. No. 76.
- PEARCE, J. et CANN, J. (1973): Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace elements analyses. *Earth Planet. Sci. Lett.* 19, 290-300.
- PIN, C. et VIELZEUF, D. (1983): Granulites and related rocks in Variscan Median Europe: A dualistic interpretation. *Tectonophysics.* 93, 47-74.
- PIN, C. et PEUCAT, J.J. (1986): Ages des épisodes de métamorphisme paléozoïques dans le Massif central et le Massif armoricain. *Bull. Soc. Géol. France.* 1986. t.II/3, 461-469.
- VON RAUMER, J.F. (1983): Die Metapelite von Emosson (Aiguilles Rouges Massiv) als Beispiel spätkaledonisch-frühvariszischer Metamorphose im Altkristallin des helvetischen Bereichs. *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 63, 421-455.
- VON RAUMER, J.F. (1987): Les massifs du Mont Blanc et des Aiguilles Rouges: Témoins de la formation de croûte varisque dans les Alpes occidentales. *Géol. Alpine* 63, 7-24.
- VON RAUMER, J.F. (1988): Caledonian-Variscan structures in the Alps - an introduction. *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.* 68/3, 291-311.
- RINGWOOD, A.E. (1973): Composition and petrology of the Earth's Mantle. Mc Graw-Hill. 618p.
- SARTORI, M. (1988): L'unité du Barrhorn (Zone Pennique, Valais, Suisse). Un lien entre les préalpes médianes rigides et leur socle paléozoïque. Thèse. Univ. Lausanne, 150p.
- SARTORI, M. et THÉLIN, PH. (1987): Les schistes œillés de Barneza (Nappe de Siviez-Mischabel, Valais, Suisse). *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 67, 229-256.
- SARTORI, M., BUGNON, P.C., FREY, M., GANGUIN, J., MASSON, H., STECK, A. et THÉLIN, PH. (ce volume): Compte-rendu de l'excursion commune de la SSMP et de la SGS le long du profil Rawyl-Zermatt 9/10/11, octobre 1988.
- SCHÖNLAUB, H.P. (1979): Das Paläozoikum von Österreich. *Abhandl. gel. Bundesanstalt Wien.* 33, 1-124.
- SHERVAIS, J.W. (1982): Ti-V plots and the petrogenesis of modern and ophiolitic lavas. *Earth Planet. Sci. Lett.* 59, 101-118.
- STILLE, P. (1980): On the genesis of the amphibolites and hornblendefels in the Berisal Complex (Simplon, Italy-Switzerland). *Mem. Inst. geol. Univ. Padova.* t.XXXIV, 205-246.
- STILLE, P. et TATSUMOTO, M. (1985): Precambrian tholeiitic-dacitic rock-suites and Cambrian ultramafic rocks in the Pennine nappe system of the Alps: Evidence from Sm-Nd isotopes and rare earth elements. *Contrib. Mineral. Petrol.* 89, 184-192.
- STILLE, P. et OBERHANSLI, R. (1987): Petrology and Alpine metamorphic evolution of the metabasic rocks in the Berisal crystalline complex (Switzerland). *Lithos.* 20, 169-180.
- THÉLIN, P. (1983): Les gneiss œillés de la nappe du Grand Saint-Bernard: essai d'évaluation des critères susceptibles d'en préciser l'héritage pré-métamorphique (Alpes valaisannes, Suisse). Thèse. Univ. Lausanne. 483p.
- THÉLIN, P. (1987): Nature originelle des gneiss œillés de Randa. *Bull. géol. Lausanne.* 290. 75p.
- THÉLIN, P. (soumis au BSMP): Les métapelites du Mont-Mort: une fenêtre dans le métamorphisme pré-alpin (nappe des Pontis, Valais).
- THÉLIN, P. et AYRTON, ST. (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., LENGELER, R. et SCHAERER, J.-P. (sous presse): Eclogites of paleozoic or early alpine age in the basement of the penninic Siviez-Mischabel nappe (Wallis, Switzerland). *Lithos.*
- THÉLIN, P., JAQUET, O. et MUNGER, F. (en prép.): La zone supérieure de Stalden: une relique de marge active infrapaléozoïque (nappe des Pontis, Valais).
- VIVIER, G., MENOT, R.P. et GIRAUD, P. (1987): Magmatismes et structuration orogénique paléozoïques de la Chaîne de Belledonne. Le domaine nord-oriental. *Géol. Alpine.* t.63, 25-53.
- ZIEGLER, P.A. (1986): Geodynamic model for the paleozoic crustal consolidation of Western and Central Europe. *Tectonophysics.* 126, 303-328

Manuscrit reçu le 1^{er} mars 1989; manuscrit révisé accepté le 29 mai 1989.