

Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie
Band: 69 (1989)
Heft: 2

Artikel: Les brèches de la région d'Evolène (Nappe du Mont Fort, Valais, Suisse)
Autor: Allimann, Michel
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-52791>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.01.2026

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

Les brèches de la région d'Evolène (Nappe du Mont Fort, Valais, Suisse)

par Michel Allimann¹

Abstract

The Mt Fort nappe, part of the Penninic realm, is composed of a monocyclic basement with relatively high-pressure metamorphism minerals (Métailler unit), a detrital Permian unit (Greppon Blanc) and a carbonate cover in autochthonous position. Two units are distinguished in this cover, Triassic marbles and dolomites in the Evolène unit, upper Cretaceous breccias and marbles in the Meina unit. Allochthonous slices of the Berté unit overlie the upper limit of the Mt Fort nappe.

Some significant sections including breccias are described with some details. They were probably deposited along strike-slip faults during early Upper Cretaceous. This tectonic event preceded shortly a blue schists metamorphic phase, which is still clearly recognizable in the Métailler gneisses, and yielded a K/Ar age of 90 ma.

Keywords: Breccias, paleogeographic evolution, Penninic Alps, Mt. Fort nappe, Valais, Switzerland.

Résumé

La nappe du Mont Fort fait partie du Pennique moyen. Elle est formée d'un socle monocyclique montrant des reliques d'un métamorphisme de relativement haute pression (unité du Métailler), suivi stratigraphiquement par une unité détritique permienne (unité du Greppon Blanc) puis par une couverture carbonatée. Deux unités sont distinguées au sein de cette couverture. La première (unité d'Evolène) comprend des marbres et des dolomies triasiques, la seconde (unité de La Meina) rassemble des brèches et des marbres du Crétacé supérieur. Le tout est surmonté par quelques écailles allochtones (unité de Berté) jalonnant le sommet de la nappe.

Les brèches de l'unité de La Meina sont décrites en détail. Elles se sont probablement formées le long de failles décrochantes actives au début du Crétacé supérieur. Cet événement a précédé de peu l'épisode métamorphique en faciès schistes bleus, dont on retrouve les traces dans l'unité du Métailler, et qui a été daté autour de 90 ma.

1. Introduction

Cet article présente quelques résultats nouveaux d'une étude régionale effectuée dans le Val d'Hérens, entre la Dixence et la crête du Sas-seneire.

Le cadre régional a déjà été décrit dans une publication antérieure (ALLIMANN, 1987), il ne sera donc que brièvement rappelé. Les lignes qui vont suivre concerneront le front de la nappe du Mont Fort, elles décriront surtout une partie de la couverture mésozoïque où la poursuite des travaux de terrain a fourni de nouveaux résultats. Quelques points originaux de l'histoire paléogéographique de cette unité seront discutés.

2. Cadre géologique (fig. 1)

La nappe du Grand St-Bernard (LUGEON et ARGAND, 1905, BEARTH, 1961, etc.) est maintenant subdivisée (ESCHER, 1988 et ESCHER et al., 1988) en plusieurs nouvelles nappes: zone Houillère et nappes des Pontis, de Siviez-Mischabel et du Mont Fort. De même, la zone du Combin (ARGAND, 1909) correspond maintenant - dans la région ici concernée - à plusieurs unités tectoniques rattachées aux nappes de Siviez-Mischabel, du Mont Fort et du Tsaté (voir aussi SARTORI, 1987b).

L'unité qui coiffe le tout est la nappe de la Dent Blanche.

¹ Institut de Géologie, Univ. Lausanne, BFSH-2, CH-1015 Lausanne

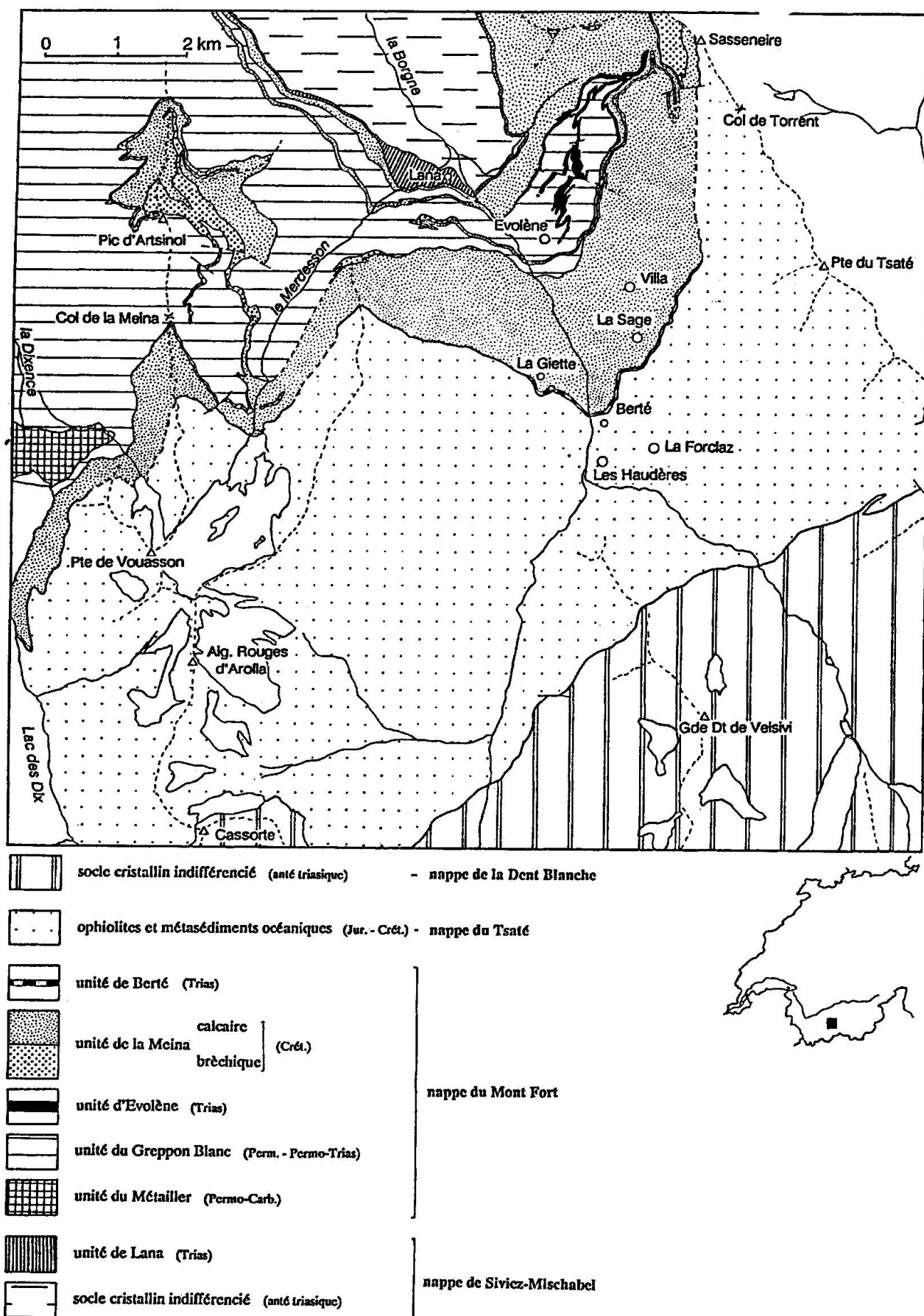


Fig. 1 Carte tectonique de la nappe du Mont Fort dans le Val d'Hérens

La *nappe de Siviez-Mischabel* comprend un socle anté-triasique (THÉLIN et AYRTON, 1983, SARTORI et THÉLIN, 1987) et une fine couverture du Trias inférieur, composée surtout de quartzite, gypse et cornieule (appelée unité de Lana dans cet article). Cette couverture forme vraisemblablement le tégument des Préalpes médianes rigides (SARTORI, 1988).

La *nappe du Mont Fort* rassemble plusieurs unités à statut métamorphique monocyclique, d'âge paléozoïque supérieur à mésozoïque, dessinant le front d'un pli couché complexe. L'unité formant le cœur de cette nappe est celle du Métailler (Carbonifère sup. à Permien inf.?), représentée surtout par des gneiss à amphibole bleue et des roches vertes; son extrémité orientale se situe près du barrage de la Dixence.

Elle est surmontée par l'unité du Greppon Blanc (Permien sup. à Trias inf.?), qui rassemble plusieurs lithologies. Le terme inférieur, rarement présent, est un gneiss albitique à passées chlorito-micacées. Le suivant est un micaschiste quartzitique plus ou moins chloriteux et localement un peu carbonaté, contenant de rares passées conglomératiques et quelques niveaux de roche verte; il constitue la plus grande partie de cette unité. Le terme supérieur n'est visible qu'au front de la nappe, il débute par un quartzite verdâtre conglomératique (faciès Verrucano briançonnais). Il devient progressivement moins micacé et prend un aspect rubané, puis passe progressivement à un quartzite blanc plaqueté, au sommet de l'unité.

La couverture carbonatée mésozoïque se subdivise en trois unités. La première est celle d'Evolène, conservée dans la partie orientale de notre région où elle est représentée par des marbres et des dolomies. La suivante, l'unité de La Meina, comprend surtout des brèches et des marbres siliceux. Elle forme l'essentiel de cette couverture et sera décrite en détail plus loin. La dernière est l'unité de Berté; elle contient des dolomies plus ou moins bréchifiées et des schistes quartzitiques écrasés. Cette unité est en position allochtone sur les autres et n'est représentée que dans quelques écaillés fortement tectonisées le long du contact entre les nappes du Mont Fort et du Tsaté. Elle constitue probablement le prolongement de la série du Frilhorn (SARTORI, 1987b).

La *nappe du Tsaté* réunit des ophiolites et des métasédiments déposés sur une croûte océanique. Ces roches sont très fortement déformées. Les observations stratigraphiques et tectoniques actuelles sont encore insuffisantes pour bien comprendre les détails de la structure, les relations entre les lithologies, ainsi que leur histoire.

3. L'unité de La Meina – Description détaillée

Cette unité est en continuité latérale avec la «série rousse» décrite par MARTHALER (1984) et par SARTORI (1987b) dans le Val d'Anniviers, le Turtmantal et le Mattertal, où elle a été datée de la base du Crétacé supérieur (MARTHALER, 1981). Dans le Val d'Hérens, elle présente cependant une plus grande variété de lithologies ainsi qu'une épaisseur nettement plus importante, c'est pourquoi j'ai choisi de lui donner un nom local, bien que cela complique une nomenclature déjà bien embrouillée.

Elle est formée de métasédiments détritiques, de brèches et de marbres. Seuls ces derniers sont continus, les premiers ne sont représentés que localement, entre le Sasseneire et Evolène, vers Arbey et le Raz d'Arbey et enfin autour du Pic d'Artsinol. Le dernier groupe d'affleurements sera décrit de manière détaillée, le premier brièvement évoqué et celui d'Arbey négligé.

RÉGION DU PIC D'ARTSINOL

Plusieurs coupes (fig. 2A et B) ont été levées dans la structure synclinale affleurant autour du Pic d'Artsinol, une autre l'a été plus au sud, dans le flanc normal de la nappe (coupe des Arpilles). Elles débutent toutes dans le sommet de l'unité du Greppon Blanc et ne couvrent généralement qu'une partie de l'unité de La Meina. Une seule (les Arpilles) atteint le contact avec la nappe du Tsaté.

La *coupe de La Meina [IV]* a été levée au dessus de l'alpage du même nom, le long d'une crête latérale du Pic d'Artsinol. Les roches sont pour la plupart en position renversée et la description débutera depuis le haut.

1. Autour du point coté 2719 m affleure un micaschiste quartzitique à patine brun sombre et cassure grise ponctuée de taches vert sombre. Trois niveaux différents y sont intercalés:

1a. le premier est une roche verte à texture prasinitique,

1c. le deuxième correspond à un schiste vert clair à composition proche du micaschiste, mais plus riche en albite et chlorite,

1d. le dernier à un schiste carbonaté à patine brunâtre, structure vacuolaire, réagissant fortement à HCl, mais à composition surtout quartzo-micacée.

2. Entre 2695 et 2665 m alternent des niveaux de quartzite blanc légèrement micacé, de dolomie jaune plus ou moins quartzreuse et de marbre gris quartzeux. Ces niveaux sont plus ou moins

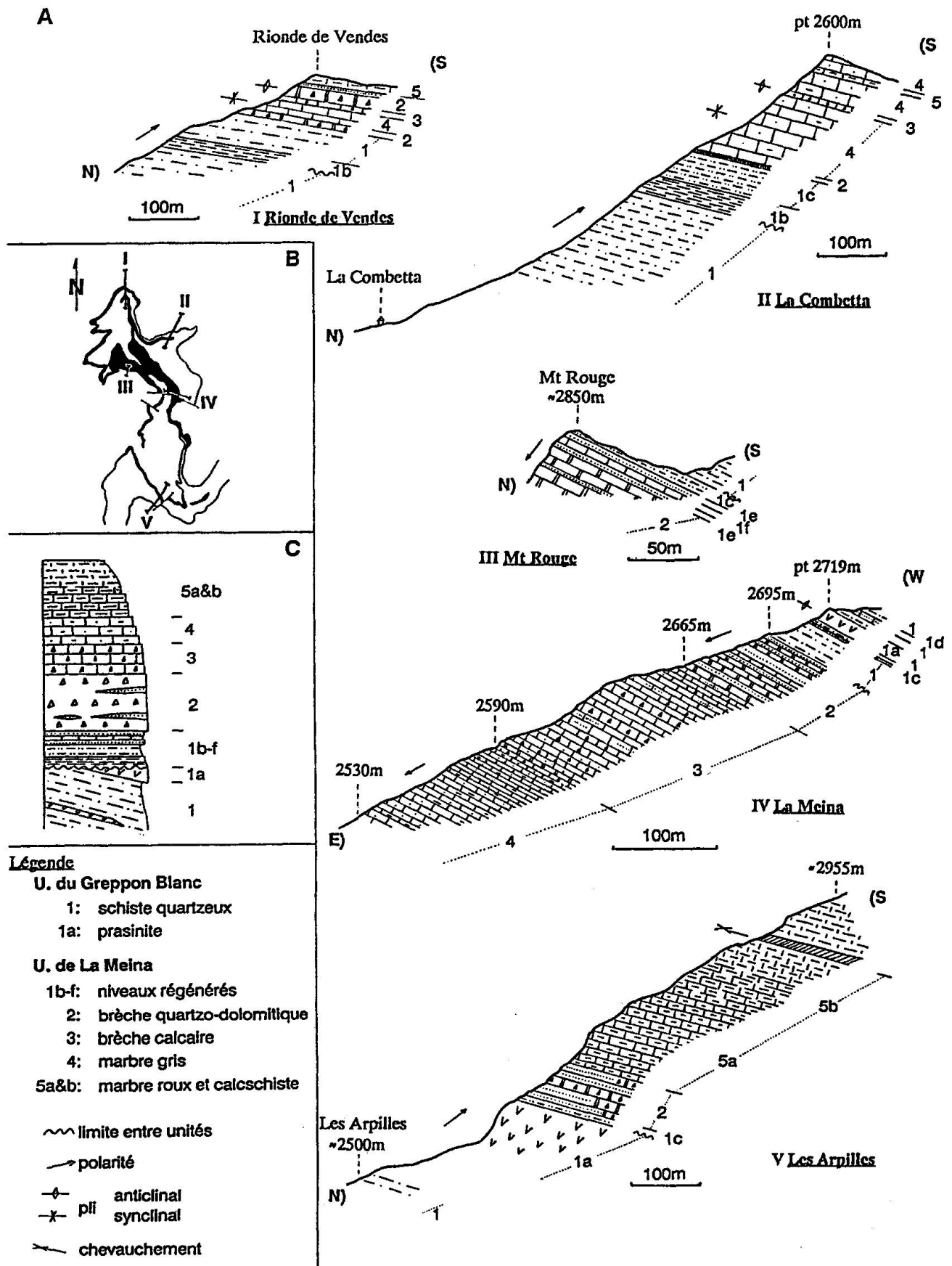


Fig. 2 A: coupes de terrain, B: localisation des coupes, C: synthèse stratigraphique. Explications détaillées dans le texte.

continus, leur observation détaillée montre que les niveaux carbonatés sont en fait des brèches à éléments de taille irrégulière, généralement très étirés (fig. 3a et b) et matrice peu abondante à inexistante. Les bancs quartzeux sont de gros blocs fortement étirés ou des niveaux régénérés grain par grain.

Ces lithologies constituent un ensemble cartographiable désigné comme «*brèche quartzo-dolomitique*». Elle se reconnaît par la présence de niveaux décimétriques à métriques de quartzite et par sa teinte jaune à beige.

3. En dessous, les niveaux quartzitiques deviennent plus fins et vont progressivement se diluer dans les niveaux carbonatés, eux-mêmes tendant rapidement vers une composition plus calcaire. La nature bréchique de la roche est d'abord discrète, puis devient progressivement évidente; la patine évolue vers une teinte grise et s'assombrit. Un passage progressif se fait vers le deuxième ensemble cartographiable, la «*brèche calcaire*».

Elle débute par un calcaire gris plaqueté à fines alternances millimétriques à centimétriques quartzitiques. Plus bas, ce calcaire gris plaqueté devient moins quartzeux, il contient un bon nombre de petits éléments de dolomie, grise surtout, puis d'éléments de nature variée, dolomie grise toujours mais aussi dolomie jaune, marbre gris et parfois marbre noir (fig. 3d). Un niveau de dolomie jaune orangé est visible vers la base de cette brèche. L'affleurement ne permet pas de déterminer s'il s'agit d'un niveau continu ou d'un chalet de blocs.

4. A partir de 2590 m, la roche prend un débit nettement plus fin, millimétrique, et devient plus sombre. S'il s'agit toujours d'un marbre gris quartzeux, il ne semble cependant que rarement bréchique à l'exception de quelques niveaux; il devient par contre un peu micacé. Vers la base de la coupe, ce «*marbre gris*» devient plus massif, plus pur.

La suite de la coupe est masquée par la couverture quaternaire.

La coupe du Mont Rouge [III], levée 200 m plus haut sur la même crête, permet de décrire avec plus de précisions la base de l'unité de La Meina et le contact avec celle du Greppon Blanc. Elle montre la succession suivante:

1. micaschiste quartzitique analogue à celui déjà décrit dans la coupe de La Meina; il se poursuit vers le sud jusqu'au delà du sommet du Pic d'Artsinol;

1c. schiste gris verdâtre rubané à nombreux points et plages de teinte rouille, à lentilles millimétriques de quartz, composé surtout de quartz, mica blanc et carbonates;

1e. quartzite blanc plaqueté;

1f. un banc massif de marbre gris clair à blanc; il se signale par des rubans de coloration gris sombre à blanc et des éléments gris sombre très étirés; il présente localement un aspect de brèche monogénique fortement déformée;

1e. à nouveau quartzite blanc plaqueté;

2. et enfin une succession de lithologies correspondant à celles décrites dans la brèche quartzo-dolomitique, laquelle constitue la majeure partie du Mont Rouge.

Ces différents niveaux affleurent en dip slope jusqu'au col entre Pic d'Artsinol et Mont Rouge. On ne retrouve ensuite que le marbre, qui affleure en quelques endroits jusqu'au-dessus du Sex Frei.

La coupe de La Combetta [II] présente des lithologies en partie différentes, dans l'ordre suivant:

1b. Un niveau de schiste noir affleure au-dessus de l'alpage de La Meina et se continue jusqu'à la crête au nord de Rionde de Vendes. En plus de sa teinte très typique, il se caractérise par son grain très fin et par son débit irrégulier, généralement en minces plaques millimétriques, parfois plus grossier, centimétrique.

1c. Au-dessus du chalet de La Combetta, il est séparé des niveaux carbonatés par un schiste brun verdâtre ressemblant au schiste gris verdâtre décrit près du Mont Rouge. Ce schiste a une patine brun foncé, un peu verdâtre sur les surfaces plus fraîches. Les cassures montrent une fine alternance de niveaux vert foncé ou blanc, ces derniers étant oblitérés par une fine trame brunnâtre. Le tout est fortement plissoté.

2. Le premier niveau carbonaté se manifeste par la coloration orangée du sol d'où émergent quelques fragments dolomitiques très fracturés.

4. Après une lacune d'observation de quelques mètres affleurent des marbres quartzeux gris; ceux-ci montent jusqu'au sommet de cette crête; deux niveaux différents viennent s'y intercaler:

3. tout d'abord un mètre de brèche jaune un peu quartzeuse;

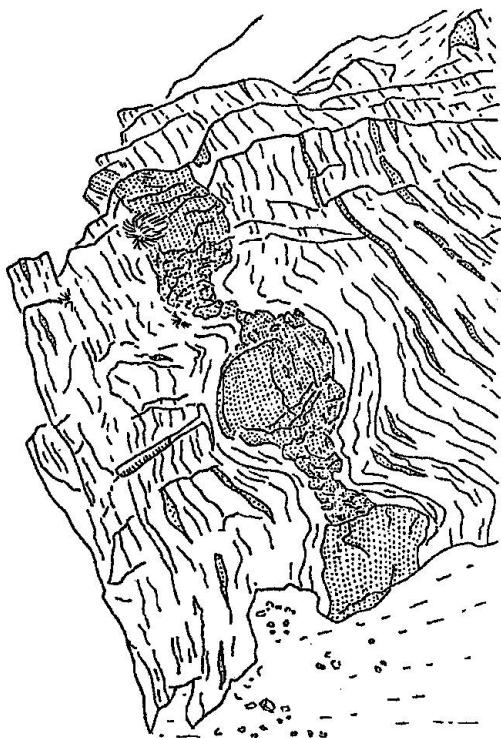
5. et plus haut quelques décimètres d'un marbre micacé à patine ocre à rousse.

Une autre coupe a été levée le long de l'arête principale, près de Rionde de Vendes [I]. Elle montre une succession de lithologies assez proche de celle de La Combetta:

1. d'abord un micaschiste quartzitique,

1b. suivi d'un schiste noir, probablement en continuité avec celui de La Combetta,

1. vient ensuite, à la différence de la coupe précédente, un micaschiste quartzitique, identique à celui d'en dessous,



a) Crête E du Mt Rouge - Brèche quartzo-dolomitique, éléments de quartzite [stippled pattern], matrice calcaro-dolomitique [fine lines pattern]



b) Glacier rocheux à l'E du Pic d'Artsinol - Brèche quartzo-dolomitique, éléments de quartzite [stippled pattern] et de dolomie [small circles pattern], matrice de marbre gris quartzeux [horizontal lines pattern]



c) Falaise au S des Arpillles - Brèche quartzo-dolomitique, quartzite reconstitué avec lentilles dolomitiques [stippled pattern]



d) Base E du Raz d'Arbey - Brèche calcaire, éléments de dolomie grise [stippled pattern] ou jaune [horizontal lines pattern] matrice de marbre quartzeux

2. surmonté par les niveaux carbonatés, avec tout d'abord une brèche dolomitique jaune,

4. puis un marbre gris quartzeux à débit fin,

3. une brèche calcaire,

2. une brèche dolomitique se terminant par un niveau de quartzite blanc,

5. et enfin un calcschiste roux à débit fin, millimétrique, qui alimente de fins éboulis très instables, repérables de loin par leur teinte sombre. Il forme de médiocres affleurements, plaqués sur les lithologies plus résistantes à l'érosion.

Les niveaux de brèche ont généralement un aspect identique à ce qui a été décrit dans la coupe de La Meina (IV). Il en va autrement lorsqu'ils sont amincis et étirés. Ils prennent alors une teinte beige et se débitent en bancs centimétriques séparés par de fins niveaux micacés riches en minéraux opaques. Il n'est plus possible de distinguer la brèche quartzo-dolomitique de la brèche calcaire dans ces niveaux métriques.

La coupe des Arpilles [V] a été levée plus au sud, dans le flanc normal de la nappe. Elle montre la couverture du Mont Fort ainsi que le contact avec la nappe du Tsaté, avec de bas en haut:

1. micaschiste quartzitique en masse tassée, vers 2500 mètres d'altitude;

1a. prasinite verte assez homogène et massive, ponctuée de mouchetures blanches, à patine sombre;

1c. quelques mètres d'un schiste quartzitique verdâtre;

2. quartzite blanc plaqueté à débit centimétrique plus ou moins régulier, contenant vers le haut quelques lentilles centimétriques à décimétriques brun jaune de dolomie (fig. 3c). Ce quartzite contient deux niveaux carbonatés, surtout dolomitiques, avec passage progressif entre les lithologies. L'ensemble est considéré comme un équivalent de la «brèche quartzo-dolomitique». Il suffit d'ailleurs de suivre ce niveau sur quelques dizaines de mètres vers l'est pour retrouver, de l'autre côté de la faille, des lithologies à peu près identiques à celles de La Meina;

5. la coupe se poursuit par environ deux cent mètres d'un «marbre roux», d'abord quartzo-micacé <5a>, à patine rousse et cassure grise, à niveaux microconglomératiques contenant des éléments dolomitiques, et à passées micacées prenant progressivement de l'importance, passant ensuite à un calcschiste <5b> plus sombre et plus délité.

Le contact avec la nappe du Tsaté est souligné vers 2880 mètres par quelques affleurements de serpentinite rattachés à cette nappe.

Synthèse stratigraphique

L'unité de La Meina rassemble plusieurs lithologies cartographiables, bien représentées dans les coupes des Arpilles et de La Meina, qui sont, de haut en bas (fig. 2C):

– un *marbre roux* quartzo-micacé, parfois massif, ailleurs plus riche en micas, contenant quelques niveaux microbréchiques à éléments dolomitiques, passant vers le haut à un calcschiste; il représente l'essentiel de cette unité et repose sur les autres lithologies ou directement sur les unités inférieures;

– un *marbre gris* riche en quartz, parfois micacé, au débit irrégulier, à rares passées conglomératiques; il est, au moins en partie, un équivalent latéral du marbre roux;

– une *brèche calcaire* polygénique, à éléments carbonatés et matrice calcaire grise ressemblant au marbre gris; elle est souvent difficile à distinguer des lithologies qui l'encadrent;

– une *brèche quartzo-dolomitique*, à patine jaune, formée par une alternance de lentilles de quartzite blanc plaqueté légèrement micacé, de dolomie jaune faiblement quartzreuse et de marbre gris quartzeux;

– un mince liseré de métasédiments quartzo-micacés, rassemblant un schiste noir <1b>, un schiste verdâtre <1c> parfois conglomératique, un schiste carbonaté <1d> et un quartzite blanc <1e>; un niveau de marbre gris clair <1f> vient s'y intercaler au Mont Rouge.

Ces dernières lithologies ressemblent parfois beaucoup aux roches du Greppon Blanc. Elles sont néanmoins rattachées à l'unité de La Meina pour les raisons suivantes: 1) elles montrent parfois des passages latéraux vers les termes carbonatés, où elles viennent s'intercaler (par exemple les quartzites de la coupe des Arpilles); 2) elles alternent localement avec des niveaux carbonatés (marbre du Mont Rouge); 3) elles contiennent souvent des fragments de roche carbonatée, fragments décimétriques (les Arpilles) à millimétriques, à cœur dolomitique et à frange ankéritique et/ou calcitique, dessinant dans la roche une trame ou des mouchetures brun rouille.

Des faciès de ce genre sont connus en plusieurs endroits des Alpes occidentales, par exemple ceux du «Permien reconstitué» de la brèche du Col du Longet (LEMOINE, 1967), une partie des faciès des «Brèches à éléments cristallins» de la Tsanteleina (ELLENBERGER, 1958), ainsi que les «micaschistes reconstitués» d'Exilles ou de Pont de la Doire, à la bordure sud du Massif Ambin (CARON et GAY, 1977).

RÉGION EVOLÈNE – SASSENEIRE

L'unité de La Meina couvre une importante partie de ce versant, mais elle affleure irrégulièrement; toutes les lithologies décrites précédemment n'ont pas été retrouvées, seuls ont été observés:

- des quartzites, verts ou blancs, parfois mica-cés, pouvant être rattachés soit à l'unité du Grep-pon Blanc, soit à celle de La Meina, la distinction entre les deux types étant ici incertaine;

- une brèche dolomitique de couleur jaune, à patine orangée, contenant des éléments carbonatés ou quartzitiques, millimétriques à hectométriques, comparable à la «brèche quartzo-dolomitique» d'Artsinol; elle est bien visible dans la paroi du Sasseneire (ALLIMANN, 1987, fig. 5);

- un marbre roux quartzo-micacé, à passées conglomératiques à éléments carbonatés, passant vers le haut à un calcschiste plus riche en micas. Il contient vers sa base un niveau de prasinite finement rubané qui se suit sur plusieurs kilomètres, d'Evolène au Sasseneire. Ce marbre est en continuité avec celui des Arpillés.

Comme dans la région du Pic d'Artsinol, le marbre roux constitue la majeure partie de cette unité. Les deux premières lithologies n'apparaissent que dans le flanc normal, dans un mince anticlinal asymétrique, se poursuivant en chevauchement vers le Sasseneire puis plus à l'est. Il est séparé de la partie principale par un mince synclinal occupé par le marbre roux accompagné, vers sa charnière à Arbey, par un peu de brèche.

4. Discussion des âges et des contacts

Les unités de la nappe du Mont Fort n'ont livré que peu de fossiles. L'âge de la plupart des lithologies est établi par comparaison de faciès avec ceux d'autres séries. Certains de ces âges restent incertains. Il faut également déterminer la nature des contacts entre les unités. Ces points ont déjà été discutés (ALLIMANN, 1987), la poursuite des travaux a confirmé et précisé les interprétations antérieures.

Unité du Métailler: son âge est incertain, elle est considérée par nombre d'auteurs (dont THÉLIN et AYRTON, 1983) comme Carbonifère supérieur à Permien inférieur. Ceci est en accord avec l'absence de toute trace d'un métamorphisme pré-Carbonifère supérieur.

Unité du Grep-pon Blanc: d'après ses lithologies, elle s'étend du Permien supérieur (et peut-être sommet du Permien inf.) au Trias inférieur. Elle est en contact stratigraphique sur l'unité du Métailler.

Unité d'Evolène: d'après de rares fossiles (Dasycladacées) et des analogies de faciès avec la série du Barrhorn, elle couvre le Trias moyen (Anisien - Ladinien) et le début du Trias supérieur (Carnien). Elle repose stratigraphiquement sur l'unité du Grep-pon Blanc.

Unité de La Meina: la découverte de foraminifères planctoniques (MARTHALER, 1981 et SCHNEIDER, 1982) permet de dater le marbre roux de la base du Crétacé supérieur; les passages progressifs et latéraux entre les différentes lithologies permettent d'étendre cet âge à l'ensemble de l'unité, y compris les brèches, mais excepté peut-être tout ou partie des niveaux régénérés de sa base. Elle repose en discordance sur les unités inférieures; le contact est parfois difficile à placer avec précision. La présence de niveaux régénérés à sa base établit la nature stratigraphique de ce contact.

Unité de Berté: les lithologies observées correspondent aux niveaux triasiques de la série du Frilhorn (SARTORI, 1987b), mieux développée plus à l'est. L'origine de cette unité, ici clairement allochtone, n'est actuellement pas déterminée.

5. Structures

La nappe du Mont Fort a subi deux phases métamorphiques, la première au Crétacé supérieur, la seconde au Tertiaire, ainsi que l'indiquent les âges radiométriques (BOCQUET et al, 1974). La phase du Crétacé (âges à 94 ± 4 MA et 68 ± 3 MA, par K/Ar sur mica blanc) correspond à un faciès relativement haute pression – basse température (Schiste bleu), alors que la phase Tertiaire (environ 40 MA) est de faciès Schiste vert.

Les structures tectoniques indiquent plusieurs phases de déformation, mais aucune n'a pu être corrélée avec le métamorphisme du Crétacé. Seule pourrait lui être attribuée une linéation minérale à orientation E-W, observée dans les gneiss à glaucophane sous le barrage de la Dixence, car elle n'a pas d'équivalent parmi les structures tertiaires.

La première et principale phase distinguishable, associée au métamorphisme tertiaire, correspond à la formation de la nappe sous sa forme actuelle. Elle se traduit par des plis kilométriques isoclinaux dont les axes ont été réorientés et parallélisés avec la linéation d'étirement, dans une direction sub-méridienne. La surface axiale correspond à la schistosité principale, faiblement pentée vers le sud.

La deuxième phase replisse fortement les grands plis de première phase. Les plis sont simi-

lares et isoclinaux, les axes NW-SE. La schistosité associée est subparallèle à la principale, rarement différenciable.

La troisième phase, à axes E-W et vergence sud, est dite phase en retour et se manifeste par des plis concentriques plus ou moins aplatis (SAVARY et SCHNEIDER, 1983), accompagnés par une crénulation grossière à pendage nord.

La coupe (fig. 4) illustre les structures visibles vers le front de cette nappe. Du fait de son orientation, les plis de la phase en retour y sont peu visibles. Bien que schématique, elle met en évidence une nette séparation entre la partie frontale, où se succèdent l'unité du Greppon Blanc, le Trias carbonaté d'Evolène et les marbres de l'unité de La Meina, et le flanc normal où le Greppon Blanc – partiellement érodé – est recouvert par les brèches puis les marbres de La Meina. La limite entre les deux «domaines» correspond à un synclinal fortement étiré – accompagné par un chevauchement – formant la plus grande structure du flanc normal. Cette coupe montre aussi que les principales masses de brèche coïncident avec de grandes structures alpines, celle du Sasseneire avec un anticlinal chevauchant et celle du Pic d'Artsinol avec un synclinal.

Le flanc inverse est beaucoup plus déformé, ce dont rend bien compte l'amplitude des plis, ainsi que WEGMANN (1922) l'avait déjà montré dans ses coupes. On y retrouve localement des roches qui pourraient correspondre à l'unité d'Evolène, mais elles n'ont plus que quelques centimètres d'épaisseur; cela, ajouté à la rareté des affleurements, empêche l'intégration de ces données dans un modèle paléogéographique.

Les épaisseurs actuelles présentent de fortes variations, dont plusieurs phénomènes sont responsables. La tectonique intervient pour une grande part, ses effets sont importants mais irréguliers, ce qui est bien illustré par les éléments des brèches qui présentent des rapports grand axe / petit axe variant sur de faibles distances de 100/1 à 1/1, ainsi que par l'importance des grands plis de première phase. Des variations stratigraphiques d'épaisseur ainsi que des biseautages par érosion ont également joué un rôle important. Le manque de données ainsi que l'absence d'un terme de comparaison non déformé empêchent une estimation fiable des épaisseurs originelles de ces unités.

6. Evolution paléogéographique

La nappe du Mont Fort se distingue des autres nappes du Pennique moyen par l'absence de sédiments jurassiques, dont les calcaires du Malm, et par la composition des sédiments du

Crétacé, brèches et marbres de l'unité de La Meina au lieu des Couches Rouges du domaine briançonnais. Plusieurs caractéristiques de l'unité de La Meina vont être utiles pour discuter les causes de ces particularités:

- les brèches constituent un faciès local et discontinu de cette unité;
- elles représentent un volume nettement plus faible que celui occupé par les marbres;
- elles ont un aspect très différent du marbre roux;
- les contacts entre les lithologies sont rapides mais progressifs, verticalement et latéralement; quelques indentations ont été observées;
- la composition évolue progressivement, débutant par un terme quartzo-micacé, passant rapidement à un quartzite, puis à une roche à composition intermédiaire, quartzitique et carbonatée, le terme carbonaté devenant rapidement prédominant;
- les éléments des brèches ont une composition et une taille très variables, mais la matrice est plus constante, sa composition restant proche de celle des marbres;
- la brèche quartzo-dolomitique est pauvre en matrice (c'est très net au Sasseneire, mais moins au Pic d'Artsinol, mais la déformation y est plus intense), la brèche calcaire a une matrice prédominante;
- les brèches reposent sur les schistes et les quartzites de l'unité du Greppon Blanc mais contiennent surtout des éléments carbonatés triasiques.

Les caractéristiques de ces brèches permettent de supposer qu'elles se sont formées le long de failles, probablement pendant le Crétacé supérieur, et que le transport des éléments a été court. Il est possible de préciser le type de faille en comparant ces roches avec d'autres cas décrits ailleurs dans les Alpes (cf. LEMOINE et TRÜMPY, 1987, JAILLARD, 1987, LEMOINE et DE GRACIANSKY, 1988, etc.), et en se basant sur les caractéristiques énumérées plus haut.

Il ne s'agit certainement pas de failles normales, car les brèches devraient reposer au moins partiellement sur du Trias carbonaté (prolongeant celui qui a fourni les éléments). De plus, leur composition devrait évoluer d'un terme carbonaté vers un terme quartzo-micacé, à l'inverse de nos observations.

Il peut s'agir de failles inverses, mais elles ont dû avoir une activité polyphasée (voir la fig. 5a). D'abord un jeu normal, accompagné probablement par un basculement, suivi par une période d'érosion biseautant les couches, et plus tard une inversion des failles ramenant les deux compartiments dans leur position initiale. Des brèches

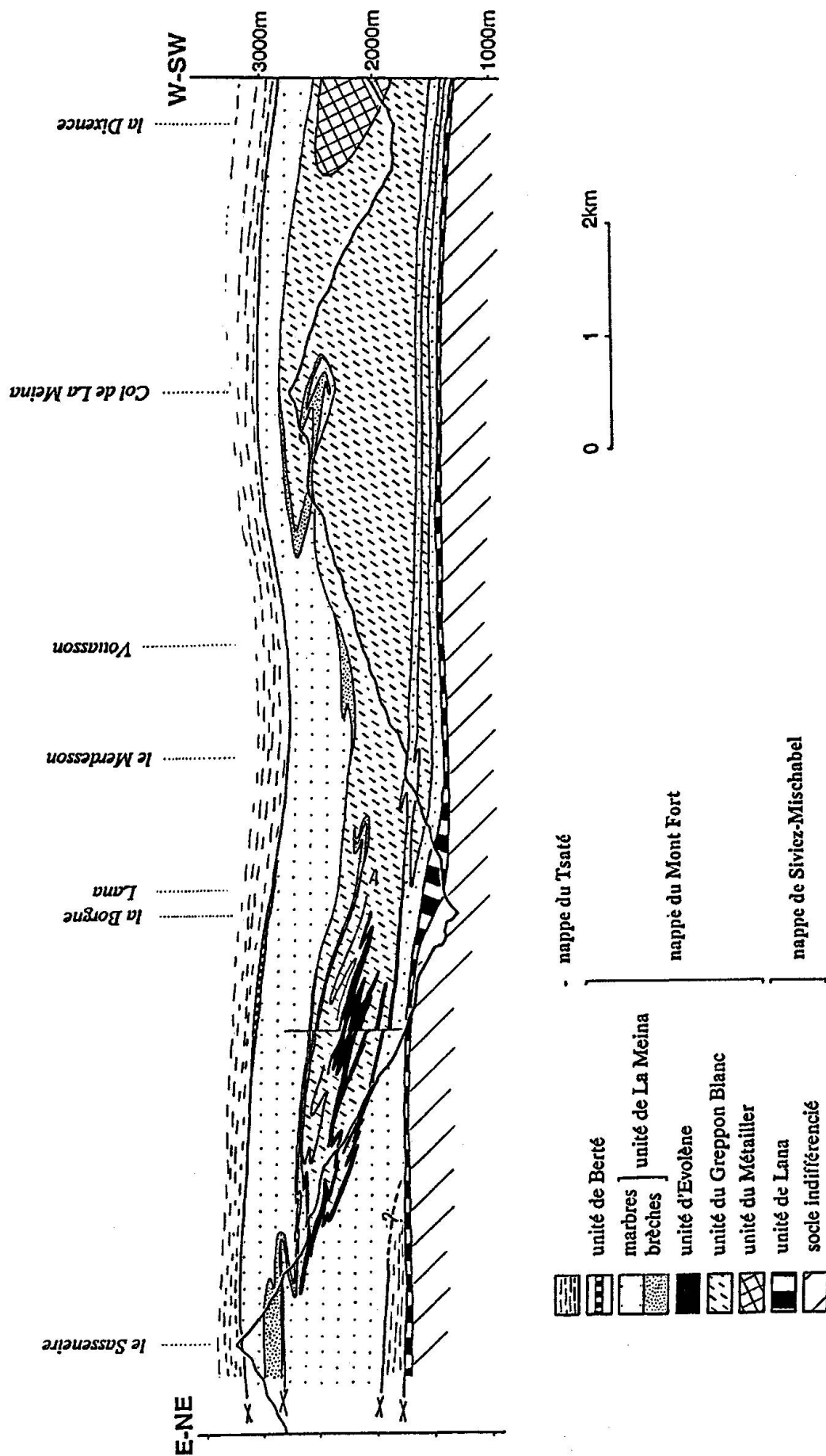


Fig. 4 Le front de la nappe du Mont Fort, vu en coupe.

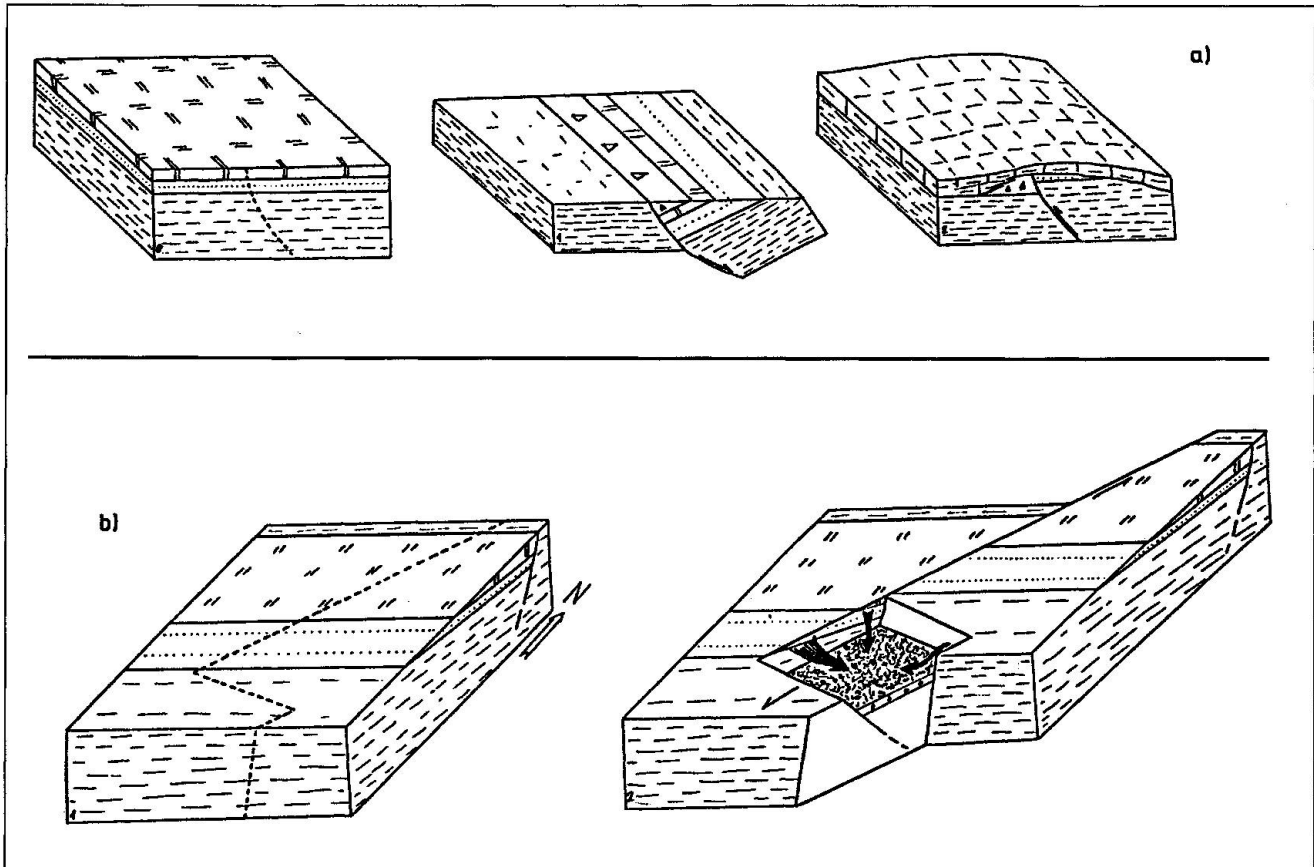


Fig. 5 Mode de formation des brèches le long de failles inverse (a), ou de décrochements (b).

pourront alors se former aux dépens des sédiments de la partie supérieure du bloc remonté.

Un tel mécanisme permet de comprendre pourquoi les brèches reposent sur l'unité du Greppon Blanc, ainsi que l'absence de Trias dans la région du Pic d'Artsinol, mais explique mal l'évolution de leur composition.

L'activité de failles décrochantes est beaucoup plus en accord avec les données disponibles. Ce type de structure, inspiré des bassins en Pull Apart (voir la synthèse de SYLVESTER, 1988), va créer des reliefs abrupts où des brèches pourront se former et une zone subsidente où elles se déposeront. Le bassin va s'approfondir et pourra donc recevoir des sédiments aussi longtemps que la faille sera active. La nature de ces sédiments sera fonction du taux de sédimentation régional. Tant que ce taux est nul ou faible, les brèches contiendront peu de matrice, mais s'il augmente la proportion de matrice va également s'accroître. Les brèches ne pourront plus se former si ce taux devient assez important pour effacer le relief dû à l'activité de la faille.

Un tel modèle s'applique très bien au cas des brèches du Pic d'Artsinol. En effet, l'unité de La Meina est discordante sur les unités inférieures,

cette discordance est probablement due à un basculement (par l'action de failles normales?) suivi d'une érosion dénudant par places les sédiments permien. Cet édifice va être recoupé par des failles décrochantes en relais. L'activité de ces failles va amener les lithologies les unes après les autres dans la zone où se forment les brèches. Dans le cas illustré ici (fig. 5b. Les orientations des différentes structures sont supposées), ce sont d'abord du quartz et des phyllosilicates (éléments des futurs schistes quartziteux) puis du quartz (futurs quartzites) et enfin des carbonates triasiques qui vont être arrachés au bloc ouest, alors que le compartiment oriental fournira en permanence quartz et phyllosilicates. Cela correspond bien aux premiers niveaux de l'unité de La Meina, plus précisément aux schistes quartziteux régénérés, aux quartzites régénérés et à la brèche quartzite-dolomitique. Dans les stades suivants, les failles continuant à fonctionner (persistance des niveaux bréchiques jusque dans le marbre roux), c'est l'importance de la sédimentation régionale qui va probablement contrôler la nature des dépôts. Le taux de sédimentation était faible pendant que se formait la brèche quartzite-dolomitique, il va augmenter (brèche calcaire)

puis devenir relativement important (dépôt des marbres).

Le même modèle s'applique également très bien aux brèches du Sasseneire. L'évolution a dû être un peu différente, le stade intermédiaire correspondant au dépôt de la brèche calcaire et du marbre gris n'étant pas développé. Ceci pourrait être lié à une augmentation plus rapide de la sédimentation régionale, ou à une géométrie un peu différente des Pull Apart.

Quelques suppositions sur les profondeurs peuvent être avancées. Les niveaux ayant fourni le matériel des niveaux régénérés ont probablement connu une longue période d'émersion pendant laquelle ils ont été altérés et désagrégés (LEMOINE, 1967). Ces sédiments se sont probablement déposés dans un milieu marin (ou lacustre), car ils semblent assez homogènes et continus. Cela est confirmé par la présence d'un niveau de marbre. D'autre part, l'évolution marbre gris - marbre roux - calcschiste est probablement liée à une augmentation de la fraction argileuse, traduisant probablement un approfondissement du bassin ou une variation de la CCD.

Ces failles n'ont pas été identifiées sur le terrain. Il semble cependant qu'elles ont en partie influencé la géométrie et l'ordonnance des structures actuellement visibles (DE GRACIANSKI et al., 1988). Les brèches du Sasseneire correspondent à un important anticlinal à flanc inverse absent ou incomplet, suivi par un plan de chevauchement. Il est tout à fait possible que ce chevauchement tertiaire se soit formé en réactivant une des paléofailles (fig. 6a) limitant le bassin où ces brèches se sont déposées.

Un tel mécanisme ne semble par contre pas avoir fonctionné pendant la formation du synclinal du Pic d'Artsinol. Cette structure a cependant un trait particulier, les niveaux carbonatés sont fortement pincés près de la jonction avec le flanc normal. Il est possible qu'une paléofaille ait joué un rôle de butoir (fig. 6b). L'action passive de la faille, la géométrie initiale de la masse bréchique ainsi que les contrastes rhéologiques entre les lithologies ont provoqué la formation d'une pincée synclinale qui a ensuite été amplifiée par les phases de déformation tertiaires.

Les données stratigraphiques et tectoniques, ainsi que les points qui viennent d'être discutés permettent de reconstituer quelques étapes de l'évolution paléogéographique du domaine d'où est issue la nappe du Mont Fort.

A - *Carbonifère sup. à Permien inf.*: formation et remplissage d'un graben dans un socle inconnu (Mont Rose ou partie interne de Siviez-Mischabel ?), sédimentation essentiellement détritique, en milieu probablement continental (TRÜMPY, 1980), avec intercalation de volcanites acides et basiques et petites intrusions gabbro-aques.

B - *Permien sup. à Trias inf.*: dépôt de sédiments détritiques, probablement toujours continentaux (à littoraux), scellant les structures tardihercyniennes.

C - *Trias moyen à supérieur*: transgression marine et établissement d'une plate-forme carbonatée, continuation méridionale du bassin briançonnais (BAUD, 1987).

D - *Jurassique*: période principale de rifting avec formation de failles normales à rejeu impor-

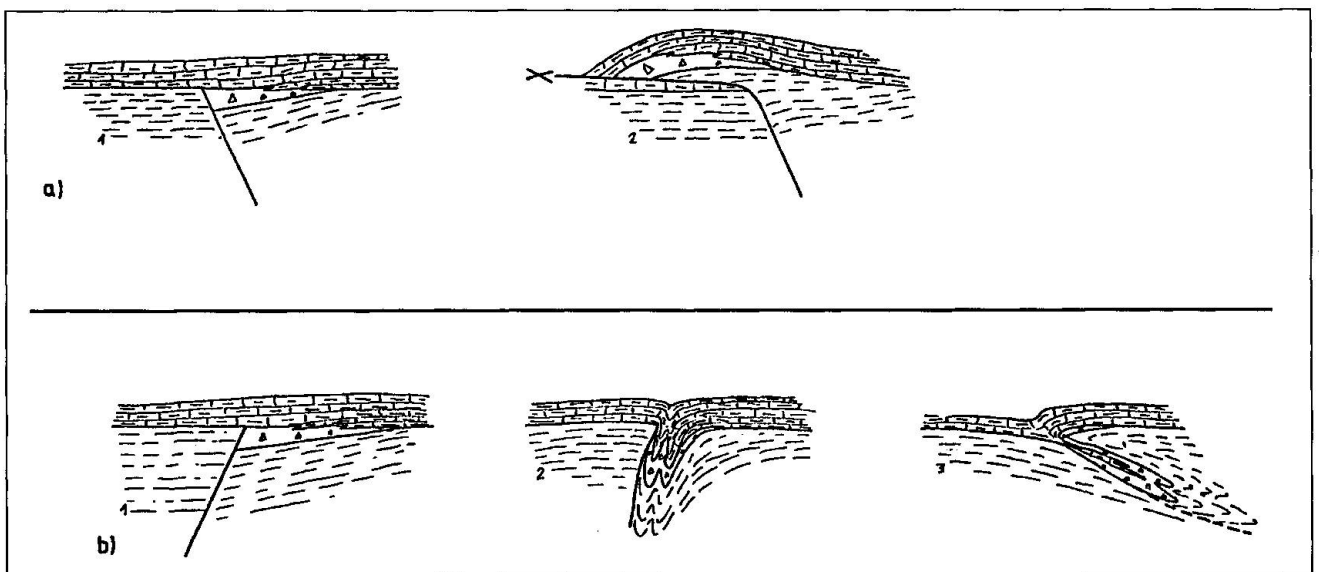


Fig. 6 Rôle des failles pendant la tectonique tertiaire: a) reprise en chevauchement (Sasseneire), b) action passive, formation d'une «pincée» (Pic d'Artsinol).

tant, provoquant le basculement des blocs, peut-être vers le nord, et amenant le domaine ici concerné en position haute. Cette phase se poursuit par une longue période d'érosion faisant affleurer les sédiments permien sur la majeure partie de ce domaine. Ces différents événements sont mal documentés du fait de l'absence de sédiments de cette période, ils sont en bonne partie inspirés de données obtenues en plusieurs endroits du domaine briançonnais (SARTORI, 1987a, LEMOINE et TRÜMPY, 1987, GENGE, 1958, etc.).

E – Crétacé supérieur: Cette période comprend deux étapes principales.

La première est caractérisée par une activité tectonique provoquant la formation de failles décrochantes. Les relais entre ces décrochements créent de nouvelles failles ou réactivent partiellement les failles jurassiques, formant ainsi des bassins en Pull Apart où se déposent des brèches formées le long des reliefs. Ce domaine paléogéographique va progressivement s'enfoncer, ce qui provoquera une transgression généralisée.

L'hypothèse de grands coulissements sénestres affectant les domaines piémontais et austro-alpin au Crétacé supérieur (post Albien et anté Lutétien) a été proposée par DEBELMAS (1975) et par TRÜMPY (1976), elle a été reprise plus récemment par GEALEY (1988).

La seconde étape semble suivre de près la première. Elle correspond à un épisode métamorphique de relativement haute pression / basse température, dont les paragenèses sont bien préservées dans quelques roches de la nappe du Mont Fort. Il faut cependant relever que les données radiométriques indiquent une fourchette assez large, entre 94 et 68 MA. Il n'est pas exclu que certains événements tectoniques (écaillages, formations de nappes) aient eu lieu pendant cette seconde étape.

F – Tertiaire: Cette période se caractérise par l'activité tectonique alpine. Celle-ci va déformer les roches, les plisser, et réactiver certaines structures antérieures. C'est au plus tard pendant cette période que la nappe du Mont Fort va se détacher de son socle, peut-être par inversion du graben permo-carbonifère. La paléofaille du Sasse-neire va être reprise en chevauchement (avec aplatissement du tracé vers le haut), celle du Pic d'Artsinol ne sera par contre pas ou peu affectée, probablement du fait de son orientation.

7. Conclusion

Un nouveau modèle d'évolution paléogéographique est proposé, qui essaie d'intégrer l'ensem-

ble des données stratigraphiques et tectoniques. Il se distingue par deux points, d'une part il suppose une longue période d'érosion, d'autre part il implique que plusieurs générations de failles ont été actives à plusieurs époques: failles normales au Jurassique, décrochements au Crétacé, certains jouant en chevauchements pendant le Tertiaire.

Le basculement de ce domaine est causé par la formation de failles normales et peut être corrélié avec la phase principale du rifting téthysien. Les brèches se forment le long de décrochements qui sont peut-être une conséquence lointaine de l'ouverture de l'Atlantique nord et du mouvement vers l'est de la plaque ibérique. Le métamorphisme crétacé est généralement interprété comme un résultat de la subduction d'une partie de la marge européenne sous la plaque apulienne et la phase tertiaire résulte de la collision entre ces deux plaques.

Remerciements

Ce travail a bénéficié de l'aide de nombreuses personnes, sur le terrain et au laboratoire. Je tiens à remercier tout particulièrement M. le professeur A. Escher, ainsi que MM. M. Sartori et Y. Gouffon qui ont accepté de lire le manuscrit, ce qui a donné lieu à de fructueuses discussions. Je tiens également à remercier M. le Prof. W. Wildi qui a accepté de réviser ce manuscrit, ainsi que le FNSRS (projet 2.159.0.83) et l'Université de Lausanne, dont l'apport financier a permis de réaliser ce travail.

Références

- ALLIMANN, M. (1987): La nappe du Mont Fort dans le Val d'Hérens. Bull. Soc. vaud. Sci. nat. 78/4, 431-444.
- ARGAND, E. (1909): L'exploration géologique des Alpes pennines centrales. Bull. Soc. vaud. Sci. nat. 166, 217-276.
- BAUD, A. (1987): Stratigraphie et sédimentologie des calcaires de Saint-Triphon (Trias, Préalpes, Suisse et France). Mém. Géol. Lausanne 1.
- 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 [DESMONS], 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.
- CARON, J.-M. et GAY, M. (1977): La couverture mésozoïque du massif d'Ambin, transition entre le domaine briançonnais et le domaine piémontais? Eclogae geol. Helv. 70/3, 643-665.
- DEBELMAS, J. (1975): Réflexions et hypothèses sur la paléogéographie crétacée des confins alpino-apenniniques. Bull. Soc. géol. France 17/6, 1002-1012.

- ELLENBERGER, F. (1958): Etude géologique du pays de Vanoise (Savoie). Mém. Explic. Carte géol. dét. France.
- ESCHER, A. (1988): Structure de la nappe du Grand Saint-Bernard entre le val de Bagnes et les Mischabel. Rapp. géol. Serv. hydrol. et géol. natl. 7.
- ESCHER, A., MASSON, H. et STECK, A. (1988): Coupes géologiques des Alpes occidentales suisses. Rapp. géol. Serv. hydrol. et géol. natl. 2.
- GEALEY, W.K. (1988): Plate tectonic evolution of the Mediterranean-Middle East region. Tectonophysics 155, 285-306.
- GENGE, E. (1958): Ein Beitrag zur Stratigraphie der südlichen Klippendecke im Gebiet Spillgerten - Seehorn (Berner Oberland). Eclogae geol. Helv. 51/1, 151-211.
- GRACIANSKY, P.C. DE, DARDEAU, G., LEMOINE, M. et TRICART, P. (1988): De la distension à la compression: l'inversion structurale dans les Alpes. Bull. Soc. géol. France (8) IV/5, 779-785.
- JAILLARD, E. (1987): Nature, signification et répartition du détritisme dans la zone briançonnaise de Vanoise. Mém. hors série Géol. Alp. (Grenoble) 13, 143-155.
- LEMOINE, M. (1967): Brèches sédimentaires marines à la frontière entre les domaines briançonnais et piémontais dans les Alpes occidentales. Geol. Rdsch. 56/1, 320-335.
- LEMOINE, M. et TRÜMPY, R. (1987): Pre-oceanic rifting in the Alps. Tectonophysics 133, 305-320.
- LEMOINE, M. et GRACIANSKY, P.C. DE (1988): Histoire d'une marge continentale passive: les Alpes occidentales au Mésozoïque. Introduction. Bull. Soc. géol. France (8) IV/4, 597-600.
- LUGEON, M. et ARGAND, E. (1905): Sur les grandes nappes de recouvrement de la zone du Piémont. C. R. Acad. Sci. (Paris) 140, 1364-1367.
- MARTHALER, M. (1981): Découverte de foraminifères planctoniques dans les «schistes lustrés» de la pointe de Tourtemagne (Valais). Bull. Soc. vaud. Sci. nat. 75, 171-178.
- 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. (1987a): Blocs basculés briançonnais en relation avec leur socle original dans la nappe de Siviez-Mischabel (Valais, Suisse). C. R. Acad. Sci. (Paris) 305, 999-1005.
- SARTORI, M. (1987b): Structure de la zone du Combin entre les Diablons et Zermatt (Valais). Eclogae geol. Helv. 80/3, 789-814.
- SARTORI, M. (1988): L'unité du Barrhorn (zone pennique, Valais, Suisse). Thèse Univ. Lausanne.
- SARTORI, M. et THÉLIN, P. (1987): Les schistes oillés albitiques de Barneuza (Nappe de Siviez-Mischabel, Valais, Suisse). Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 67, 229-256.
- SAVARY, J. et SCHNEIDER, B. (1983): Déformations superposées dans les Schistes lustrés et les Ophiolites du Val d'Hérens (Valais). Eclogae geol. Helv. 76/2, 381-389.
- SCHNEIDER, B. (1982): Etude géologique et pétrographique de la région Evolène - Sasseneire. Diplôme Univ. Lausanne, inédit.
- SYLVESTER, A. G. (1988): Strike-slip faults. Bull. geol. Soc. Am. 100, 1666-1703.
- THÉLIN, P. et AYRTON, S. (1983): Cadre évolutif des événements magmatique-métamorphiques du socle anté-triasique dans le domaine pennique (Valais). Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 63, 393-420.
- TRÜMPY, R. (1976): Du Pèlerin aux Pyrénées. Eclogae geol. Helv. 69/2, 249-264.
- TRÜMPY, R. (1980): Geology of Switzerland. Guide Book. Part A: An Outline. Wepf & Co, Basel.
- WEGMANN, E. (1922): Zur Geologie der St.-Bernhard-Decke im Val d'Hérens (Wallis). Bull. Soc. neuchât. Sci. nat. 47, 3-63.

Manuscrit reçu le 1 mars 1989; manuscrit révisé accepté le 29 mai 1989.