

Ophiolites penniques et sédiments associés dans la région d'Arolla (val d'Hérens, Valais, Suisse)

Autor(en): **Kunz, Pierre**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **81 (1988)**

Heft 1

PDF erstellt am: **26.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-166172>

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.

Eclogae geol. Helv.	Vol. 81	Nr. 1	Pages 115–124	Bâle, mars 1988
---------------------	---------	-------	---------------	-----------------

Ophiolites penniques et sédiments associés dans la région d'Arolla (val d'Hérens, Valais, Suisse)

Par PIERRE KUNZ¹⁾

RÉSUMÉ

La *Nappe pennique du Tsaté*, partie supérieure de la *Zone du Combin*, est constituée d'un complexe ophiolitique d'âge Jurassique moyen à Crétacé supérieur, appartenant au domaine piémontais. Cette nappe est composée de deux séquences: une série ophiolitique s.s. avec roches vertes (ultrabasiques, basiques plutoniques et effusives) et sédiments pélagiques associés (équivalent de la *Série de Chabrière*), et un flysch calcaréo-gréseux à foraminifères planctoniques datés du Crétacé supérieur (*Série Grise*).

L'ensemble de cette nappe est métamorphisé dans le faciès *schistes verts* et a subi une tectonique polyphasée. Les unités ophiolitiques originelles sont fortement transformées: les roches ultrabasiques sont présentes sous forme de serpentinites, les séquences volcaniques essentiellement sous forme de prasinites s.l. (schistes à albite, chlorite, épidote, actinote), alors que les séries sédimentaires ne montrent qu'une intense recristallisation.

Cinq phases de déformation ont laissé leurs empreintes sur ces roches: deux phases précoces crétacées (schistosités pénétratives), deux phases principales de procharriage éocènes–oligocènes (schistosités pénétratives majeures) et une phase tardive de rétrocharriage oligocène (schistosité de crénulation).

Le complexe ophiolitique s.s. correspond à un fragment de l'ancienne lithosphère océanique piémontaise. Une partie du flysch crétacé supérieur provient de l'érosion sous-marine de ces ophiolites lors de la fermeture de l'océan liguro-piémontais. Au cours du Tertiaire, la tectonique alpine a inversé la stratigraphie originelle de ces unités.

ABSTRACT

The penninic *Nappe du Tsaté*, top of the *Zone du Combin*, is composed of an ophiolitic complex, Middle Jurassic to Upper Cretaceous, which belongs to the Piemont realm. This nappe shows two sequences: essentially ophiolitic series with greenstones (ultrabasic, plutonic and effusive basic rocks) and associated abyssal deposits (equivalent to the *Série de Chabrière*), and a calcareous-siliceous flysch rich in planktonic foraminifera of Upper Cretaceous age (*Série Grise*).

This nappe has been affected by a *greenschist-facies* metamorphism and superposed deformations. The original ophiolitic sequences have been strongly altered, ultramafic rocks occur as serpentinites, volcanic sequences are represented mostly by prasinites (albite, chlorite, epidote, actinolite schists), whereas the sediments only show a strong recrystallisation.

Five stages of deformations can be observed: two early phases, Cretaceous (flow cleavage), two main phases of overthrusting, Eocene–Oligocene (major flow cleavage) and a later phase of backthrusting, Oligocene (fracture cleavage).

The ophiolitic complex corresponds to a fragment of the old Piemont oceanic lithosphere. A part of the Upper Cretaceous flysch is the result of the submarine erosion of these ophiolites, at the time of closing of the Ligurian–Piemont ocean. During the Tertiary, the alpine deformations have inversed the original stratigraphy of these sequences.

¹⁾ Département de Minéralogie, 13, rue des Maraîchers, CH–1211 Genève 4.

1. Introduction

La région étudiée est localisée au sud de Sion, dans le val d'Hérens, à proximité du village d'Arolla (fig. 1).

Les unités géologiques en question dans cette note, sont situées entre la partie supérieure de la nappe du Grand St-Bernard et la nappe de la Dent-Blanche, dans la *Zone du Combin* (ARGAND 1909) ou *Nappe des Schistes Lustrés* (TERMIER 1902), dont la partie sommitale a été récemment rebaptisée *Nappe du Tsaté* (ESCHER, sous presse; SARTORI 1987).

Les recherches présentées ici, ont fait l'objet d'un travail de diplôme (KUNZ 1985) et s'inscrivent dans un ensemble de levés géologiques, effectués pour le compte de la Commission géologique suisse. Le but de cette étude est de définir une lithostratigraphie fine des unités ophiolitiques et sédimentaires de la *Nappe du Tsaté* dans la région d'Arolla, et d'y retrouver, dans la mesure de possible, la nomenclature récente établie pour de mêmes séries piémontaises dans les Alpes franco-italiennes.

2. Lithologies

La *Nappe ophiolitique du Tsaté* se compose essentiellement de deux ensembles lithologiques: des roches vertes et des métasédiments (schistes lustrés: s.l.), métamorphisés dans le faciès *schistes verts*.

Ces ensembles sont d'âge mésozoïque, plus précisément situés entre le Jurassique moyen et le Crétacé supérieur. Leur épaisseur totale est d'environ 1700 m, valeur dont il faut retrancher de multiples replis et répétitions tectoniques. Successions lithologiques (fig. 2):

1. Roches vertes

- *Roches ultrabasiques*: serpentinites, ophicalcites, talcschistes à fuchsite, chloritoschistes.
- *Roches basiques plutoniques*: métagabbros souvent mylonitisés, leucogabbros flaserisés, avec reliques de clinopyroxène (augite, diallage) et hornblende.
- *Roches basiques filoniennes*: la présence de filons ne peut être confirmée. Les éventuelles dolérites ou diabases primaires sont complètement transformées en schistes verts, pareillement aux roches basiques volcaniques, desquelles ne peuvent être différenciées.
- *Roches basiques effusives*: les basaltes (voire diabases) sont transformés en schistes verts plus ou moins massifs (prasinites s.l., ovardites, etc.) avec des variétés à épidote, actinote ou chlorite prédominantes, le plagioclase étant toujours de l'albite. On y trouve encore des structures primaires reconnaissables de laves en coussin très allongées (décimétriques), des brèches de coussin emballées dans une matrice hyaloclastique chloritisée, des textures rubanées d'origine volcano-sédimentaire (tufs basaltiques) plus ou moins hématitisées. Ces metabasalts forment une unité massive d'environ 800 m d'épaisseur, surnommée «Série des Prasinites».

2. Roches métasédimentaires (de la base au sommet)

- *Argilites quartziques*, anciennement décrites comme métadiolarites (HAGEN 1948).

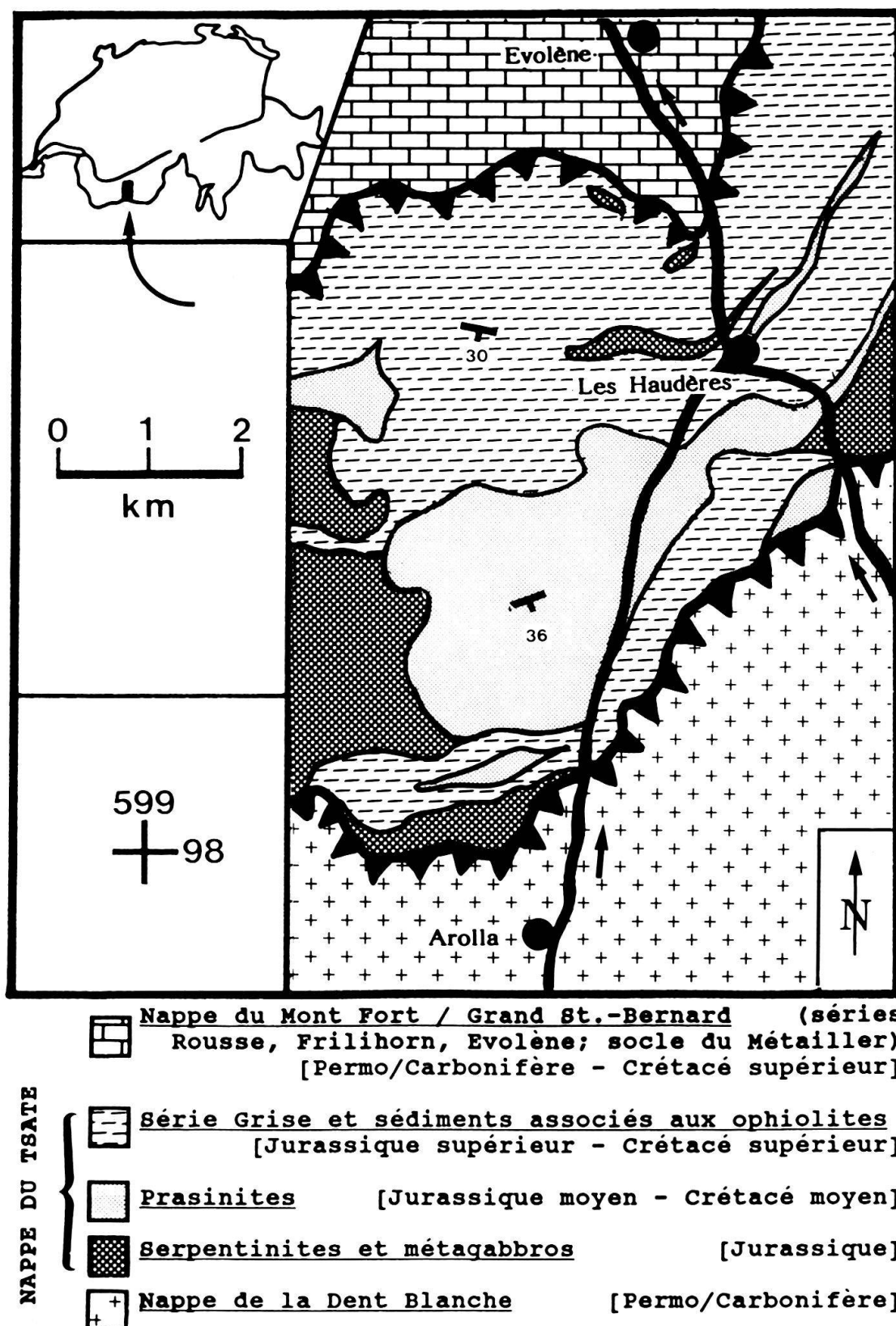
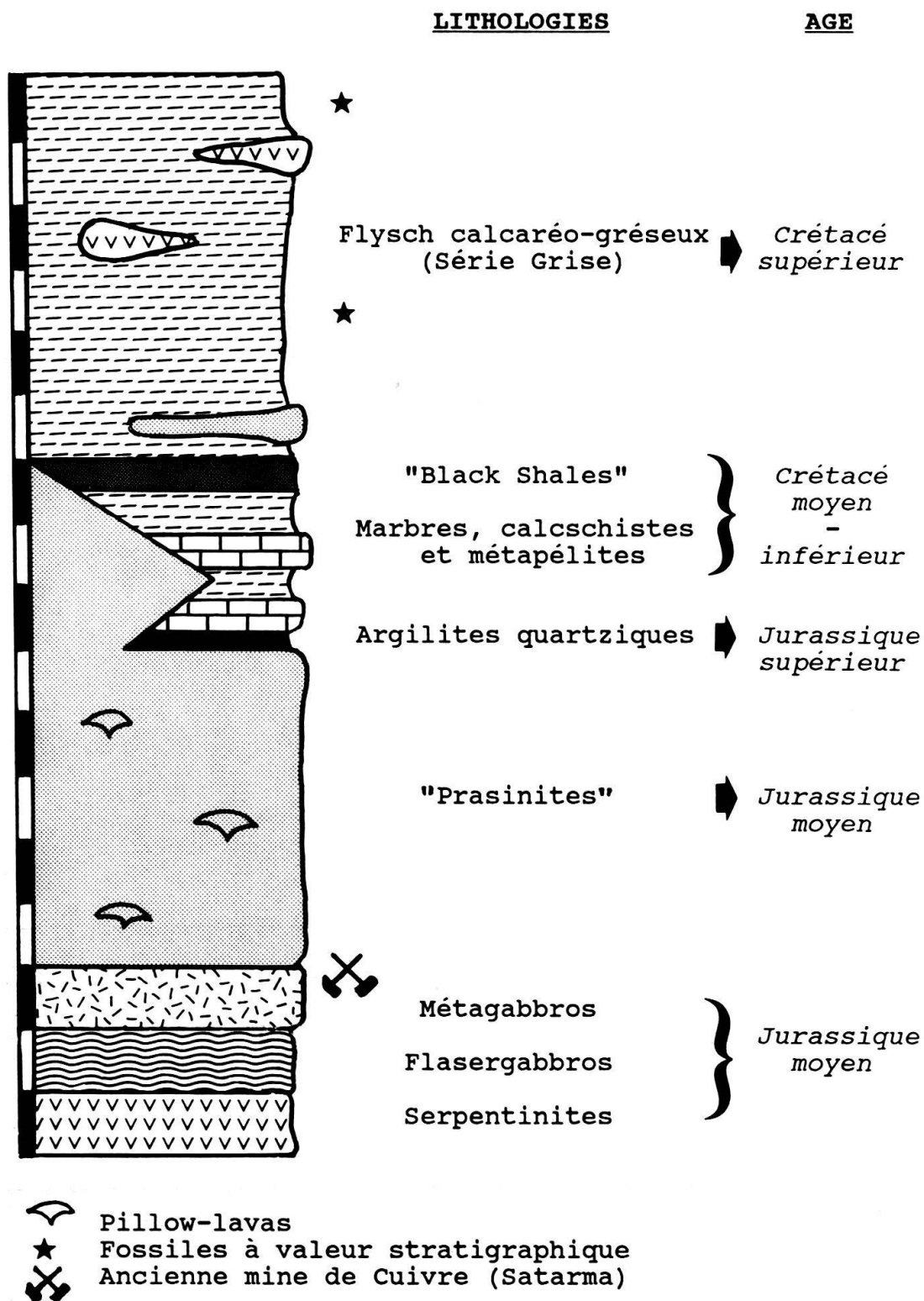


Fig. 1. Situation géographique et cadre tectonique de la région d'Arolla. La *Nappe du Tsaté* occupe une position stratigraphique intermédiaire entre les nappes du *Grand St.-Bernard* (Nappe du Mont Fort) et de la *Dent Blanche*.



Echelle verticale indicative : 200 mètres = 

Fig. 2. Colonne stratigraphique reconstituée des roches vertes et des métasédiments (Schistes Lustrés s.l.) composant la *Nappe du Tsaté* dans la région d'Arolla.

- *Niveaux calcaréo-gréseux* plus ou moins massifs (marbres).
- *Niveaux pélitiques* très schisteux, sombres (calcschistes et «black shales»), avec passages graduels vers les roches vertes sous forme d'arkoses.
- Epais *flysch calcaréo-gréseux* à ankérite, de type wildflysch, daté au Crétacé supérieur par microfossiles planctoniques et baptisé *Série Grise* (MARTHALER 1984).
Les formes reconnues sont des *Rotalipora* sp. du Cénomaniens et des *Globotruncanidae* mono- et bicarénés du Turonien–Sénonien.

(Déterminations par Mme M. Caron pour MARTHALER 1984, et nouvelles occurrences dans le val d'Hérens pour KUNZ 1985.)

3. Stratigraphie et tectonique

Dans la région d'Arolla, il est difficile de construire une colonne lithologique présentant l'intégrité stratigraphique originelle des complexes ophiolitiques typiques. Celle-ci a pourtant été retrouvée ailleurs dans les Alpes, également dans le domaine piémontais, en France (LEMOINE 1954, 1971, LEMOINE et al. 1970, BOURBON et al. 1979), en Italie (ELTER 1971, ELTER et al. 1966) et en Suisse (BEARTH 1976, DIETRICH 1980).

Ce manque de représentativité est lié d'une part, au métamorphisme alpin qui a laissé une forte empreinte sur les unités décrites ici, et d'autre part, aux contraintes tectoniques qui ont joué un double rôle important :

- Premièrement, il faut faire appel à d'innombrables contacts tectoniques intraocéaniques entre les différents éléments ophiolitiques présents. A l'origine, c'est-à-dire au fond de l'océan piémontais lui-même, il est probable que la croûte océanique était tectoniquement déjà très active, avec de nombreux reliefs et escarpements. En conséquence, les sédiments pélagiques se sont déposés, emballant de nombreux olistolites de roches plutoniques, sur une «mosaïque océanique» déjà très tourmentée dès le Jurassique (LAGABRIELLE et al. 1984, AUZENDE et al. 1983).
- Deuxièmement, la tectonique alpine de compression a profondément remanié les complexes ophiolitiques jurassiques au cours de leur mise en place dans l'édifice alpin par chevauchements, charriages et fracturations. La totalité de la *Nappe du Tsaté* présente actuellement une polarité inverse, mise en évidence par la position des roches vertes jurassiques situées tectoniquement au-dessus du flysch crétacé de la *Série Grise*. L'épaisse série intermédiaire «des Prasinites» présente ainsi un âge compris entre le Jurassique moyen (apparition de la croûte océanique piémontaise au cours du Callovo-Oxfordien, ARNAUD et al. 1985) et le Crétacé moyen à supérieur (*Série Grise*) ; les quelques figures de laves en coussin reconnaissables montrent également une position renversée.

Si dans un sens, les roches vertes métamorphisées trouvées à Arolla, illustrent bien une section typique de lithosphère océanique ; dans un autre, il n'est pas possible de reconnaître la totalité des éléments sédimentaires caractéristiques associés aux ophiolites.

Néanmoins, par comparaison avec la littérature, les roches vertes étant d'âge compris entre le Jurassique moyen et le Crétacé moyen (ARNAUD et al. 1985), les argilites quartziques correspondraient aux radiolarites du Jurassique supérieur, les calcaires à Calpionelles n'y sont malheureusement plus décelables, les niveaux calcaréo-gréseux et pélitiques

(black shales) seraient les équivalents locaux de la *Formation de la Replatte* et des *Argiles à Palombini* confondus, d'âge Crétacé inférieur à moyen. Enfin la *Série Grise* couronnerait le tout au Crétacé supérieur, avec par endroit un faciès rappelant les *Schistes du Val Lavagna*.

Dès lors l'ensemble des métasédiments (schistes lustrés) composant la *Nappe du Tsaté*, se divise en deux types :

- Une couverture sédimentaire abyssale de la paléo-croûte océanique piémontaise (Jurassique supérieur–Crétacé moyen), retrouvée intercalée dans les unités des roches vertes, illustrant les restes d'une *Série de type Chabrière*.
- Un flysch calcaréo-gréseux crétacé supérieur, déposé sur l'ensemble précédent, lors de la fermeture de l'océan piémontais (*Série Grise*).

4. Métamorphisme et phases de déformation

Les roches de la *Nappe du Tsaté* ont gardé l'empreinte de trois épisodes paroxysmaux tectoniques, dont les traces se retrouvent sous forme de schistosités superposées :

1. *Stade précoce mésozoïque* : métamorphisme et tectonique océanique (Jurassique–Crétacé).
2. *Eocène–Oligocène* : phase principale de charriage des unités alpines vers le nord-ouest (procharriage – plis en avant).
3. *Oligocène* : mouvement de recul des unités vers le sud-est (rétrocharriage – plis en retour).

Les déformations conséquentes à ces épisodes sont au nombre de cinq (fig. 3, Rosace des fréquences). La stratification originelle S_0 est complètement oblitérée par les schistosités plus récentes.

Il faut relever que l'intensité maximum du métamorphisme ayant affecté cette nappe, est de type *schistes verts*; ce faciès a probablement déjà été atteint au cours de la phase précoce mésozoïque, antérieure aux charriages tertiaires et reprise par ces derniers. Cette phase précoce est difficilement datable, elle est supposée encore océanique et se serait terminée au Crétacé supérieur lors de la fermeture de l'océan piémontais.

A Arolla, aucune des paragénèses typiques du faciès de haute pression *schistes bleus* (pyroxène sodique, lawsonite, glaucophane) de la phase éo-alpine (Crétacé) n'a été retrouvée. De ce fait, la *Nappe du Tsaté*, contrairement à la *Zone de Zermatt–Saas Fee* (BEARTH 1974), n'a pas subi de métamorphisme forte pression/basse température et donc n'a pas été reprise dans des phénomènes de subduction avant les charriages tertiaires.

En conclusion, les minéraux caractéristiques de faciès *schistes verts*, seuls présents ici et facilement remobilisés à chaque déformation, permettent de définir la succession chronologique des cinq différents stades de recristallisation.

- a) Schistosités primitives S_1 (NS) et S_1' (N40°) crétacées. *Occurrences* : souvent oblitérées par les phases plus récentes de procharriage tertiaire dont elles sont peut-être les stades précoces, S_1 et S_1' s'observent sous forme de schistosités de plis similaires décimétriques dans les metabasaltes.

Recristallisations : ces schistosités sont pénétratives et se retrouvent surtout dans les roches vertes plutoniques avec des veines leucocrates de quartz et d'albite alternant

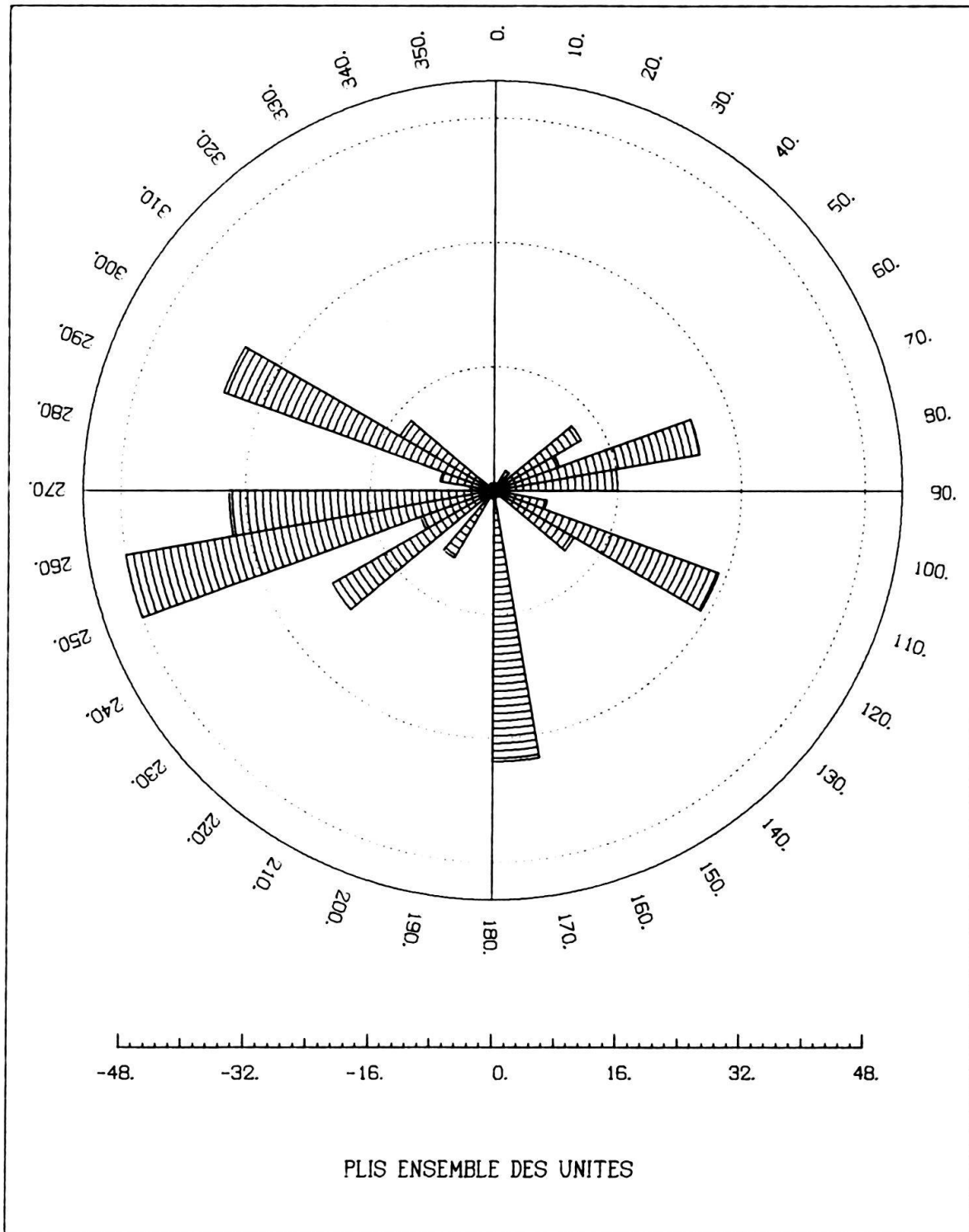


Fig. 3. Rosace des fréquences des axes de plissement pour l'ensemble des unités de la *Nappe du Tsaté* (356 mesures). Cinq directions principales sont à relever: N-S et N40° (primitives), N120° et N60° (procharriage), N80° (rétrocharriage tardif) prédominant sur les autres phases.

avec des niveaux ferromagnésiens et micacés (actinote, chlorite, épidote) dans lesquels on retrouve encore des reliques de clinopyroxène primaire et d'amphibole tardimagmatique; dans les calcschistes de la *Série Grise*, développement d'ombres de pression autour des cristaux de pyrite.

b) Schistosité principale de procharriage S_2 ($N120^\circ$) éocène–oligocène. Phase majeure des plis en avant, omniprésente dans toutes les séries.

Occurrences: schistosité de plis similaires décimétriques dans les roches vertes plutoniques et les metabasites, et de plis cylindriques dans les marbres.

Recristallisations: cette schistosité est pénétrative et aboutit à la parallélisation et à l'intensification de toutes les structures planaires. Le métamorphisme mésoalpin Eocène–Oligocène (faciès *schistes verts*) s'étant développé pendant S_2 , la schistosité minérale qui lui est associée est ainsi presque toujours la schistosité principale.

Forte albitisation et développement de litages métamorphiques dans les roches vertes avec niveaux quartzo-feldspathiques, micacés (chlorite, muscovite) et passages épidotiques (pistachite), alignement des cristaux de calcite recrystallisée dans les marbres.

c) Schistosité de procharriage S_3 ($N60^\circ$) éocène–oligocène. Cette schistosité serait juste postérieure aux grands plis en avant et correspondrait à la phase finale de S_2 .

Occurrences: schistosité axiale de petits plis similaires centimétriques à décimétriques dans les metabasites et les calcschistes. Souvent à l'origine de figures d'interférences avec S_2 , S_3 est associée à des «plis parasites».

Recristallisations: également pénétrative, S_3 présente des figures semblables à S_2 , avec recrystallisation des minéraux micacés (surtout chlorite), de l'actinote et de l'épidote dans les roches vertes.

d) Schistosité tardive de rétro-charriage S_4 ($N80^\circ$) oligocène. Phase des plis en retour et de vergence vers le sud de toutes les unités du *Tsaté*.

Occurrences: cette schistosité est le mieux représentée dans les Schistes Lustrés s.l., sous forme de schistosité de crénulations (kinks) affectant surtout les niveaux pélitiques, et de plis cylindriques décimétriques dans les marbres; également schistosité axiale de plis similaires métriques dans les roches vertes et développement de filons d'asbeste dans les fissures des serpentinites.

Recristallisations: surimposition de S_4 , sous forme de microlitons, aux schistosités principales de flux S_2 et S_3 . Essentiellement recrystallisation des minéraux les plus mobiles, parallèlement à S_4 : chlorite, actinote, épidote. La schistosité de crénulation est soulignée par des minéraux phylliteux et des opaques: micas blancs, chlorite, minéraux argileux, graphite, pyrite, oxydes de fer (métasédiments).

Postérieurement à ces cinq phases de déformation, les roches ont encore gardé l'empreinte d'une tectonique cassante (Pliocène–Actuel) avec failles inverses, diaclases verticales et remplissages de fractures en extension. Pétrographiquement, on assiste à des réajustements minéralogiques, par exemple chlorite de quatrième génération, ainsi qu'à des recrystallisations de calcite, quartz et micas blancs (marbres).

5. Paléogéographie

Le mouvement de distension installé depuis le Trias a abouti, au Jurassique, à la création de l'océan liguro-piémontais (ARNAUD et al. 1985). Les unités ophiolitiques de la *Nappe piémontaise du Tsaté*, avec leur tectonique océanique et leurs paléoreliefs, apparaissent dès cette époque, ainsi que les sédiments pélagiques associés qui vont se déposer jusqu'au Crétacé moyen. La «Série des Prasinites», particulièrement bien développée à Arolla, correspondrait à d'épaisses coulées basaltiques épanchées sur la croûte océanique piémontaise.

Au Crétacé, le premier effet de la tectonique compressive correspond à un chevauchement n'affectant que la lithosphère océanique. Celle-ci va se diviser en deux écailles, dont :

- Une zone subductée, comprimée, avec développement de l'assemblage minéralogique «schistes bleus» éo-alpin (*Zone de Zermatt–Saas Fee*) (BEARTH 1974).
- Une zone obductée sur la précédente, présentant probablement à la même époque déjà une paragenèse «schistes verts» (*Nappe du Tsaté*). Cette zone correspondait vraisemblablement à la bordure sud de l'océan piémontais et se trouvait en contact avec la marge continentale Sesia–Dent Blanche.

A la même époque, par érosion sous-marine de cette écaille obductée et probablement de la marge continentale austro-alpine qui avancent de plus en plus largement sur la zone subductée, un flysch à éléments ophiolitiques se dépose à leur front, présentant les faciès de la *Série Grise* :

- milieu profond de sédimentation : niveaux pélitiques,
- arrivées turbiditiques : bancs calcaréo-gréseux,
- érosion de la lithosphère océanique : éléments ophiolitiques emballés dans le flysch.

La tectonique compressive se poursuit tout au cours du Tertiaire, permettant aux grands charriages penniques de s'amorcer dès l'Eocène. Dès lors, le caractère renversé des unités décrites à Arolla, se développe par empilements successifs des séries, avec les restes de la lithosphère océanique piémontaise surmontant les paléo-coulées volcaniques, surmontant à leur tour le flysch crétacé supérieur de la *Série Grise*.

6. Conclusions

La *Nappe du Tsaté*, dans la région d'Arolla, est constituée des restes de la lithosphère océanique liguro-piémontaise, d'âge Jurassique moyen à Crétacé moyen, et de sa couverture pélagique Jurassique supérieur à Crétacé supérieur. Bien que la succession ophiolitique n'y soit pas exposée dans son intégralité, les différentes lithologies caractéristiques sont encore observables, en particulier les roches ultrabasiques, basiques plutoniques et effusives. Les roches sédimentaires associées, elles, ne permettent plus de retrouver une *Série de Chabrière* typique. Le métamorphisme alpin et la tectonique polyphasée ont passablement remanié la succession stratigraphique originelle de ces sédiments.

La découverte de foraminifères planctoniques datant une partie des séries sédimentaires au Crétacé supérieur, confirme la présence à l'intérieur des *Schistes lustrés* de deux ensembles :

- a) une couverture sédimentaire Jurassique supérieur–Crétacé moyen de la lithosphère océanique piémontaise, typiquement associée aux roches vertes,
- b) un flysch plus tardif, Crétacé supérieur, déposé sur les successions ophiolitiques.

Enfin, il faut insister sur le caractère local de ces observations. La «Série des Prasinites» présente à Arolla sous la forme d'une épaisse unité, ne se suit pas latéralement. D'une manière générale, les roches vertes plutoniques, les metabasites et les métasédiments de la *Nappe du Tsaté*, s'interpénètrent d'une façon beaucoup plus complexe dans le reste du domaine pennique. La région d'Arolla fournit ainsi une situation tectonique simplifiée, favorable à la reconstitution dans un cadre alpin, d'un complexe ophiolitique typique.

Remerciements

J'exprime ma vive reconnaissance à MM. R. Chessex, A. Escher et M. Marthaler pour leur lecture critique du manuscrit et leur aide et conseils sur le terrain, ainsi qu'à Mme. M. Caron pour ses difficiles déterminations des foraminifères planctoniques.

BIBLIOGRAPHIE

- ARGAND, E. (1909): L'exploration géologique des Alpes penniques centrales. – *Bull. Soc. vaud. Sci. Nat.* 166.
- ARNAUD, H., ARNAUD-VANNEAU, A., BOURBON, M., LEMOINE, M., & MEGARD-GALLI, J. (1985): Hauts-fonds dans la paléogéographie mésozoïque des Alpes occidentales: témoins d'une activité tectonique liée à l'ouverture de l'océan téthysien ligure. – *Bull. Sect. Sci.* 9, 115–128.
- AUZENDE, J. M., POLINO, R., LAGABRIELLE, Y., & OLIVET, J. L. (1983): Considérations sur l'origine et la mise en place des ophiolites des Alpes occidentales: apport de la connaissance des structures océaniques. – *C. R. Acad. Sci. (Paris)* 296/2, 1527–1532.
- BEARTH, P. (1974): Zur Gliederung und Metamorphose der Ophiolithe der Westalpen. – *Bull. suisse Minéral. Pétrogr.* 4, 385–396.
- (1976): Zur Gliederung der Bündnerschiefer in der Region von Zermatt. – *Eclogae geol. Helv.* 69/1, 149–161.
- BOURBON, M., CARON, J. M., LEMOINE, M., & TRICART, P. (1979): Stratigraphie des schistes lustrés piémontais dans les Alpes cottiennes (Alpes occidentales franco-italiennes): nouvelles interprétations et conséquences géodynamiques. – *C. R. Soc. géol. France* 4, 180–192.
- DIETRICH, V. J. (1980): The distribution of ophiolites in the Alps. – *Ophioliti* 1, spec. issue, 7–51.
- ELTER, G. (1971): Schistes lustrés et ophiolites de la zone piémontaise entre Orco et Doire Baltée (Alpes Graies) – Hypothèses sur l'origine des ophiolites. – *Géol. alp. (Grenoble)* 47, 147–169.
- ELTER, G., ELTER, P., STURANI, C., & WEIDMANN, M. (1966): Sur la prolongation du domaine ligure de l'Apennin dans le Monferrat et les Alpes et sur l'origine de la nappe de la Simme s.l. des Préalpes romandes et chablaisiennes. – *Arch. Sci. (Genève)* 19, 279–377.
- ESCHER, A. (sous presse): Structure de la nappe du Grand St-Bernard entre le Val de Bagnes et les Mischabel. – *Rapp. Serv. géol. natl.*
- HAGEN, T. (1948): Geologie des Mont-Dolin und des Nordrandes der Dent Blanche-Decke zwischen Mont Blanc de Cheilon und Ferpècle (Wallis). – *Matér. Carte géol. suisse* 90.
- KUNZ, P. (1985): Géologie de la région Evolène-Arolla, Val d'Hérens, Valais, Suisse. – *Trav. Diplôme inédit, Univ. Genève et Lausanne.*
- LAGABRIELLE, Y., POLINO, R., AUZENDE, J. M., BLANCHET, R., CABY, R., FUDRAL, S., LEMOINE, M., MEVEL, C., OHNENSTETTER, M., ROBERT, D., & TRICART, P. (1984): Les témoins d'une tectonique intraocéanique dans le domaine téthysien: analyse des rapports entre les ophiolites et leurs couvertures métasédimentaires dans la zone piémontaise des Alpes franco-italiennes. – *Ophioliti* 9/1, 67–88.
- LEMOINE, M. (1954): Observations nouvelles sur la stratigraphie de la zone piémontaise (Schistes lustrés du Queyras). – *Bull. carte géol. France* 52/241, 273–282.
- (1971): Données nouvelles sur la Série du Gondran près de Briançon (Alpes cottiennes). Réflexions sur les problèmes stratigraphiques et paléogéographiques de la zone piémontaise. – *Géol. alp. (Grenoble)* 47, 181–201.
- LEMOINE, M., STEEN, D., & VUAGNAT, M. (1970): Sur le problème stratigraphique des ophiolites piémontaises et des roches sédimentaires associées: observations dans le massif de Chabrière en Haute-Ubaye (Basses-Alpes, France). – *C. R. Soc. Phys. Hist. nat. Genève [n.s.]* 5/1, 44–59.
- MARTHALER, M. (1984): Géologie des unités penniques entre le Val d'Anniviers et le Val de Tourtemagne (Valais, Suisse). – *Eclogae geol. Helv.* 77/2, 395–448.
- SARTORI, M. (1987): Structure de la Zone du Combin entre les Diablons et Zermatt (Valais). – *Eclogae geol. Helv.* 80/3, 789–814.
- TERMIER, P. (1902): Quatre coupes à travers les Alpes franco-italiennes. – *Bull. Soc. géol. France* 2, 411–433.

Manuscrit reçu le 19 février 1987

Révision acceptée le 31 juillet 1987