

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage
Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio



Landeshydrologie und -geologie
Service hydrologique et géologique national
Servizio idrologico e geologico nazionale

Geologische Berichte – Rapports géologiques – Rapporti geologici
Nr. 11

La zone de Sion–Courmayeur dans la région du Simplon



Landeshydrologie und -geologie
Service hydrologique et géologique national
Servizio idrologico e geologico nazionale

Geologische Berichte – Rapports géologiques – Rapporti geologici
Nr. 11

**La zone de Sion–Courmayeur
dans la région du Simplon**

Pascal Jeanbourquin¹⁾ & Marcel Burri²⁾

¹⁾ Institut de Géologie et de Paléontologie de l'Université de Fribourg,
Pérolles, CH-1700 Fribourg

²⁾ Le Châtel, CH-1880 Bex

Rapp. géol. Serv. hydrol. et géol. natl. 11 (1989)
(avec 25 figures et 1 tableau)

Editeur et diffusion:
Service hydrologique et géologique national, CH-3003 Berne

© 1989

9.89 400 A49886

PRÉFACE / VORWORT / PREFAZIONE

Dans le cadre des travaux de cartographie de la feuille Brig de l'Atlas géologique de la Suisse au 1: 25'000, de nombreuses coupes lithostratigraphiques des couvertures sédimentaires ont été levées par les auteurs - Pascal Jeanbourquin et Marcel Burri - dans le périmètre de la feuille et au-delà. Elles sont présentées de façon détaillée dans cette publication avec l'interprétation tectonique de la région à laquelle elles conduisent. Cette description de la zone de Sion - Courmayeur apporte un complément à ce qui pourra être écrit dans la notice de la feuille Brig.

Les auteurs sont seuls responsables du contenu du texte et des illustrations.

Im Zusammenhang mit den Kartierungsarbeiten für Blatt Brig des Geologischen Atlas der Schweiz 1: 25'000 haben die Autoren Pascal Jeanbourquin und Marcel Burri in den sedimentären Abfolgen zahlreiche lithostratigraphische Profile aufgenommen, und zwar auch in Gebieten ausserhalb des Kartenblattes. In der vorliegenden Publikation werden diese Profile und - auf ihnen basierend - die Interpretation der regionalen Tektonik detailliert dargestellt. Diese Beschreibung der Zone von Sion - Courmayeur im Simplon-Gebiet bildet eine Ergänzung zum Text, der in den Erläuterungen zum Blatt Brig enthalten sein wird.

Für den Inhalt des Textes und der Illustrationen sind die Autoren allein verantwortlich.

Nel quadro dei lavori di cartografia del foglio "Brig" dell'Atlante geologico della Svizzera 1: 25'000, numerose sezioni litostratigrafiche delle coperture sedimentarie, sono state rilevate dagli autori - Pascal Jeanbourquin e Marcel Burri - nel perimetro di questo foglio ed oltre. Esse sono presentate in maniera dettagliata in questa pubblicazione, con l'interpretazione tettonica della regione alla quale esse conducono. La descrizione della zona di Sion - Courmayeur, nella regione del Sempione apporta un complemento a ciò che potrà essere scritto nella Notizia del foglio "Brig".

Gli autori sono i soli responsabili del contenuto del testo e delle illustrazioni.

Service hydrologique
et géologique national
Le directeur



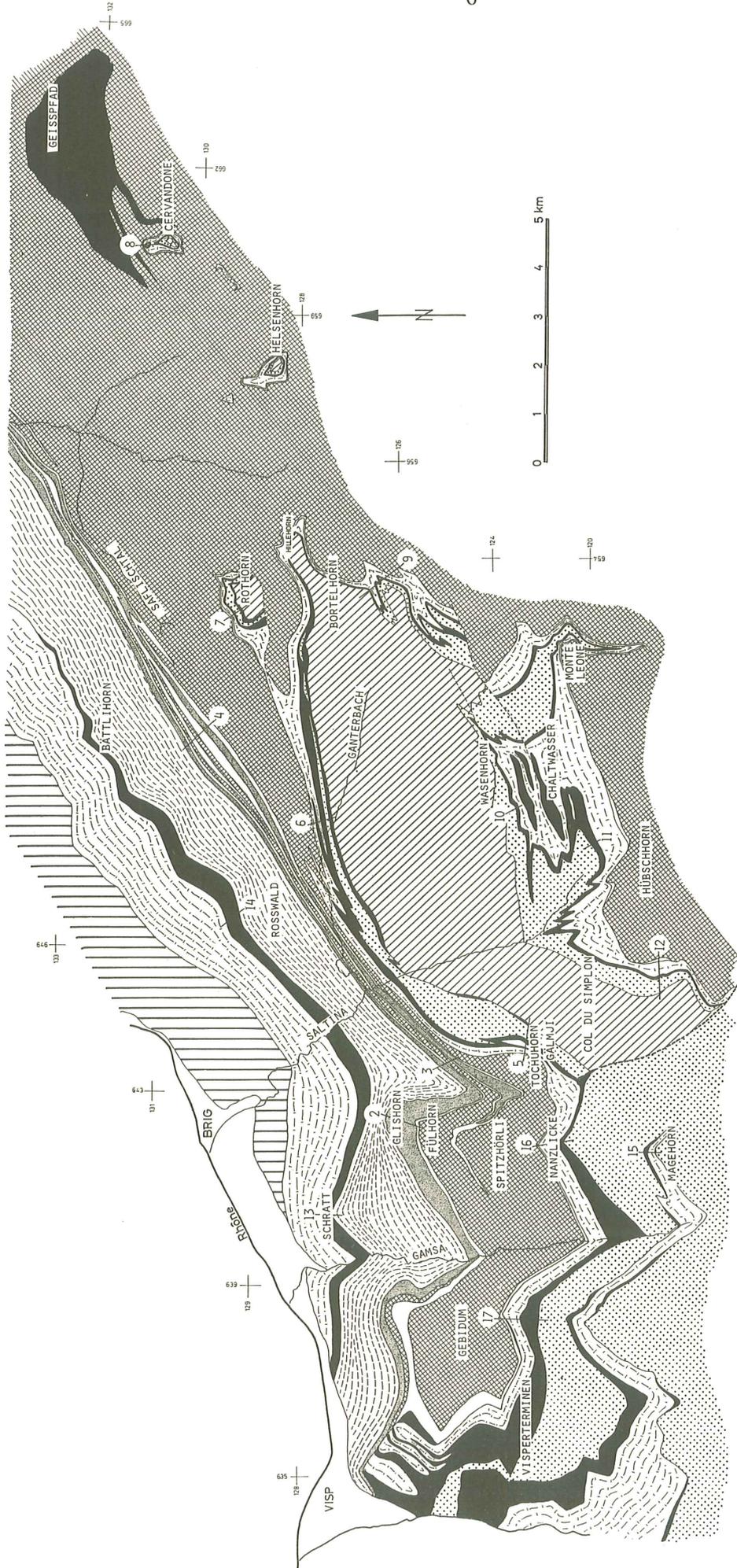
Dr. Ch. Emmenegger

TABLE DES MATIÈRES

	Page
Préface	3
Abstract	5
Introduction	8
Justification	8
Structure générale	8
Lithostratigraphie	9
Couverture de la nappe du Monte Leone	9
Coupe du Glishorn	9
Coupe du Fond du Nesseltal	10
Coupe du Saflischpass	11
Zone de Sion - Courmayeur.	12
Coupes situées au NE de la Ligne du Simplon	13
Coupes en arrière de la nappe du Monte Leone	13
Coupe du Tochuhorn	13
Coupe du Ganterbach	14
Coupe du Rothorn	15
Coupe du Pizzo Cervandone	15
Plis de la région de la Pta del Rebbio	16
Coupe du Mäderhorn	17
Coupe du Chaltwasser	18
Coupe du col du Simplon	18
Coupes en avant de la nappe du Monte Leone	19
Coupe de Schratt	19
Coupe de l'arête NW du Folluhorn	20
Coupes situées au SW de la Ligne du Simplon	21
Coupe du Magehorn	21
Coupe de la Nanzlicke	21
Coupe du Gebidum	22
Vallée de la Vispa	23
Tectonique	24
Etat de la question	24
Mise en place des nappes	26
Succession (ou empilement) des nappes	26
La zone de Sion - Courmayeur et la zone de Gälmji sous la Ligne du Simplon	26
Le front de la nappe du Monte Leone	26
Plissement isoclinal des nappes	27
Cisaillement dextre	27
Plissement en retour	28
Synforme de Berisal	28
Structures d'interférence du Chaltwasser	28
L'accident du Simplon (tectonic discontinuity)	30
Résumé et conclusions	32
Remerciements	33
Bibliographie	33

ABSTRACT

1. The Sion - Courmayeur zone can be followed towards the E up to the Geisspfad near Brig, from there on it disappears due to the structural uplift of the fold axes towards the NE. Since the unit is continuously overlapping the Monte Leone nappe in inverted position, its easter prolongation must be located south of the roots of the Monte Leone nappe.
2. It is composed of a characteristic lithological succession of the median unit of this zone (Moûtiers and Roignais - Versoyen units). The external unit (Ferret) and the internal one (Pierre Avoi) could not have been identified with certainty.
3. Two areas of outcrops separated by the Monte Leone nappe can be observed. The internal one shows a complete lithological succession:
 - a detrial pre-flysch series containing large blocks and greenstones (ophiolites);
 - a series of basal flysch limestones at the basis (couches de l'Aroley) passing to schisto-quartzitic facies (couches des Marmontains);
 - a flysch (couches de St- Christophe).
 This succession is in direct contact with gneisses and micaschists which could belong to its Permo-Carboniferous basement (Visperterminen, lower Stalden and Gâlmji zone). The external outcrops contain only the basal series of the flysch and the flysch itself. No direct connection between the internal and the external areas can be observed due to the Simplon line and the alluvium of the Rhône valley. However the existence of superposed folds at lage scale accounts in a satisfactory but not final way for their interpretation.
4. In the internal outcrops the serie of Sion - Courmayeur are in inverted position. If we admit that the Gâlmji gneisses form the heart of a large anticline, this succession would represent its inverted flank. Under the Pontis nappe thrust (Berisal gneisses) a few meters of laminated calcschists and greenstones could account for its normal flank; but it could well be that one is dealing with formations that are foreing to this zone.
5. The Simplon line is a complex accident. On both sides of the line, the same tectonic units can be observed, but they underwent a greenschist facies metamorphism in the SW and a amphibolite facies in the NE.
6. Only in the reversed flank of the Monte Leone nappe the Mesozoic cover is well developed, while in the normal flank it is reduced to sporadic and thin slabs. The sediments of the Monte Leone cover show no direct similarity to those of the Sion - Courmayeur zone.



NAPPE DU MONTE LEONE

ZONE DE SION-COURMAYEUR

NAPPE DES PONTIS

-  HELVETIQUE
-  Trias
-  Gneiss
-  Série de Rosswald
-  Couches de St-Christophe
-  C. du Versoyen, de l'Aroley, des Marmontains
-  Gneiss et micaschistes (Permo.-Carbonifère ?)
-  Gneiss de Berisal

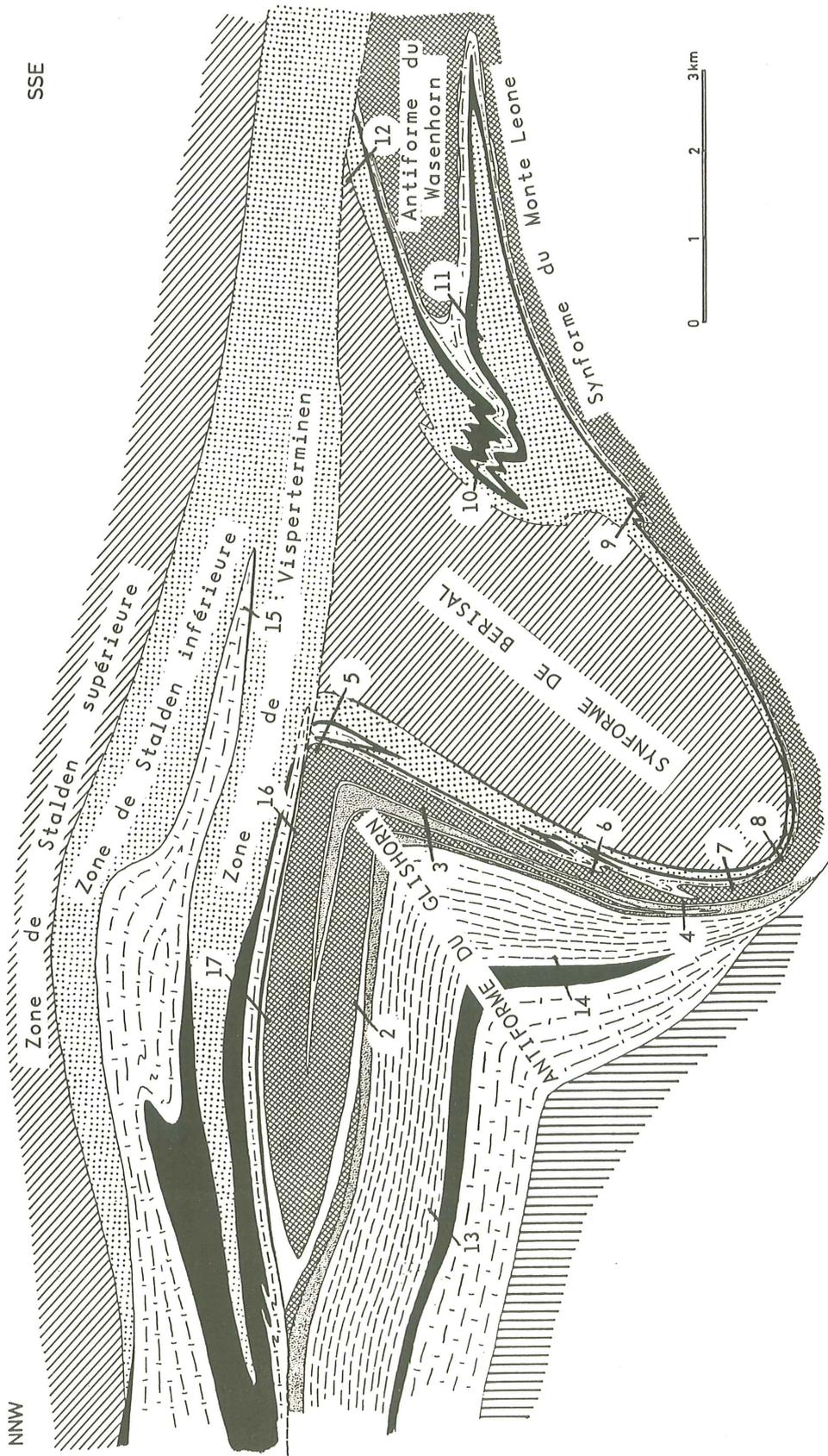


Fig. 1 : Ecorché et profil schématiques de la région étudiée;
 2 - 17 : localisation des coupes lithostratigraphiques.

INTRODUCTION

Justification

Ces dernières années, les recherches géologiques se sont poursuivies, au sud de Brig, à un rythme assez soutenu pour que la publication de la feuille Brig de l'Atlas géologique de la Suisse au 1:25'000 puisse être envisagée. A cette fin, le Service hydrologique et géologique national confiait à l'un de nous (P.J.) la charge de rassembler les documents existants et de reporter les divers levés sur une base topographique adéquate, travail actuellement terminé.

Comme toujours en pareil cas, nous avons rapidement découvert des lacunes ou des différences de cartographie entre les auteurs, ce qui nous a obligés à passer encore bien du temps sur le terrain. Deux campagnes ont été consacrées principalement au problème des "couvertures de schistes lustrés". Nous disposons de toute une série de travaux de diplômés lausannois (KELLER 1977, DOLIVO 1977, HAMMERSCHLAG 1978, GENOUD 1978, JEANBOURQUIN 1981, ARREAZZA 1983 et JAQUIER 1986), mais tous ces travaux devaient être revus. Nous avons été aidés efficacement au cours de cette étude par la présence bienveillante de Pierre ANTOINE qui nous a consacré plusieurs journées sur le terrain.

Les données qui sont ici rapportées ne datent pas toutes de ces deux dernières campagnes. Le plus âgé de nous deux (M.B.) avait déjà parcouru la région en compagnie de Walter NABHOLZ et Werner LEU, mais ces dernières campagnes ont permis de mettre en lumière quelques faits nouveaux qui viennent modifier les plus récentes synthèses. Le but de cet exposé est de les publier de manière plus détaillée que dans la notice explicative de la feuille Brig, actuellement sous presse. Nous pouvons également nous permettre ici de dépasser le cadre souvent trop étroit d'une feuille de l'Atlas.

Notre intention est de montrer le prolongement de la zone de Sion - Courmayeur en direction de l'est. Nous décrirons donc une série de coupes lithostratigraphiques particulièrement démonstratives. Par la suite, nous aborderons quelques problèmes tectoniques que la cartographie détaillée a permis de préciser.

Structure générale

La structure générale de la région est connue depuis le début du siècle: l'extraordinaire carte de SCHMIDT & PREISWERK (1908) ne peut que modestement être améliorée. Nous reviendrons ultérieurement sur les études structurales modernes, mais nous donnons d'entrée une idée de la structure générale, ne serait-ce que pour localiser les coupes lithostratigraphiques qui vont servir de base à notre description. En ce qui concerne les couvertures qui nous intéressent, trois unités tectoniques sont importantes:

- a) La nappe du Monte Leone (elle-même reposant sur celle du Lebendun) qui comprend un coeur gneissique complexe et une enveloppe sédimentaire bien développée dans sa partie frontale.
- b) La zone de Sion - Courmayeur, constituée d'assises sédimentaires et qui est systématiquement accompagnée de gneiss et de micaschistes considérés comme permo-carbonifères. Par le jeu des plissements, une partie des assises sédimentaires se trouve au-dessous de la nappe du Monte Leone.
- c) Coiffant le tout, les gneiss de Berisal à l'est et ceux de la zone de Stalden supérieure à l'ouest, qui représentent le coeur gneissique de la nappe des Pontis dont la couverture n'affleure que dans le Valais central.

La figure 1 montre la répartition de ces unités.

Par ailleurs, un accident tardif, la Ligne du Simplon, divise en deux cet édifice. Cette surface de discontinuité plonge, comme toutes les structures, en direction de l'WSW. Par conséquent, ce qui est au-dessous de ce plan affleure vers le NE, et ce qui est au-dessus, vers le SW.

- Au NE de la Ligne du Simplon, toutes les unités mentionnées sont présentes. Elles affleurent donc bien dans tout le secteur de la feuille Brig et plus à l'est.
- Au SW de la Ligne du Simplon la nappe du Monte Leone manque. Ce sont donc uniquement les assises de la zone de Sion - Courmayeur, le Permo-Carbonifère et la zone de Stalden supérieure qui affleurent vers l'ouest.

Il sera davantage question ici de ce qui est au-dessous de la Ligne du Simplon, parce que la région où ces structures affleurent est maintenant mieux connue. Les levés détaillés qui accompagneront la préparation de la feuille Raron apporteront certainement encore des informations concernant ce qui se trouve au-dessus de la Ligne du Simplon.

LITHOSTRATIGRAPHIE

La lithostratigraphie des couvertures n'a que tardivement retenu l'attention: toutes étaient groupées sous le terme de "schistes lustrés" (Bündnerschiefer). SCHMIDT & PREISWERK (1908) avaient distingué plusieurs lithologies au sein de ces "schistes lustrés" et scrupuleusement cartographié le Trias et les roches vertes.

La région de Visp, avec ses affleurements bien dégagés, favorisa les premières recherches à tendance plus lithostratigraphique (WERENFELS 1924, W. STAUB 1927, 1934, 1945). En 1924 déjà, HAUG avait noté la continuité de toutes ces assises penniques frontales: "Dans la vallée du Rhône, les calcschistes sont connus sous le nom de 'brisés du Valais'. Ils ont une très grande puissance et reposent sur le Trias (quartzites, gypse, calcaires dolomitiques et schistes bariolés) qui y forment des intercalations anticlinales. Vers l'est ils sont de plus en plus cristallins et rejoignent les schistes des Grisons. Les 'roches vertes', dites aussi ophiolitiques, ne s'y rencontrent qu'exceptionnellement aux environs de Viège (Visp)". (p. 122).

La pertinence de ce qui n'était alors qu'une hypothèse de travail n'a été confirmée que ces vingt dernières années (BURRI 1979, PROBST 1980, BOLLI et al. 1980, LEU 1986). Les levés de la feuille Brig permettent de préciser certains points que le présent travail se propose de passer en revue.

Couverture de la nappe du Monte Leone

A la suite de quelques descriptions partielles (LÜTHY 1965, JOOS 1969, HANSEN 1972, BURRI 1979, BOLLI et al. 1980), LEU (1986) donne une description synthétique de cette couverture et tente d'en établir la lithostratigraphie. Globalement désignée sous le terme de zone du Binntal, elle comprend, suivant cet auteur:

1. A la base, un Trias constitué de dolomies blondes ou blanches, de calcaires bleus, de cornieule et de gypse;
2. Au-dessus, la zone de Fäldbach qui est un ensemble détritique complexe dans lequel l'auteur reconnaît les types suivants:
 - Un niveau hétérogène à blocs de dolomies, de calcaires bleus, de gneiss, de rhyolites et de roches métabasiques;
 - Des quartzites carbonatés accompagnés également de blocs de nature variable: dolomies, gneiss, etc..;
 - Des schistes siliceux noirs à rares niveaux conglomératiques;
 - Des calcaires gréseux en bancs décimétriques alternant avec des schistes, des phyllites et des quartzites, et de rares assises conglomératiques.

La série de Rosswald est une monotone alternance de calcschistes gréseux en bancs décimétriques à métriques, et de niveaux plus argileux, sombres, ne dépassant guère le décimètre. Selon LEU (1986), elle représente la couverture méridionale de la nappe du Monte Leone. Decollée au cours des phases précoces de plissement, elle serait charriée sur la zone du Binntal, dont elle est séparée, à l'est, par un coussinet de Trias. Son âge est inconnu et son origine reste énigmatique.

La couverture du Monte Leone affleure bien surtout dans la partie occidentale de la région étudiée; notre propos n'est pas d'en reprendre la description. Nous en donnons ci-dessous trois coupes lithologiques afin de mettre en évidence les différences qui existent avec les séries de la zone de Sion - Courmayeur.

Coupe du Glishorn (fig.2)

Cette coupe est observable le long de la crête qui relie le Fülhorn au Glishorn par le col du P. 2479, et le long de l'arête NW du Glishorn, jusqu'à la croix du P. 2469,1. Elle se trouve dans une situation structurale relativement simple, au flanc renversé d'un pli.

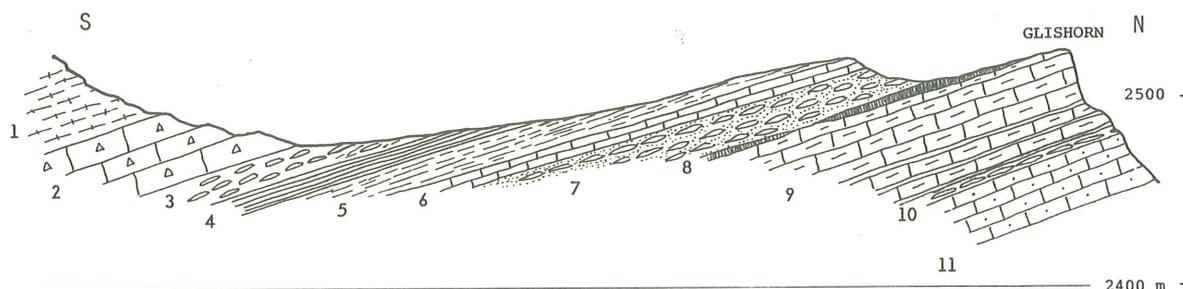


Fig. 2: Coupe du Glishorn.

1. Gneiss quartzitiques du coeur de la nappe du Monte Leone; ils forment le sommet du Fülhorn, déterminant une arête escarpée.
2. Calcaires bleus et dolomies blondes, en bancs décimétriques, localement bréchiques; 40 m, Trias.
3. Assise conglomératique, par place schisteuse, à galets de plusieurs centimètres, principalement de calcaire bleu; 15 m.
4. Schistes siliceux sombres; 10 m.
5. Schistes jaunâtres, par place très siliceux, avec des schistes chloriteux qui sont peut-être des prasinites fortement laminées; 20 m.
6. Calcaires massifs, schistes carbonatés et passées siliceuses: il s'agit peut-être d'éléments de la taille du mètre fortement déformés; 7 m.
7. Conglomérat à matrice schisteuse et siliceuse jaunâtre et galets de calcaire bleu et de dolomie dépassant souvent 10 cm; 20 m.
8. Prasinites peu épaisses sur la crête mais qui atteignent 5 m dans le versant NW du Glishorn.
9. Calcschistes sombres alternant avec des schistes noirs sur une épaisseur d'environ 50 m.
10. Niveau riche en matériel triasique carbonaté jaune, conglomératique: env. 10 m. (dans la même position, LEU (1986) décrit un coussinet de Trias).
11. Calcschistes de la série de Rosswald.

Coupe du fond du Nesselstal (fig. 3)

Le sentier qui, de Obers Nesselstal, se dirige en direction du Glishorn, franchit le Nesselbach vers 1760 m; en remontant le torrent une centaine de mètres, on atteint de bons affleurements qui permettent de relever la coupe suivante:

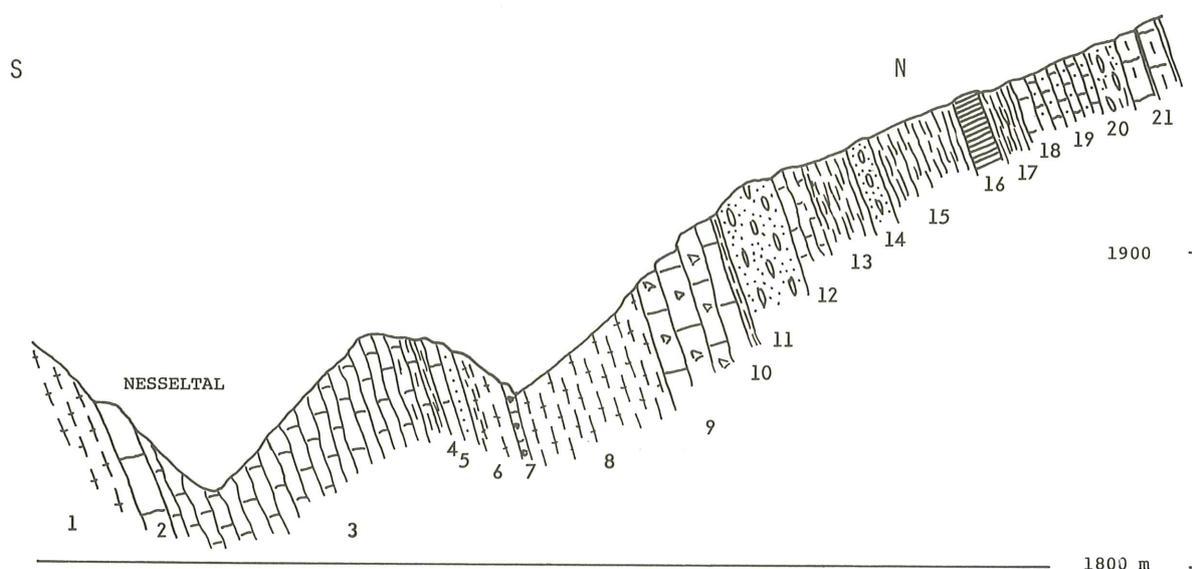


Fig. 3: Coupe du Nesselstal.

1. Gneiss du coeur de la nappe du Monte Leone (Gantergneis).
2. Calcaires bleus. Ils affleurent le long du sentier entre Obers Nesselstal et le torrent, mais pas au bord du torrent où la végétation d'aulnes est impénétrable. Ils appartiennent vraisemblablement au Trias et leur épaisseur est inconnue.
3. Calcschistes gréseux, gris à la patine et jaunes à la cassure; un peu au-dessus du torrent cette assise contient des lentilles de taille et de nature (calcaires et dolomies triasiques surtout) diverses: c'est la zone de Fäldbach; 70 m. Vers le haut ces calcschistes deviennent de plus en plus schisteux et se terminent par 5 m de schistes jaunes contenant un niveau de 1 m de gneiss reconstitué; Fäldbach.
5. Ensemble de 6 m: 3 m de dolomie jaune et 3 m de quartzite rubané clair (Trias).
6. Gneiss du Monte Leone assez schisteux au contact avec le Trias, soit sur environ 4 m, puis plus massif sur 7 m.
7. Dolomie rousse sur 4 m: ce banc ne semble pas avoir de continuité latérale (petits plis parasites ou bloc ?).
8. Gneiss homogène du Monte Leone (Eistengneis); 50 m.
9. Trias carbonaté avec 25 m de dolomie blanche surmontée de 5 m de calcaire bleu saccharoïde.
10. Vire schisteuse presque sans affleurements: 5 m.
11. Conglomérat à matrice schisteuse jaune et abondants galets de calcaire sombre; 20 m donnant un banc parfaitement individualisé.
12. Calcaires en bancs mal définis, localement plus schisteux avec des schistes jaunes qui pourraient être des conglomérats fortement déformés; 10 m.
13. Schistes peu carbonatés, grenatifères, gris; 15 m.
14. Niveau quartzitique et conglomératique; 12 m.

15. Schistes sombres peu carbonatés; 30 m.
16. Prasinites; 8 m.
17. Schistes noirs et jaunes, siliceux, pouvant passer à un "Permien" régénéré schisteux; 10 m.
18. Calcaire bleu (bloc?); 5 m.
19. Grès plaquetés et schisteux sombres; 20 m.
20. Conglomérat schisteux à éléments de Trias carbonaté jaune; 10 m.
21. Calcschistes et schistes de la série de Rosswald.

A partir du niveau 9, cette coupe est assez semblable à la précédente: schistes, conglomérats, roches vertes y occupent à peu de chose près les mêmes positions. Localement la succession est plus confuse, ce qui est dû à la forte tectonisation.

Coupe du Saflischpass (fig. 4)

Cette coupe est éloignée de plus de 5 km des deux précédentes dont elle est séparée par une région de mauvais affleurements. Tout au plus peut-on signaler une assez bonne section observable le long de la route d'alpage entre Rosswald et Stafel, mais elle est trop discontinue pour être reproduite ici. Quant aux belles coupes qui furent dégagées lors de la construction de la Ganterbrücke, elles ont disparu derrière d'épais murs en béton. La coupe du Saflischpass est presque continue le long de la crête située au sud du col. Elle montre de fortes complications tectoniques.

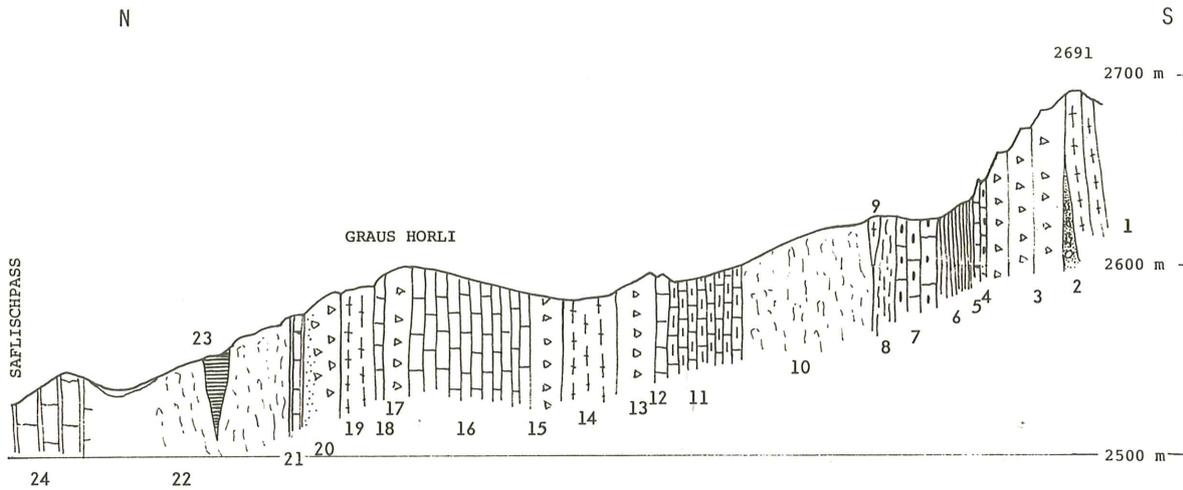


Fig. 4: Coupe du Saflischpass.

1. Gneiss de la nappe du Monte Leone (Gantergneis).
2. Brèche dolomitique apparemment tectonique suggérant que la couverture a bougé sur son soubassement; elles affleurent un peu à l'W de la crête; 0 à 2 m.
3. Dolomie blanche et massive; 35 à 40 m.
4. Conglomérat à petits galets noirs; 0,5 m.
5. Calcaire dolomitique un peu gréseux; 2 m.
6. Schistes noirs, siliceux; 20 m.
7. Calcschistes à galets de dolomie noire; 20 m.
8. Schistes jaunes, dolomitiques; 10 m.
9. Gneiss apparemment sans continuité (bloc?); 0 à 3 m.
10. Gypse également sans continuité apparente; 60 m.
11. Calcaire très plaqueté, jaune, à cassure blanche; env. 40 m.
12. Calcaire bleu; 5 m.
13. Dolomie jaune; 20 m.
14. Gneiss du Monte Leone (Eistengneis); 30 m.
15. Dolomie blanche; 10 m.
16. Calcaire dolomitique bleu, plaqueté; env. 60 m.
17. Dolomie jaune; 10 m.
18. Calcaire bleu; 7 m.
19. Gneiss du Monte Leone (repli du Eistengneis); 10 à 15 m.
20. Dolomie riche en grains de quartz à la base, blanche au sommet; 20 m.
21. Calcschistes et schistes noirs; 5 m.
22. Gypse sur une épaisseur apparente d' environ 70 m.

23. Affleurant sporadiquement, des prasinites, des talcschistes et des grès volcano-sédimentaires; 0 à 20 m (liés au gypse).
24. Après une zone sans affleurement, calcschistes de la série de Rosswald.

La couverture du Monte Leone comprend donc ici surtout des roches qui pourraient être attribuées au Trias. Leur position symétrique de part et d'autre des lames de gneiss atteste la présence de plis isoclinaux. Les roches vertes (niveau 23) démontrent, elles, qu'une couverture plus importante existe, mais elle n'affleure pas.

En conclusion, la couverture de la nappe du Monte Leone débute par un Trias tégumentaire surtout dolomitique, avec très localement des quartzites à la base. Au-dessus, le détritisme de la zone de Fäldbach est un élément caractéristique; il va de faciès fins, schisteux, à des conglomérats à galets à dominance carbonatée et matrice souvent quartzitique, en passant par des arkoses (gneiss régénérés), tous plus ou moins colorés en jaune. La continuité des roches vertes, essentiellement prasinitiques, toujours localisées dans la partie supérieure de la série, est très remarquable. Dans la région étudiée, nous ne pouvons pas confirmer la suite des types décrits par LEU (1986) et énumérés au début de ce chapitre. Les assises calcaréo-gréseuses que cet auteur attribuait à cette couverture dans la région de Visp (rochers de Rotgstei) suivant une première interprétation de BURRI (1979), seront ré-interprétées ici comme des assises appartenant à la zone de Sion - Courmayeur (voir plus loin). De même, nous n'avons pas retrouvé la cicatrice triasique que cet auteur localise entre la zone de Fäldbach et la série de Rosswald, plus à l'est.

Zone de Sion - Courmayeur

La zone de Sion - Courmayeur, telle qu'elle est dessinée sur la Carte tectonique de la Suisse au 1: 500'000 (SPICHER† 1980) comprend, d'ouest en est, les unités suivantes:

- L'unité de Ferret qui semble continue, d'Italie jusque dans la région de Sierre.
- L'unité de Môtiers, présente en France et en Italie, mais qui disparaît avant d'atteindre la frontière suisse.
- L'unité de Roignais - Versoyen, largement exposée en France et en Italie, et continue en Valais jusqu'à Sierre.
- L'unité de la Pierre Avoi, qui forme une étroite bande de terrain entre l'unité de Roignais - Versoyen et la zone Houillère.

Dans la région de Visp - col du Simplon, il semble que seule l'unité de Roignais - Versoyen soit présente: la succession des termes lithostratigraphiques y est identique à celle de cette unité dans la région où elle a été définie (ANTOINE 1971, 1972 et 1978). Mais, à défaut de pouvoir localiser sur le terrain les autres unités, il est prématuré d'affirmer que nous sommes ici dans l'exact prolongement de l'unité de Roignais - Versoyen. Aussi préférons-nous utiliser le terme plus générique de zone de Sion - Courmayeur: il est certain que les assises décrites ci-dessous en font partie.

La lithostratigraphie de cette partie de la zone de Sion - Courmayeur a été établie progressivement grâce à des travaux dans les Alpes occidentales de TRÜMPY (1952, 1955) d'ELTER & ELTER (1965) et d'ANTOINE (1971). De bas en haut, elle comprend les unités suivantes:

1. Les Couches du Versoyen (ANTOINE 1971, 1972 et 1978): un ensemble de schistes sombres qui passent vers le haut à des faciès plus carbonatés pouvant contenir quelques niveaux bréchiques. A ces assises sédimentaires sont associées des roches vertes: serpentinites, gabbros et prasinites avec structures en coussin.
2. Les Couches de l'Aroley (TRÜMPY 1952): calcaires bleus massifs, calcaires gréseux, brèches et surtout mi-crobrèches à éléments dolomitiques abondants.
3. Les couches des Marmontains (TRÜMPY 1955): quartzites à cassure huileuse (Ölquarzit), verdâtres, accompagnés de schistes noirs dépourvus de carbonate.
4. Les Couches de St-Christophe (TRÜMPY 1952): un ensemble à faciès flysch fait d'une monotone alternance de calcaires gréseux et de calcschistes gris.

ANTOINE utilise souvent le terme d'ensemble anté-flysch pour le Versoyen, celui de formations basales du flysch pour les Couches de l'Aroley et des Marmontains et celui de flysch pour les Couches de St-Christophe. Enfin rappelons que ces formations constituent une partie du remplissage de la fosse valaisanne (TRÜMPY 1988).

Cette lithostratigraphie très typée a permis de reconnaître assez facilement la présence de la zone de Sion - Courmayeur en Haut-Valais (BURRI 1967, 1979, BOLLI et al. 1980, LEU 1986).

Nous reproduisons ci-dessous toute une série de coupes pour montrer l'extension de ces séries vers l'est. Les unités situées à l'est de la Ligne du Simplon en sont le thème principal, mais nous aborderons aussi les unités supérieures afin de justifier certaines de nos interprétations qui diffèrent des précédentes.

COUPES SITUÉES AU NE DE LA LIGNE DU SIMPLON

*Coupes en arrière de la nappe du Monte Leone**Coupe du Tochuhorn (fig. 5)*

L'arête est du Tochuhorn au-dessous de 2500 m et jusque un peu au-delà du col coté 2373 m donne une bonne coupe déjà décrite par LEU (1986). Nous l'avons retravaillée en détail, ce qui a apporté quelques éléments nouveaux, importants pour l'interprétation structurale.

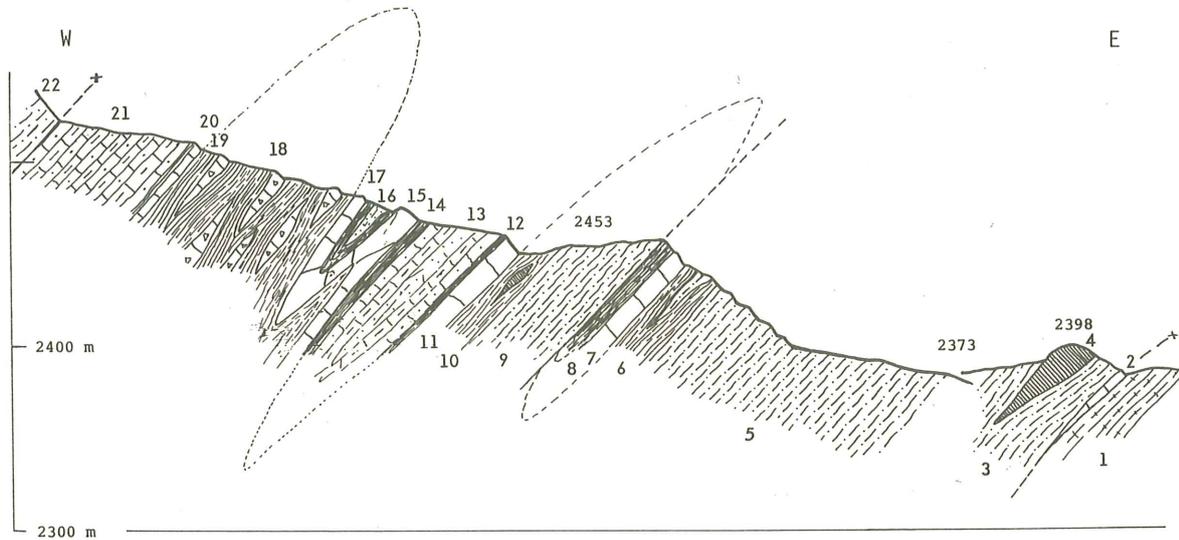


Fig. 5: Coupe du Tochuhorn.

1. Gneiss de Berisal.
2. Calcschistes et marbres bleus écrasés; 2 m.
3. Micaschistes vert clair, grenatifères; 15 m.
4. Amphibolites sombres, localement très riches en albite; 0 à 20 m, sans grande continuité latérale.
5. Micaschistes vert clair, grenatifères, avec quelques passées riches en carbonates disséminés; 150 m, considérés comme permo-carbonifères.
6. Schistes noirs contenant une lame de micaschistes permo-carbonifères; 15 m, Versoyen.
7. Marbre bleu massif; 10 m, Aroley.
8. Schistes noirs et quartzites verts en petits bancs; 10 m, Marmontains.
9. Micaschistes verts, grenatifères; 40 m, répétition tectonique du Permo-Carbonifère.
10. Zone schisteuse déterminant un couloir dans le versant nord, où affleurent des lames de calcaire bleu marmorisé triasique et des serpentinites; 15 m, Versoyen.
11. Marbre massif, bleu; 8-10 m, Aroley.
12. Schistes noirs et quartzites verts; 2 m, Marmontains.
13. Marbre gréseux grisâtre; 30 m, St-Christophe.
14. Schistes siliceux noirs; 5 m, Marmontains.
15. Marbre bleu massif; 5 m, Aroley.
16. Schistes noirs et grès; 15 m, Marmontains et St-Christophe.
17. Marbre bleu massif; 10 m, Aroley.
18. Schistes noirs sombres à lentilles de marbre calcaire et dolomitique du Trias; 90 m, Versoyen.
19. Marbre bleu massif; 5 m, Aroley.
20. Schistes siliceux noirs; 2 m, Marmontains.
21. Calcschistes gréseux; 50 m, St-Christophe.

La séquence montre donc une série en position normale, avec le Permo-Carbonifère à la base et le flysch au sommet; mais elle est localisée dans le flanc légèrement renversé de l'antiforme du Glishorn. En remettant ce flanc en position normale, on voit que la série est globalement renversée. Les plis dessinés sur la coupe ont été suivis cartographiquement de part et d'autre de la crête.

Les gneiss verts et grenatifères sont attribués au Permo-Carbonifère par analogie de faciès avec les gneiss et micaschistes des zones de Visperterminen et de Stalden inférieure; ils en diffèrent par le degré de métamorphisme plus élevé qui a permis le développement du grenat et la transformation des prasinites en

amphibolites. Nous avons donné à cette unité lithologique le nom de "zone de Gälmji" (644.2 / 123.2) puisqu'elle affleure bien dans cette région, et plus particulièrement près du P. 2373, donc de part et d'autre du col. La coupe montre, par ailleurs, que ces gneiss sont séparés de ceux de Berisal par des roches sédimentaires très laminées. Cette disposition va se retrouver dans de nombreuses coupes de ce flanc séparant l'antiforme du Glishorn de la synforme de Berisal. Enfin, la coupe montre qu'il n'y a pas de couverture sur le Monte Leone: même le Trias est absent.

Réinterprétant la coupe de LEU, STECK (1987, p. 29) a introduit le terme de "complexe de Furggwald" pour toutes les assises comprises entre la nappe du Monte Leone et la synforme de Berisal. A notre avis cette notion est inutile puisque la plupart des termes de cette coupe peuvent être attribués à des lithofaciès connus; seuls les gneiss qui constituent la zone de Gälmji sont d'attribution discutable.

Coupe du Ganterbach (fig. 6)

L'ancien pont de la route du Simplon franchit le Ganterbach au fond du vallon; les couches y sont pratiquement verticales. Malgré la très forte déformation, les diverses couches sont parfaitement reconnaissables. Lors d'une visite, les conditions topographiques posent davantage de problème que les conditions structurales. Pour observer la coupe, il faut grimper au-dessus du pont, d'abord le long du sentier de Rigi; environ 50 m au-dessus de la route, un ancien bisse partiellement éboulé permet d'accéder aux affleurements qui montrent la partie méridionale de la coupe; pour le reste il faut parcourir un peu tout le versant.

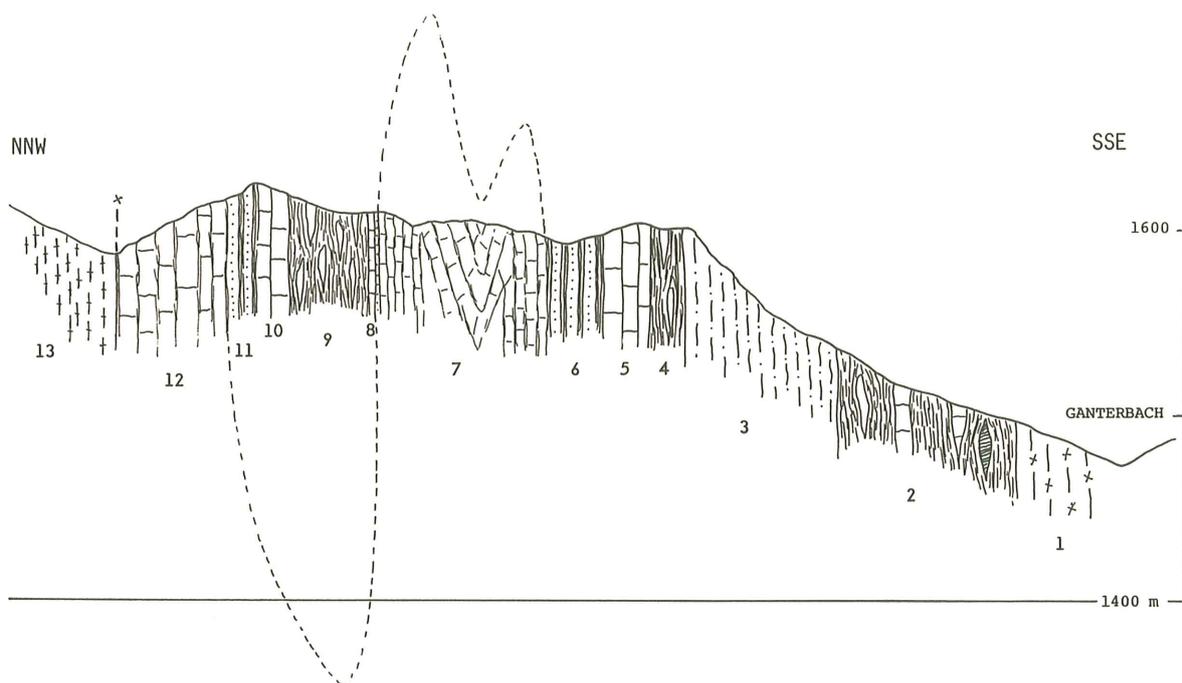


Fig. 6: Coupe du Ganterbach.

1. Gneiss de Berisal. Ils n'affleurent en fait pas dans ce versant, cachés qu'ils sont par les éboulis. Un peu en amont, ils sont bien visibles.
2. Schistes fins, parfois carbonatés, contenant divers blocs, dont une lame de calcaire marmorisé (triasique?) de 10 m d'épaisseur. Un peu plus en amont, un bloc de serpentinite y fut exploité (Topfstein de SCHARDT); 100m, Versoyen.
3. Gneiss clair, parfois vert; 80 m, Permo-Carbonifère.
4. Schistes carbonatés à blocs; 20 m, Versoyen.
5. Calcaire marmorisé gris-bleu à jaunâtre; 20 m, Aroley.
6. Quartzites verts en bancs décimétriques alternant avec des schistes noirs; 30 m, Marmontains.
7. Calcschistes gréseux; 90 m, St-Christophe. Au sein de ce flysch apparaissent, vers le bas de la pente, des quartzites des Marmontains: c'est un petit pli dont l'axe est plus penté que la surface topographique.
8. Le couple Aroley-Marmontain réduit ici à 1 m d'épaisseur.
9. Assise grossièrement conglomératique, bien visible dans une éraillure au-dessus de la route; 40 m, Versoyen.
10. Calcaire marmorisé bleu; 15 m, Aroley.
11. Quartzites et schistes noirs; 10 m, Marmontains.
12. Calcschistes gréseux; 40 m, St-Christophe.
13. Gneiss de la nappe du Monte Leone (Gantergneis).

Ce qui frappe, dans cette coupe, c'est l'épaisseur de l'assise sédimentaire entre le Permo-Carbonifère et les gneiss de Berisal.

Coupe du Rothorn (fig. 7)

Il s'agit d'une coupe très continue sur le versant septentrional du Rothorn. Elle est un peu plus méridionale que la précédente, située dans l'axe de la synforme de Berisal.

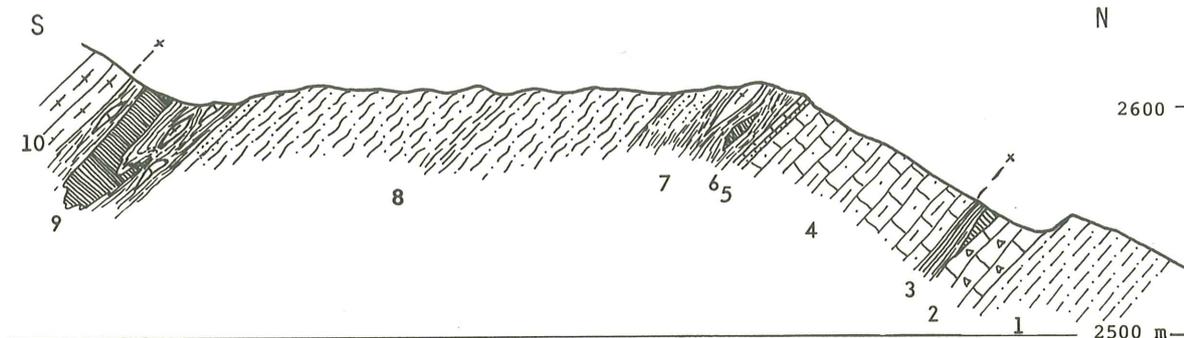


Fig. 7: Coupe du Rothorn.

1. Gneiss quartzitiques de la nappe du Monte Leone.
2. Dolomie beige clair; 15 à 20 m, Trias.
3. Schistes noirs avec lames de prasinites; 8 m, Fäldbach.
4. Calcschistes gréseux; 60 m, St-Christophe.
5. Quartzites plaquetés et schistes siliceux noirs; 0,5 à 5 m, Marmontains.
6. Marbre bleu; 1 m, Aroley.
7. Schistes et micaschistes jaunes à lentilles plus gréseuses et blocs d'ophicalcite; 30 m, Versoyen.
8. Gneiss verdâtres à zones plus sombres (mylonites), se terminant par 5 m de quartzites très clairs; 120 m, Permo-Carbonifère.
9. Ensemble chaotique à blocs de gneiss, de calcaires bleus, de dolomies et d'amphibolites dans une matrice de calcschistes roux et de schistes noirs; 10 à 100 m, Versoyen.
10. Gneiss de Berisal.

Si les Couches de l'Aroley et des Marmontains sont ici très réduites, le Permo-Carbonifère (= zone de Gälmmji, niveau 8) et sa couverture interne prennent un beau développement.

Coupe du Pizzo Cervandone (fig. 8)

Il s'agit de la coupe la plus orientale que nous ayons étudiée et sans doute la dernière à présenter les assises de la zone de Sion - Courmayeur dans leur totalité.

1. Gneiss leucocrates de la nappe du Monte Leone.
2. Calcschistes gréseux, St-Christophe.
3. Quartzites roux, Marmontains.
4. Calcaires marmorisés bleus, Aroley.
5. Schistes et calcschistes, Versoyen.
6. Importante masse de serpentinite, Versoyen.
7. Schistes et calcschistes à lentilles d'amphibolite, Versoyen.
8. Calcaire marmorisé, Aroley.
9. Schistes à niveaux de quartzites, Marmontains.
10. Calcschistes gréseux, St-Christophe.

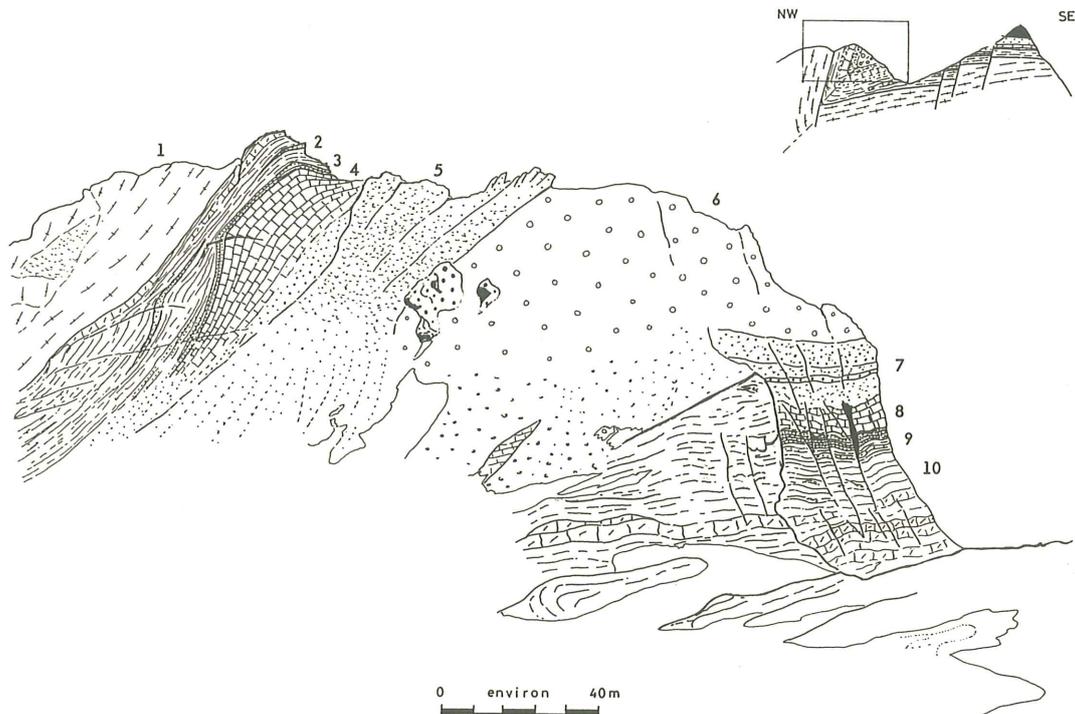


Fig. 8: Coupe du Pizzo Cervandone.

Au sud de cette petite synforme, l'arête nord du Pizzo Cervandone montre, en plus, une mince couverture schisteuse à blocs sur le cristallin de la nappe du Monte Leone: un reste de la zone de Fäldbach.

Ce que cette coupe montre d'important, c'est la présence certaine de la zone de Sion - Courmayeur. Or les serpentinites incorporées dans le Versoyen sont l'équivalent des serpentinites du Geisspfad étudiées par KEUSEN (1972) dont elles ne sont distantes que de quelques centaines de mètres. Nous avons été revoir les affleurements de "Bündnerschiefer" cartographiés par cet auteur. Les facies Aroley et Marmontains se retrouvent au versant méridional de la Punta della Rossa (Rothorn, coord. 661.3/131.6/2580 m), malheureusement dans une paroi où il a été impossible d'établir une coupe de détail. L'arête méridionale du P. Fizzo n'a, elle, montré que des rares bandes de calcschistes sans caractéristiques particulières. Nous avons cependant suffisamment d'arguments pour attribuer les serpentinites du Geisspfad et les sédiments qui les accompagnent aux séries de la zone de Sion - Courmayeur, et non pas à la couverture du Monte Leone comme le proposait LEU (1986). Il en est de même pour la mince couverture sédimentaire du sommet de l'Helsenhorn qui n'a pas été revisitée: les choses y sont visibles à la jumelle.

Plis de la région de la Pta del Rebbio (fig. 9)

Nous n'avons pas repris en détail cette région, disposant d'une excellente carte dressée par GENOUD (1978). La coupe présentée ici est adaptée de son travail; nous nous sommes limités à en étudier une partie pour constater la présence des unités lithostratigraphiques de la zone de Sion - Courmayeur. Cette coupe suit l'arête méridionale de la Pta del Rebbio (Bortelhorn).

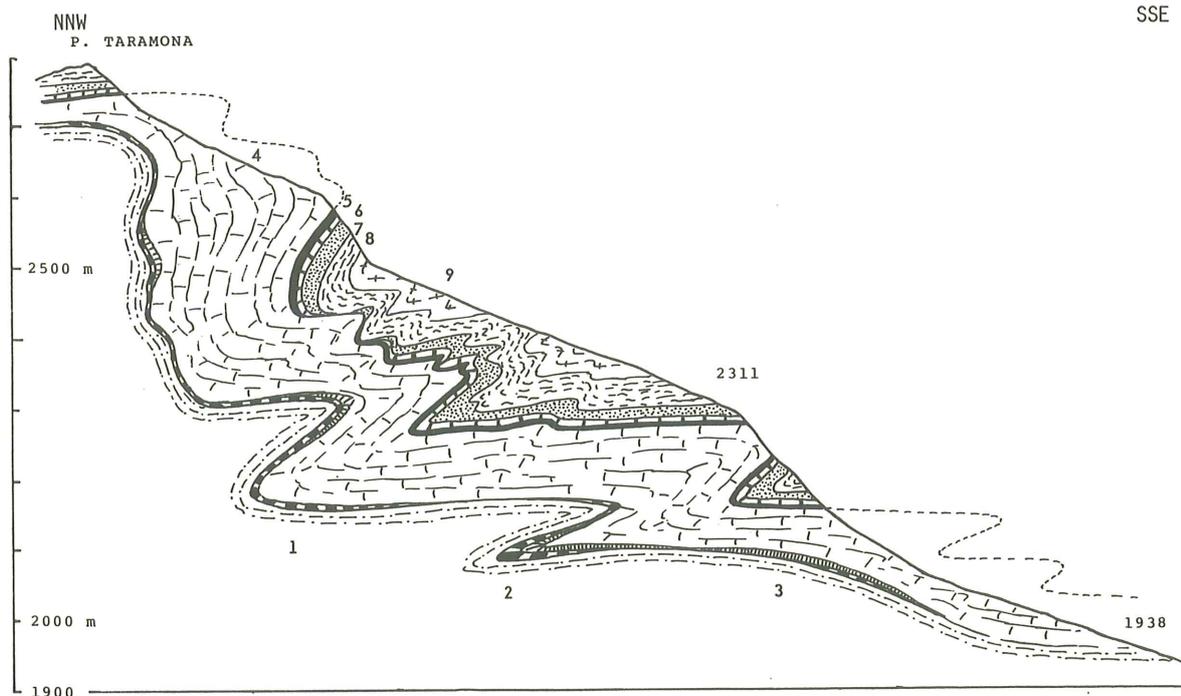


Fig. 9: Coupe de l'arête méridionale de la Pta del Rebbio (modifiée de GENOUD 1978).

1. Gneiss leucocrates à deux micas; Monte Leone.
2. Marbres dolomitiques localement gréseux; Trias.
3. Schistes à grenats; couverture mésozoïque possible de la nappe du Monte Leone.
4. Calcschistes; St-Christophe.
5. Schistes noirs et quartzites verts; Marmontains.
6. Marbres bleutés; Arolely.
7. Schistes carbonatés contenant quelques amphibolites; Versoyen.
8. Schistes à deux micas et grenats; Permo-Carbonifère.
9. Gneiss ocellés; Berisal.

Coupe du Mäderhorn (fig. 10)

Cette coupe a été relevée le long de l'arête septentrionale d'un petit sommet (P. 2946) au nord-est du Mäderhorn, entre la Mäderlicke et le Passo Terrarossa.

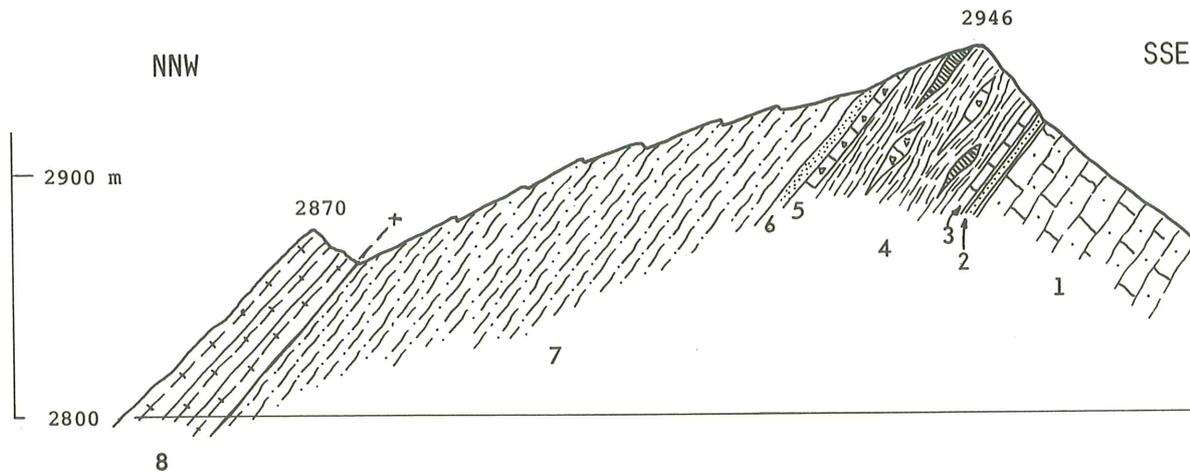


Fig. 10: Coupe du Mäderhorn.

1. Calcschistes gréseux; 100 m, St-Christophe.
2. Quartzites verts et schistes siliceux noirs; 2 à 9 m, Marmontains.
3. Calcaires bleus; 2 m, Aroley.
4. Schistes à lames de quartzite blanc, de dolomie crème, de gneiss permo-carbonifère et d'amphibolite; 20 à 50 m suivant l'endroit où la coupe est observée, Versoyen.
5. Dolomie blonde; 5 m, Trias carbonaté.
6. Quartzite blanc massif; 3 m, Trias inférieur.
7. Gneiss verdâtre à patine grise, grenatifère; Permo-Carbonifère.
8. Gneiss de Berisal.

Les niveaux 5 et 6 montrent, ce qui est exceptionnel, la présence d'un Trias à la base de cette série de la zone de Sion - Courmayeur (à moins qu'il ne s'agisse d'un bloc dans le Versoyen?).

Coupe du Chaltwasser (fig. 11)

Cette petite coupe se situe près du front du pli du Wasenhorn, dans le flanc renversé où les séries vont donc se trouver en position normale. Elle est observable juste au-dessus des vastes affleurements que le glacier du Chaltwasser vient de dégager (coord. 648.6/122.1)

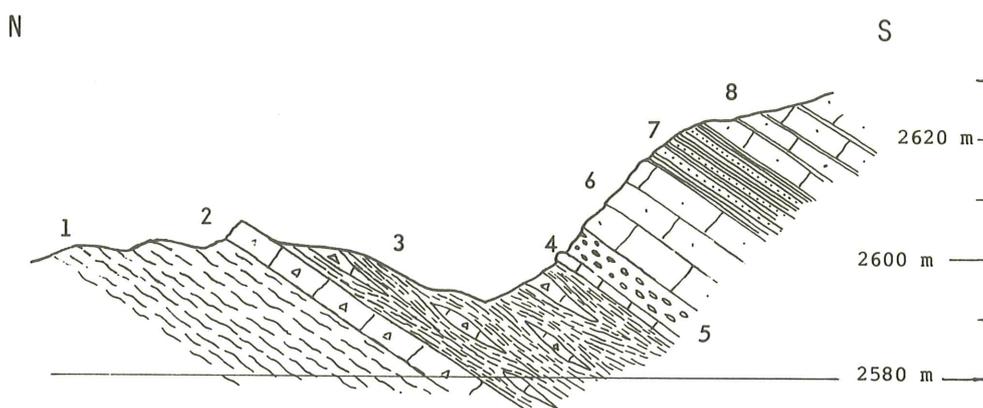


Fig. 11: Coupe du Chaltwasser.

1. Gneiss verts ou gris, localement grenatifères; Versoyen ou éventuellement Permo-Carbonifère.
2. Dolomie et calcaire dolomitique clair; 5 m, Trias.
3. Gneiss à galets et blocs de dolomie; 25 à 30 m, Versoyen.
4. Banc de marbre gris bleu; 2 m, base de l'Aroley.
5. Conglomérat à galets chloriteux apparemment d'origine volcanique; 2 à 3 m, Aroley.
6. Marbre un peu gréseux gris bleu; 15 m, Aroley.
7. Schistes noirs avec petits lits de quartzites verts; 10 m, Marmontains.
8. Calcschistes un peu gréseux à patine jaunâtre; St-Christophe.

Dans cette région il devient difficile de différencier le Permo-Carbonifère du Versoyen, surtout en l'absence de galets exotiques. Comme la précédente, cette coupe pourrait comporter un Trias à sa base (niveau 2), mais il pourrait aussi s'agir d'un bloc dans le Versoyen. La présence de galets de nature volcanique au sein de l'Aroley plaide en faveur de l'association stratigraphique entre le Versoyen et les séries qui le surmontent.

Coupe du col du Simplon (fig. 12)

De l'Hospice, que l'on s'élève vers le ski-lift ou vers les grands pylônes de la ligne à haute tension, les mêmes coupes peuvent être observées. Parce qu'elle est plus complète, nous avons choisi de décrire ici celle que dominent les pylônes de la ligne électrique, localisée sur le bord septentrional de la feuille Simplon. Etant donné le plongement axial, elle se trouve dans le flanc qui joint les plis du Monte Leone et du Wasenhorn, donc en succession renversée.

1. Gneiss quartzitiques de la nappe du Monte Leone.
2. Lane de dolomie blonde et de calcaire bleu; 0 à 10 m, Trias de la couverture Monte Leone.
3. Schistes noirs à grenats déterminant une petite dépression; env. 12 m, lambeau probable de la couverture Monte Leone ou trace de schistes décarbonatés témoins d'un chevauchement précoce.
4. Calcschistes assez massifs, à l'origine d'un relief doux; 10 à 15 m, St-Christophe.
5. Calcschistes fortement délités affleurant en dip-slope; env. 50 m, sans doute St-Christophe dont l'aspect diffère du niveau précédent à cause du mode d'affleurement favorable à une forte altération.

6. Après une zone sans affleurement à cause du remblaiement quaternaire de la combe, apparaissent, au niveau de la route en terre battue, des calcschistes gréseux visibles sur 5 m; St-Christophe.
7. Au-dessus de la route, à la base d'une petite paroi, des schistes noirs à gros grenats et quartzites verts sont facilement repérables; 3 m, Marmontains.
8. L'Aroley est moins évident: il se réduit à 1 m de marbres clairs fortement laminés.
9. Le sommet de la colline montre des schistes à gros grenats, des amphibolites et des lames de micaschistes permo-carbonifères, Versoyen.
10. Micaschistes verts contenant quelques amphibolites; 50 m, Permo-Carbonifère.
11. Gneiss de Berisal.

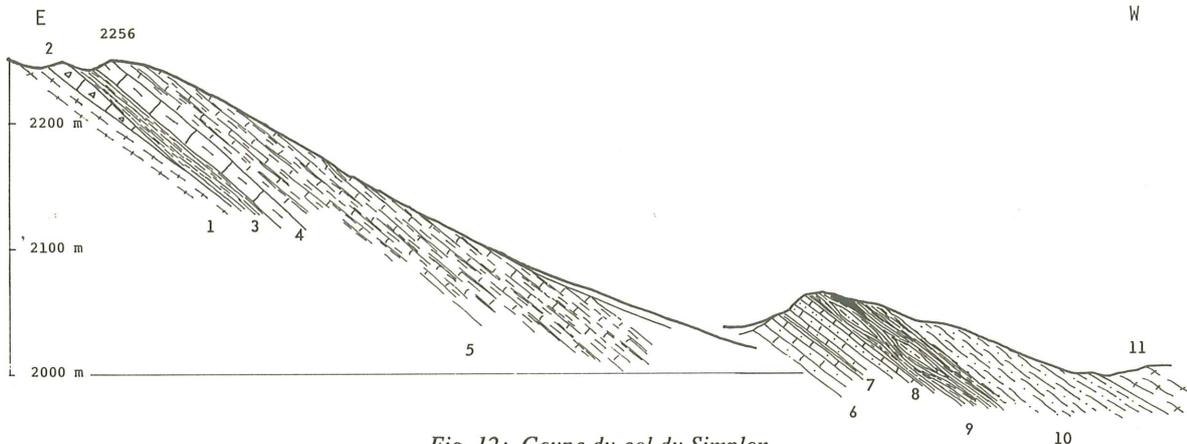


Fig. 12: Coupe du col du Simplon.

Coupes en avant de la nappe du Monte Leone

Les mêmes unités lithostratigraphiques vont se retrouver dans une longue bande de terrain qui émerge des alluvions rhodaniennes un peu en amont de Visp et qui se suit sur près de 20 km en direction de l'E, ce qui permet de rattacher ces terrains à la zone de Sion - Courmayeur. Ces assises sont fortement replissées, ce qui rend leur succession souvent obscure. Les deux coupes décrites ci-dessous montreront que les faciès Aroley et Marmontains sont fort bien représentés.

Coupe de Schratt (fig. 13)

C'est la coupe la plus facile à atteindre, puisqu'elle affleure le long de la route forestière du Nanztal, là où cette route quitte le versant de la vallée du Rhône pour pénétrer dans le Nanztal.

1. Calcschistes gréseux affleurant sous la route; St-Christophe.
2. Quartzites massifs en bancs métriques séparés par de fins délits de schistes siliceux noirs; ce sont les premiers affleurements du bord de la route au sortir des éboulis; 15 m visibles, Marmontains.
3. Calcaires gréseux et schistes noirs; 10 m.
4. Calcaires bleus, calcaires à bandes siliceuses, schistes gréseux jaunes ou blancs, microbrèches; 50 m.
5. Schistes noirs affleurant mal; 3 m.
6. Schistes gréseux se terminant par une vire schisteuse tendre; 30 m.
7. Calcaires à bandes siliceuses et grès; 20 m.
8. Grès et schistes déterminant une dépression où les affleurements sont de mauvaise qualité; 40 à 50 m.
9. Calcaires bleus massifs, conglomérats et grès déterminant une petite paroi dans le prolongement de laquelle se trouve le replat où sont édifiés les barraquements de Schratt; 25 m.
10. Schistes sombres, fins, siliceux, affleurant mal le long du sentier horizontal qui part de Schratt; 20 à 30 m.
11. Calcaires gréseux et micacés accompagnés de délits schisteux; série de Rosswald.

L'Aroley et les Marmontains ne se présentent donc pas comme une succession simple, même si leurs faciès sont bien caractérisés. La situation reste la même plus à l'est. Dans le versant nord du Glishorn, aucun affleurement n'est continu à cause des éboulis, de la topographie et de la végétation. La coupe la plus proche est donnée par le bisse du versant gauche de la vallée de la Saltina, à la cote 1400 m. Les quartzites des Marmontains y dépassent 100 m d'épaisseur. Sur la rive droite de la Saltina, le long de la route du Simplon en aval de Schallberg, les calcaires de l'Aroley prennent de l'importance et déterminent l'épaule rocheuse que la route traverse en tunnel. En revanche les quartzites des Marmontains sont totalement absents; ils réapparaissent plus à l'est et sont de toute beauté dans les pentes herbeuses de Glärch, au sommet desquelles la coupe suivante est observable.

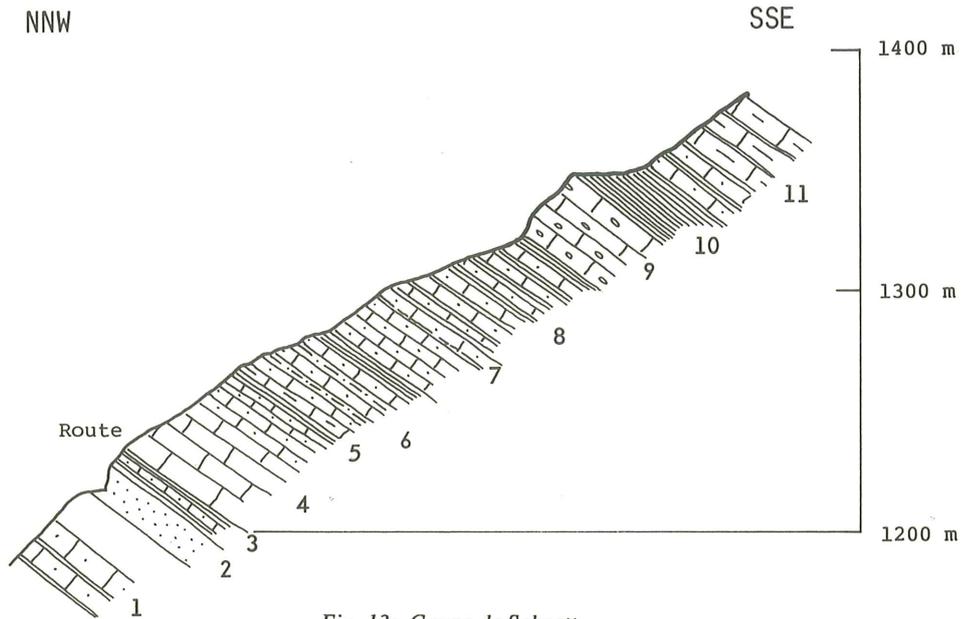


Fig. 13: Coupe de Schrat.

Coupe de l'arête NW du Folluhorn (fig. 14)

La meilleure manière d'atteindre cette coupe consiste à emprunter le sentier qui part de Rosswald pour le Folluhorn; après une longue traversée à flanc de coteau, il atteint des prairies sèches où s'élève une croix (P. 2303.1) qui domine une éraillure aux affleurements bien dégagés.

1. Calcaires gréseux et calcschistes; St-Christophe.
2. Schistes noirs et quartzites verts déterminant un petit col dans la pente; 25 m, Marmontains.
3. Grès calcaires en petits bancs avec interlits schisteux affleurant assez mal dans l'herbe; 30 m, passage entre Marmontains et Aroley.
4. Calcaires massifs en gros bancs décimétriques bien visibles dans l'éraillure et abordables le long du sentier Goldweng - Arbe; 30 m, Aroley.
5. Calcaires gréseux monotones; 100 m, Aroley.
6. Conglomérat calcaire et rares schistes noirs passant sous la croix; 10 m, Aroley.
7. Calcaires assez purs, localement massifs, dont les têtes de couches sortent dans l'herbe au sud de la croix; 35 à 40 m, Aroley.
8. Calcaires gréseux avec interlits de schistes noirs; 20 m, passage de l'Aroley aux Marmontains.
9. Quartzites verts en bancs décimétriques et schistes noirs siliceux qui forment les beaux affleurements des prairies de Glärch; 25 m, Marmontains.
10. Calcschistes et schistes de la série de Rosswald.

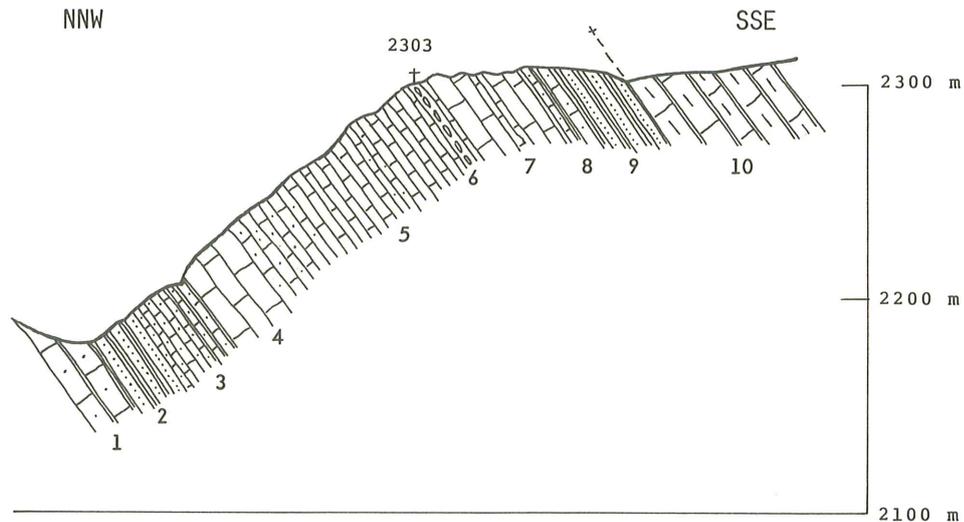


Fig. 14: Coupe de l'arête NW du Folluhorn.

Tout comme à Schrott, les faciès sont bien caractérisés, mais la succession n'est pas simple. C'est dans le niveau 6 qu'un fantôme de Globotruncanidae a été signalé (BURRI 1967).

D'autres coupes, encore plus orientales, montrent les mêmes faciès, mais toutes sont incomplètes.

La zone de Sion - Courmayeur est, dans cette position externe, toujours en contact mécanique avec la série de Rosswald; la proximité du plan de chevauchement explique sans doute la complexité des coupes relevées. Mais, en moyenne, ici, les Couches de l'Aroley et des Marmontains sont plus épaisses et plus complexes mais plus typiques dans leur lithologie que sur la partie arrière de la nappe du Monte Leone. Le raccord reste d'ailleurs conjectural entre ce qui se trouve de part et d'autre de cette nappe. A noter, enfin, que les Couches du Versoyen manquent totalement ici.

COUPES SITUÉES AU SW DE LA LIGNE DU SIMPLON

Coupe du Magehorn (fig. 15)

Cette première coupe, localisée près de la fermeture du synclinal du Magehorn, est reproduite ici pour montrer que les mêmes faciès se retrouvent au-dessus de la Ligne du Simplon, et avec des épaisseurs du même ordre de grandeur. Elle est observable à environ 100 m au-dessus du Bistinepass, taillée dans les gneiss permocarbonifères de la zone de Visperterminen.

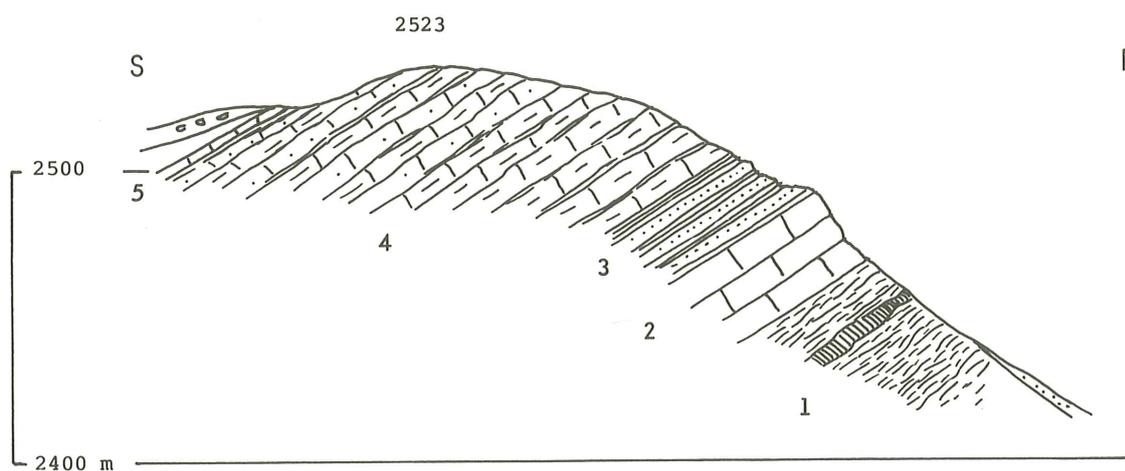


Fig. 15: Coupe du Magehorn.

1. Émergeant des éboulis, des schistes noirs avec quelques passées de prasinites représentent le Versoyen dont la base n'est pas visible.
2. Calcaires marmorisés bleus, massifs, affleurant en paroi et alimentant en gros blocs les éboulis sous-jacents; 15 à 20 m, Aroley.
3. Dans une vire mal dessinée, schistes noirs et quartzites verts en petits bancs; 15 à 20 m, Marmontains.
4. Calcschistes gréseux sur tout la croupe du P. 2523; 40 m, St-Christophe.
5. Juste avant la fin de la coupe, sous les éboulis, un niveau un peu plus siliceux et une vague passée calcaire. Ou bien il s'agit d'une variation au sein des Couches de St-Christophe, ou bien de la réapparition, en flanc renversé, de l'Aroley et des Marmontains.

Coupe de la Nanzlicke (fig. 16)

Les choses se compliquent et les attributions deviennent plus conjecturales au voisinage de la Ligne du Simplon, pour autant que la localisation de cet accident soit possible et correcte. Les deux coupes suivantes sont proches de la nappe du Monte Leone et séparées l'une de l'autre par une large couverture quaternaire.

Le long de la ligne de crête séparant la dépression du Simplon de celle du Nanztal, la coupe est la suivante:

1. Gneiss clairs de la nappe du Monte Leone.
2. Schistes siliceux albitiques très fortement écrasés; 50 m.
3. Cornieule et dolomie cornieulisée; 10 m.
4. Déterminant un premier relief, calcaires à patine jaune ou rousse, à cassure souvent bleue, rarement purs, souvent gréseux et à bandes siliceuses, rares niveaux schisteux; 40 m.
5. Schistes siliceux noirs, ne passant jamais à de véritables quartzites; 20 m.
6. Calcschistes gréseux; 25 m.

7. Schistes noirs et quartzites verts en petits bancs; 10 m, Marmontains bien typés.
8. Calcaire marmorisé bleu ; 10 m, Aroley.
9. Schistes sombres à lentilles de prasinites et de serpentinites, 60 à 70 m terminés par 5 m de schistes graphiteux.
10. Micaschistes de la zone de Visperterminen.

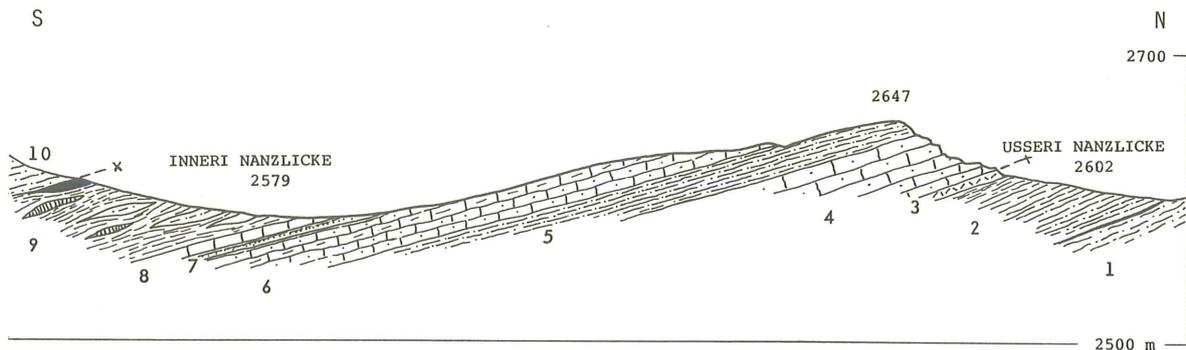


Fig. 16: Coupe de la Nanzlicke.

Les niveaux 6 à 9 ne posent pas de problème: c'est une série de la zone de Sion - Courmayeur en position renversée sous le Permo-Carbonifère de la zone de Visperterminen. A quoi attribuer les niveaux 4 et 5? Nous avons longtemps pensé qu'il s'agissait de faciès Aroley et Marmontains un peu atypiques. Mais, s'il faut rester sévère quant à la qualité des critères d'attribution, mieux vaudrait alors considérer ces deux niveaux comme des variations au sein des Couches de St-Christophe.

Coupe du Gebidum (fig. 17)

Entre la crête de la Nanzlicke et celle de Gebidum, soit dans tout le Nanztal, les tassements et le Quaternaire empêchent toute bonne observation. Mais les problèmes restent les mêmes, comme le montre la coupe de la crête de Gebidum:

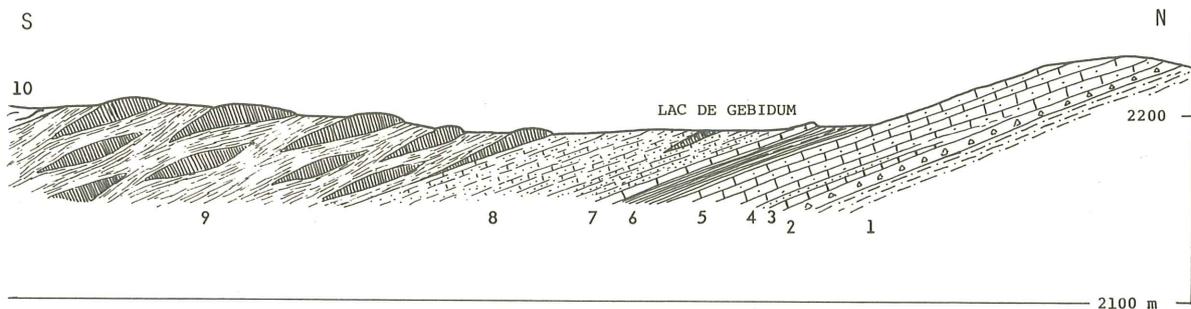


Fig. 17: Coupe du Gebidum.

1. Gneiss clairs de la nappe du Monte Leone.
2. Dolomies jaunes souvent cornueulisées et gypse. Assez minces sur la crête, ces assises prennent de l'importance, surtout dans le versant occidental; 10 à 20 m, Trias.
3. Calcaire bleu en petits bancs décimétriques accompagnés de quelques délit schisteux; 5 m, Aroley.
4. Quartzites verts, massifs; 2 m, Marmontains. Les niveaux 3 et 4 ne sont visibles que dans le versant occidental de la crête, dans un petit ravin, sous le point coté 2186.
5. Calcaires à bandes siliceuses, jaunâtres à la patine, souvent bleus à la cassure, plaquetés, déterminant un relief sur la crête; 20 à 30 m.
6. Schistes noirs qui sont la cause d'une petite combe humide ; 10 m.
7. Calcaire bleu; 0 à 5 m. Les niveaux 6 et 7 affleurent seulement dans le versant oriental et de petits affleurement de calcaire apparaissent sur la rive nord du lac, lorsque les eaux sont basses.
8. Grès schisteux, carbonatés, pauvres en roches vertes, rares blocs de Permo-Carbonifère; 40 m.
9. Schistes non carbonatés, sombres, très riches en serpentinites et en prasinites. Des quartzites sombres (radiolarites associées aux prasinites?) affleurent dans le profond ravin ouvert par le torrent issu du lac; 100 m.
10. Micaschistes permo-carbonifères de la zone de Visperterminen.

Il semble donc bien que cette coupe soit celle d'une série de la zone de Sion - Courmayeur en position renversée sous la zone de Visperterminen. Dans ce cas, il faudrait attribuer aux Couches de St-Christophe les calcaires gréseux du niveau 5. Quelle est, par ailleurs, la signification de cette courte série normale (niveaux 3 et 4) qui repose sur le Trias? Peut-être un simple repli au voisinage de la Ligne du Simplon que nous proposons de localiser près de la surface supérieure du Trias.

Vallée de la Vispa (fig. 18)

Si l'hypothèse de la présence de la zone de Sion - Courmayeur en position renversée sous la zone de Visperterminen est la bonne, tout le versant de la vallée de la Vispa, de Gebidum à Visp, doit être réinterprété, suivant le schéma de la fig. 18.

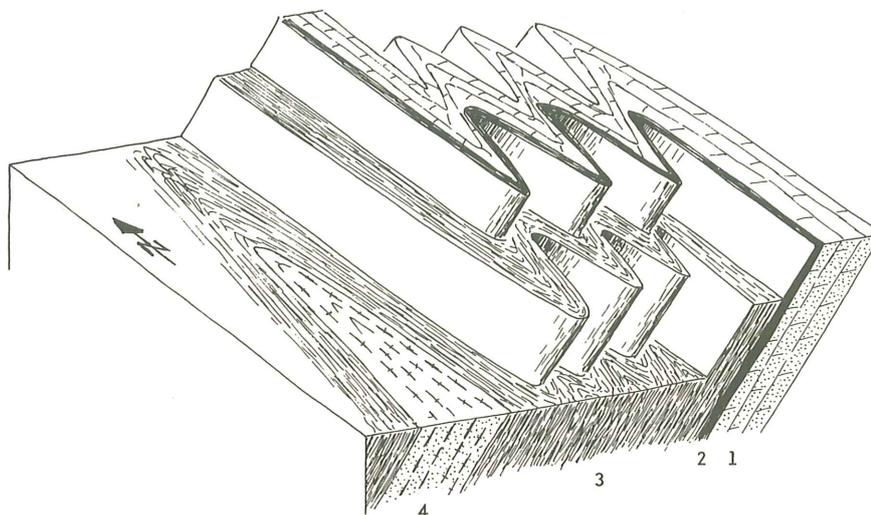


Fig. 18: Schéma structural du versant droit de la vallée de la Vispa.

1. Couches de St-Christophe.
2. Ensemble Aroley - Marmontains.
3. Versoyen.
4. Permo-Carbonifère de la zone de Visperterminen.

Ce qui, précédemment était considéré comme couverture autochtone du Monte Leone en position normale devient la zone de Sion - Courmayeur en couverture renversée sous la zone de Visperterminen (BURRI 1979, LEU 1986). L'épaisse masse de calcaires siliceux ocres, de microbrèches et de calcaires bleus des rochers de Rotgstei, interprétée comme un équivalent atypique de l'Aroley (BURRI 1979, fig. 3) s'est révélée être une accumulation de plis très serrés affectant des assises d' Aroley et de Marmontains tout à fait typiques. Ces mêmes plis sont la cause de l'épaississement des Couches de St-Christophe de la forêt de pins qui domine Hotee. Le Versoyen, lui, apparaît particulièrement répété et épaissi dans la coupe du Riedbach, près de Visperterminen. Donc, dans cette interprétation la polarité de la série est inversée par rapport à celle précédemment admise (BURRI 1979).

Pour conclure: les unités lithostratigraphiques des séries de la zone de Sion - Courmayeur montrent une grande constance, même si, dans certains cas, elles se réduisent à quelques mètres. Leur présence ne fait aucun doute, malgré quelques particularités non encore expliquées: épaisseurs plus fortes et faciès plus variés dans l'unité qui se trouve sous la nappe du Monte Leone, difficultés d'attribution au-dessus de la Ligne du Simplon. Les amphibolites du Versoyen présentent des indices de volcanisme océanique: structures en coussin, association avec des quartzites sombres dans lesquels FRANK (1975) a trouvé de la piémontite et des grenats riches en manganèse.

La cartographie a montré une liaison systématique entre les assises de la zone de Sion - Courmayeur et les gneiss considérés comme permo-carbonifères: zone de Visperterminen d'une part et zone de Galmji d'autre part. Cette dernière a surtout été reconnue le long du flanc raide qui limite les plis du Glishorn et de Berisal, mais elle pourrait conserver cette importance au flanc méridional de la synforme de Berisal où elle n'a pas été cartographiée systématiquement. En effet, FRANK (1975) et DOLIVO (1977) signalent la présence de calcschistes au voisinage de la bordure sud des gneiss de Berisal; ces calcschistes pourraient jalonner le contact entre ces gneiss et ceux de la zone de Galmji. A titre d'hypothèse, nous admettons que ce Permo-Carbonifère est le soubassement de la zone de Sion - Courmayeur.

TECTONIQUE

Etat de la question

Après les travaux liés au percement du tunnel du Simplon (SCHARDT 1903, SCHMIDT & PREISWERK 1908) et la grande synthèse argandienne (ARGAND 1911), les recherches structurales ont marqué le pas. Il faut en effet attendre 1956 pour que BEARTH ouvre une nouvelle phase de recherches en individualisant des unités qui n'avaient pas encore été reconnues (nappe de Berisal, zone de Camughera - Moncucco). Il localise par la même occasion une ligne tectonique importante le long de laquelle sont en contact les gneiss de Berisal et ceux de la nappe du St-Bernard (zone de Visperterminen): "Diese Störungen finden ihren Ausdruck in einer starken Verschuppung und Kakiritisierung, in der Bildung von Breccien und Myloniten und in der Häufung von Ultra- und Gangmyloniten (...). Im Norden verläuft die Hauptstörung entlang dem Westrand der Berisal-Gneise, die durch sie vom Staldener Lappen abgeschnitten werden". La Ligne du Simplon, qui fera couler beaucoup d'encre, était ainsi découverte, et la carte qui accompagne l'article de BEARTH (1956, fig. 1) donne un tracé très précis de cet accident qui se termine vers le nord, près du col du Simplon, par un point d'interrogation (déjà!).

A la fin des années cinquante et au cours de la décennie suivante, l'intérêt est ravivé par la quête des relations entre métamorphisme et déformation. Les auteurs se livrent en général à des observations très ponctuelles, souvent en lames minces, qui n'apportent pas grand chose au niveau de la structure régionale. A peu près à la même époque, les méthodes géochronométriques commencent à être systématiquement utilisées. FREY et al. (1974), AYRTON & RAMSAY (1974) donnent une bonne synthèse des résultats de ces méthodes et leur bibliographie très complète.

MILNES (1974a et b) a le mérite de tenter une première synthèse régionale intégrant grandes et petites structures. Essayant de mettre de l'ordre dans toutes les phases de plissements décrites, il propose le schéma suivant:

- Lors d'un chevauchement initial, les nappes du Lebendun et de la Maggia sont seules concernées.
- Puis les principales nappes se mettent en place, dont celle du Monte Leone.
- Vient ensuite une phase de plissement isoclinal qui affecte l'ensemble des nappes (post nappe recumbent folding). Au cours de cet épisode, les conditions du faciès amphibolite sont atteintes. Ces événements se situeraient à l'Oligocène inférieur (38 m.a.).
- Les conditions de température restent élevées jusque vers la fin du Miocène (10 à 15 m.a.) et des plis importants poursuivent leur évolution (P. Cervandone = synforme de Berisal, Pta del Rebbio, etc.), mais leur chronologie reste floue.

A son tour, STECK (1984) ouvre une nouvelle voie en décrivant un couloir de cisaillements dextres qui se manifeste par la présence de linéations d'étirement. La description de ces déformations a été le thème des travaux les plus récents (voir plus loin).

Nous retiendrons, pour notre description, les éléments qui semblent faire l'unanimité de la plupart des auteurs, à savoir les phénomènes suivants (voir tableau 1):

1. La mise en place des nappes, qui comporte plusieurs événements dont l'inventaire n'est pas encore établi.
2. Le plissement isoclinal de ces nappes, qui semble se terminer avec le pic du métamorphisme vers 26 m.a.
3. Le cisaillement dextre, qui donne naissance à une linéation inégalement répartie et à certaines mylonites de la Ligne du Simplon.
4. Le rétroplissement, au cours duquel se développent de gros plis déversés vers le SSE.
5. Un accident tardif, probablement de rétrochevauchement, localement confondu avec la Ligne du Simplon.

La cartographie régionale n'apporte pas de données nouvelles pour chacun de ces différents points, mais elle permet d'en préciser quelques uns que nous allons évoquer.

Mise en place des nappes

Traditionnellement, la mise en place des nappes est considérée comme un déplacement des unités les plus méridionales vers le N ou le NW (MILNES 1974b, STECK 1984, par ex.). Cependant, certains auteurs ont suggéré un premier mouvement vers le SE (AMSTUTZ 1954, JOOS 1969, LEU 1986). STECK (1986) propose un mécanisme de déformation ductile précoce qui conduit à la formation de grands plis-nappes isoclinaux. Une telle hypothèse implique que les couvertures sédimentaires restent solidaires de leur soubassement, et sont donc "autochtones".

Succession (ou empilement) des nappes

THÉLIN & AYRTON (1983), THÉLIN (1983, 1987) ont montré la similitude qui existe entre les gneiss de la zone de Stalden supérieure et ceux de Berisal. ESCHER (1988) en fait le coeur cristallin de la nappe des Pontis. En Valais central, jusque dans la région de Visp, la succession des unités penniques, de haut en bas, est la suivante:

- Nappe de Siviez - Mischabel
- Nappe des Pontis (zone de Stalden supérieure)
- Zone Houillère (zones de Visperterminen et de Stalden inférieure)
- Zone de Sion - Courmayeur.

Suite à ce que nous avons décrit, l'empilement des nappes au-dessous de la Ligne du Simplon est, de haut en bas, le suivant:

- Nappe des Pontis (Gneiss de Berisal)
- Zone de Gällmji (= zone Houillère)
- Zone de Sion - Courmayeur
- Nappe du Monte Leone.

Ainsi les mêmes unités se retrouvent de part et d'autre de la Ligne du Simplon. MANCEL & MERLE (1987, p. 273) posaient deux questions, alors fort pertinentes:

- Pourquoi existe-t'il une discordance entre les unités penniques supérieures et inférieures que sépare la ligne du Simplon?
- Pourquoi la nappe du St-Bernard n'a-t'elle pas été impliquée dans le rétroplissement?

Nous sommes maintenant en mesure de répondre. La Ligne du Simplon ne sépare pas les unités penniques inférieures des unités penniques supérieures, puisque les mêmes unités sont présentes de chaque côté de l'accident. Quant à la nappe du St-Bernard, elle est bel et bien impliquée dans le plissement en retour, les gneiss de Gällmji et ceux de Berisal étant l'équivalent oriental de cette nappe.

La zone de Sion - Courmayeur et la zone de Gällmji sous la Ligne du Simplon

Les sédiments qui séparent les cristallins du Monte Leone et de Berisal sont essentiellement ceux de la zone de Sion - Courmayeur; tout au plus de rares lambeaux de calcaires triasiques et quelques schistes sombres peuvent être attribués à la couverture du Monte Leone. La zone de Sion - Courmayeur est systématiquement en position renversée (JEANBOURQUIN & BURRI 1988). De plus, elle est tout aussi systématiquement accompagnée par les gneiss de la zone de Gällmji, situés sous sa base stratigraphique. Ce couplage suggère une relation socle - couverture qui devra être étudiée plus à l'ouest, car on ignore encore les relations de la zone de Gällmji avec la zone Houillère.

Ainsi la zone de Sion - Courmayeur apparaît comme une nappe dont le flanc renversé est mince mais complet et continu, alors que son flanc normal n'est que sporadiquement représenté par quelques lambeaux de calcschistes et de roches vertes pincés entre les gneiss de Gällmji et ceux de Berisal.

Certains plis mineurs pourraient être contemporains de la mise en place de cette nappe. Tel serait le cas des plis très isoclinaux de la coupe du Tochuhorn (fig. 5): développés uniquement dans la zone de Sion - Courmayeur, ils sont de vergence S (flanc renversé).

Le front de la nappe du Monte Leone

PREISWERK, dans le Guide Géologique de la Suisse de 1934 (p. 507) localise le front de la nappe du Monte Leone à la terminaison de la lame de gneiss d'Eisten. JEANBOURQUIN (1981) a proposé de revenir à cette interprétation sur laquelle STECK hésite encore en 1984 mais qu'il adopte en 1988 (ESCHER et al. 1988). Nous avons conservé cette interprétation qu'une cartographie détaillée ne vient jamais contredire (fig.

19): elle explique parfaitement la configuration des socles et des couvertures dans la région Spitzhörli - Glishorn et toutes les complications tectoniques observées dans les coupes entre le Glishorn et le Saflischthal.

Ce front n'était pas simple mais comportait plusieurs plis secondaires qui, actuellement, forment autant de structures très isoclinales, dont le coeur peut être gneissique comme dans la coupe du Saflischpass (fig. 4). Le redoublement tectonique des enveloppes de ces coeurs anticlinaux est la cause de leur épaisseur parfois assez considérable, ce qui pourrait être le cas jusque dans la région de Binn et du Fäldbach lui-même.

De petits plis sur les flancs de cette nappe ont dû exister. L'un d'eux pourrait être à l'origine de la lame de gneiss du Monte Leone qui affleure sous le corps principal de la nappe au front du pli du Gebidum.

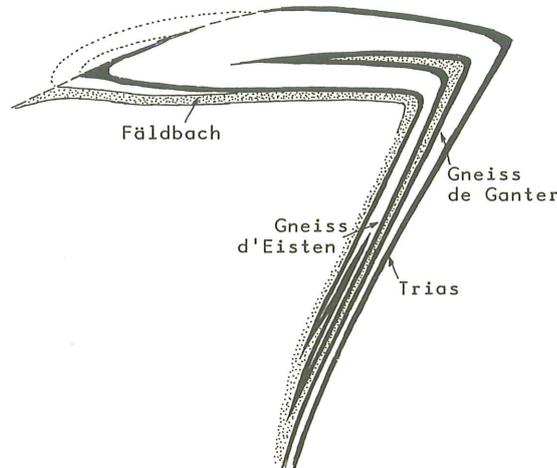


Fig. 19: Schéma de la partie frontale de la nappe du Monte Leone.

Plissement isoclinal des nappes

MILNES (1974b) a mis en évidence cette phase de déformation qu'il a appelée "post nappe folding". Les structures de la première génération sont replissées isoclinalement, donnant des figures d'interférence proches du type III de RAMSAY (1967). Les auteurs s'accordent pour reconnaître que cette déformation s'est produite dans des conditions très ductiles qui ont permis l'apparition d'une schistosité ubiquiste (voir, entre autres, MILNES 1974b, STECK 1984, 1986).

Si de telles structures sont aisément observables à l'échelle de l'affleurement (schistosité replissée) ou à celle de la lame mince, elles sont plus délicates à mettre en évidence à celle de la carte. Le cas le plus spectaculaire de la région étudiée est le pli situé au nord de Gebidum où les gneiss du Monte Leone, repliés sur eux-mêmes, donnent l'impression fallacieuse de dessiner le front de la nappe du Monte Leone. Cette particularité, déjà repérée par PREISWERK (1934), a été reprise par STECK (1984).

D'autres plis montrent les mêmes caractéristiques et les mêmes relations avec les autres structures, ce qui permet de les attribuer à la même génération:

- Le couple synforme du Monte Leone - antiforme du Wasenhorn
- L'antiforme du Steintal
- La série de replis du Gantertal.

Tous sont très isoclinaux, présentent une forte schistosité et sont déversés vers le NW. Comme ils forment des structures d'interférence avec des plis plus tardifs, nous en reparlerons plus loin.

Ces plis affectent les limites nappe du Monte Leone / zone de Sion - Courmayeur et zone de Sion - Courmayeur / zone de Gällmji. En revanche, ils ne semblent pas concerner le contact entre la zone de Gällmji et les gneiss de Berisal. Ceci suggère que ces plis pourraient être des plis d'entraînement induits par le déplacement de la nappe des Pontis sus-jacente.

Cisaillement dextre

En 1984, STECK met en lumière ce phénomène grâce à l'analyse de nombreuses linéations d'étirement. En 1985, MANCKTELOW en donne une description détaillée, reprise et en partie contestée par MERLE et al. (1986). Ces derniers démontrent l'antériorité de cette déformation par rapport à la naissance de la synforme de Berisal: les critères de cisaillement, qui montrent un cisaillement dextre dans le flanc normal de

la synforme, montrent un cisaillement senestre dans son flanc renversé. MANCEL & MERLE (1987) reprennent cette description de manière plus détaillée dans le voisinage même du col du Simplon.

Tous ces auteurs s'accordent sur la signification de ces linéations d'étirement: elles traduisent un déplacement des masses supérieures en direction de l'WSW. Dans la région du col du Simplon, les linéations sont particulièrement développées dans les assises du Monte Leone et de Berisal. Les mouvements semblent avoir été en s'intensifiant d'est en ouest jusqu'à donner naissance à des bandes mylonitiques qui définissent la Ligne du Simplon. Toujours dans la région du col cette ligne correspond à un plan incliné vers l'WSW. Au-dessus de ce plan, les linéations sont absentes selon MANCKTELOW (1985), bien présentes suivant les autres auteurs, quoique moins intensément marquées. MANCEL & MERLE (1987) montrent même que la direction moyenne des linéations change légèrement de part et d'autre de la Ligne du Simplon.

MERLE (1987) fait remarquer que cette déformation ductile hétérogène est particulièrement intense dans les bandes sédimentaires séparant les noyaux cristallins. Nous y verrions volontiers la cause de l'amincissement de tous les termes de la série de la zone de Sion - Courmayeur.

La cartographie n'a rien à apporter à ce débat. Nous tenions cependant à l'évoquer afin d'éviter la confusion entre cette déformation et un accident plus tardif déjà repéré par d'autres et dont il sera question ci-dessous.

Plissement en retour

Le plissement en retour, de vergence SE, affecte tout l'empilement des nappes. Il est responsable de la naissance des deux structures les plus importantes de la région: l'antiforme du Glishorn et la synforme de Berisal. Ces deux plis d'amplitude kilométrique, ont un fort pendage axial vers l' WSW dans la région du col du Simplon, pendage axial qui diminue pour passer à l'horizontale en direction du NE.

Synforme de Berisal

La synforme est très ouverte au NE dans la région du P. Cervandone et devient de plus en plus serrée pour finir subsoclinalement au SW. Une des principales charnières de la synforme apparaît très bien en rive gauche du Steingletscher, sous l'arête NW du Bortelhorn où SCHMIDT & PREISWERK (1908) l'avaient parfaitement dessinée. Elle y replisse une charnière antiforme de gneiss du Monte Leone qui plonge fortement (env. 30°) vers le SW. Cependant, plus au NE, ce double pli est coupé par des failles plus récentes, orientées NE - SW qui abaissent le compartiment septentrional. Elles mettent en contact les gneiss de Berisal et ceux du Monte Leone de part et d'autre du Steinjoch. Ainsi, le petit massif du Rothorn représente un lambeau du fond de la synforme de Berisal, translaté probablement du NE vers le SW en raison du faible plongement axial de la cuvette du Rothorn.

Structures d'interférence du Chaltwasser

Les excellents affleurements que le glacier du Chaltwasser a dégagés montrent de magnifiques structures d'interférence dans lesquelles des plis de retrocharriage reprennent un pli de deuxième génération (fig. 20 et 21). Le repérage de la polarité des assises sédimentaires permet de reconnaître le flanc normal du premier pli où les séries valaisannes sont en position renversée, et son flanc renversé, où elles sont en position normale. Le flanc normal a donné naissance à des synclinaux perchés d'Aroley et de Marmontains. Dans le flanc renversé, le Versoyen est bien caractérisé par des faciès conglomératiques à blocs de dolomie. L'axe des plis les plus récents est légèrement oblique sur celui des plis plus anciens (fig. 22). Les surfaces axiales, peu inclinées vers le NW dans la région du Wasenhorn, sont progressivement redressées en direction du col du Simplon où les plis deviennent de plus en plus isoclinaux. Les plus occidentaux sont observables le long de l'ancienne route du col au niveau de la dernière galerie: ils sont extrêmement isoclinaux, si bien qu'ils sont indiscernables des plis de la génération précédente (fig. 23). La tendance est donc la même dans ces plis relativement modestes que dans la grande structure de Berisal.

STECK (1984) proposait un âge différent pour le pli du Monte Leone et pour celui du Wasenhorn: il considère cette tête plongeante comme contemporaine de la naissance de la synforme de Berisal. Cette interprétation est donc à écarter puisque les deux flancs du pli du Wasenhorn sont repris par la même déformation tardive, qui, elle, est contemporaine de la naissance de la synforme de Berisal.

Les plis de la Pta del Rebbio ont la même géométrie que ceux du Chaltwasser dans lesquels ils semblent s'emboîter. Etant plus orientaux, ils sont très ouverts. Eux aussi déforment la surface axiale du pli du Monte Leone, ce que GENOUD (1978) avait parfaitement vu.

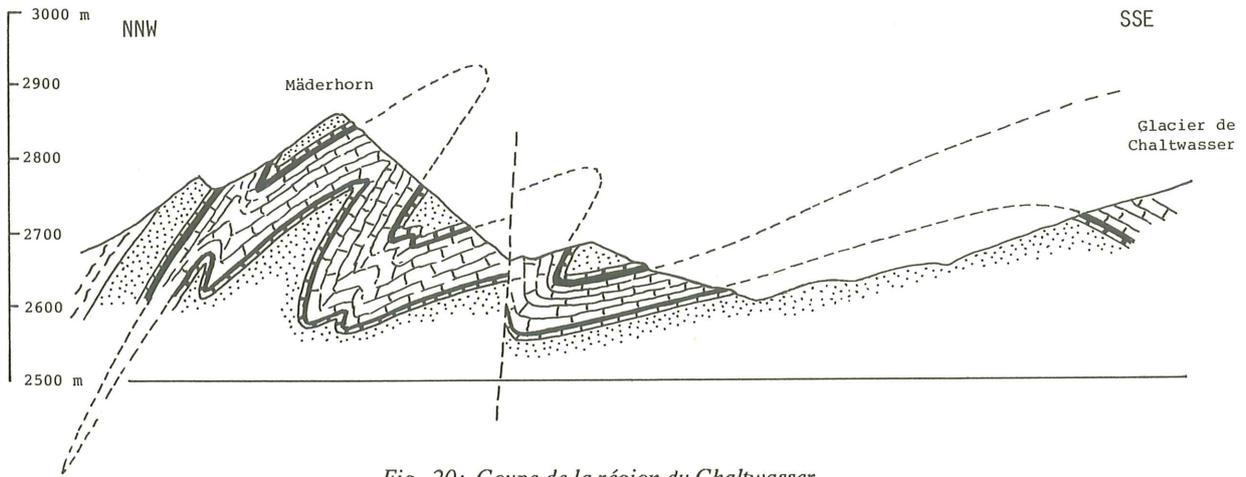


Fig. 20: Coupe de la région du Chaltwasser.

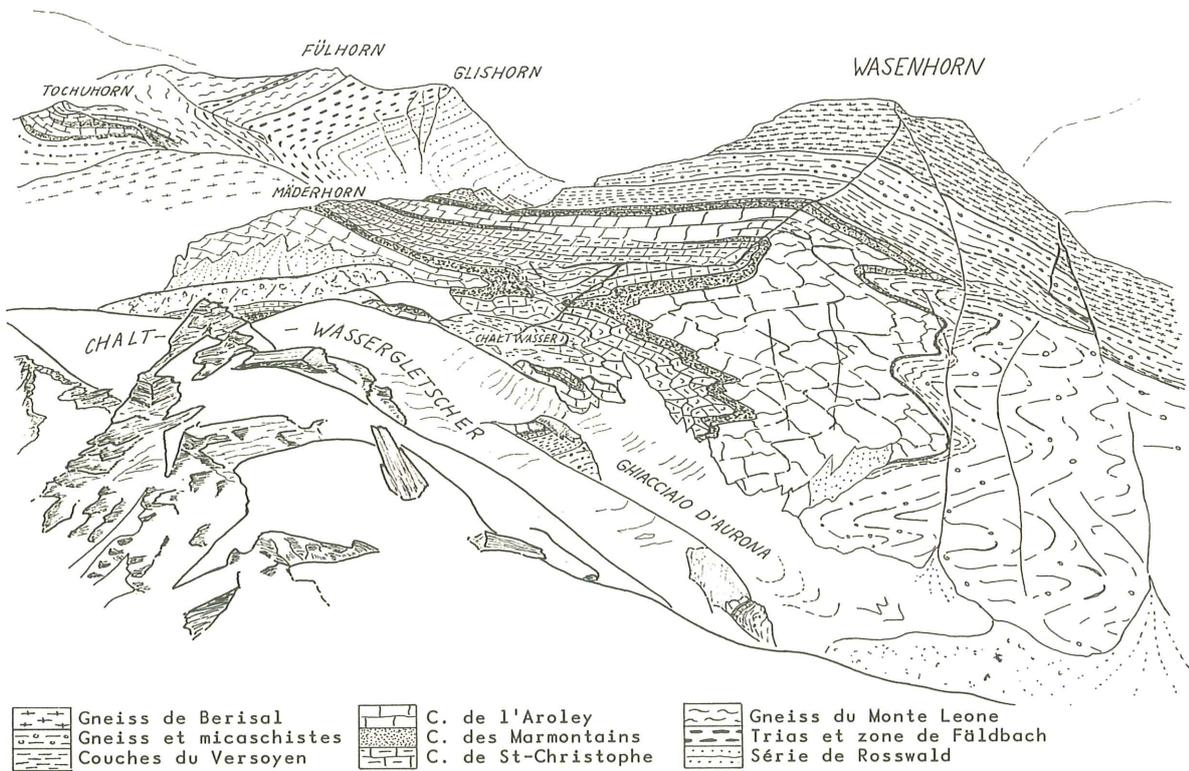


Fig. 21: Panorama du sommet du Monte Leone vers le NW.

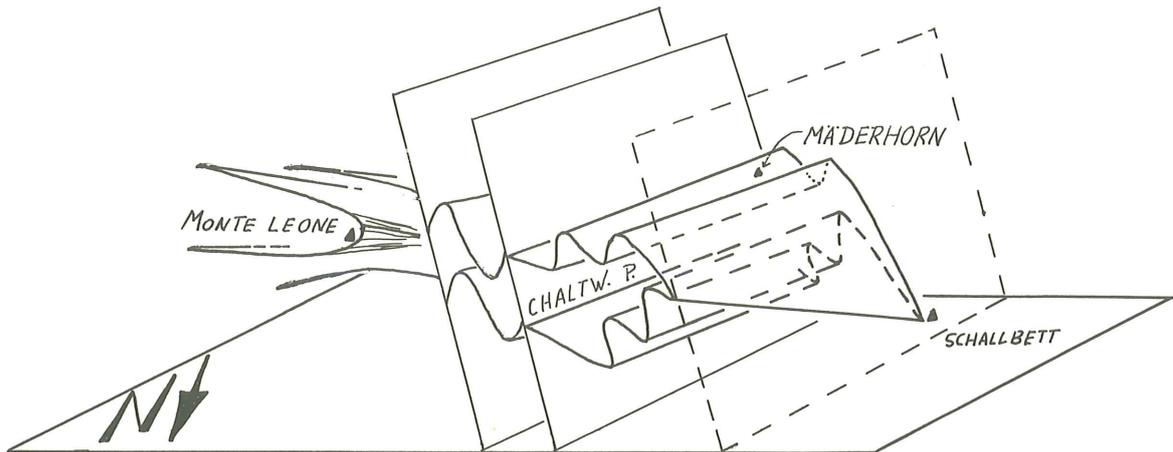


Fig. 22: Schéma des plis superposés du Chaltwasser.

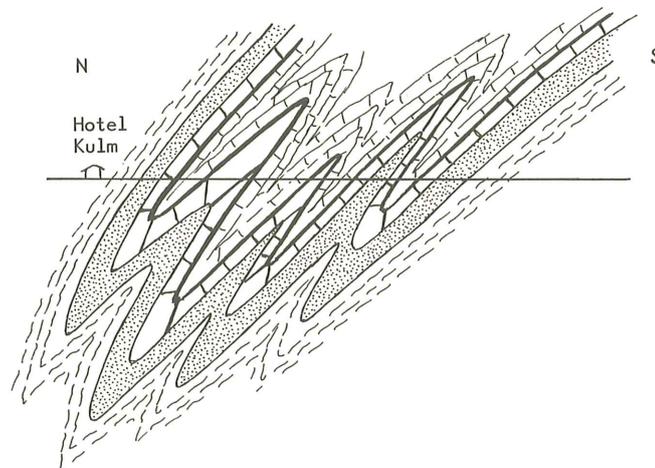


Fig. 23: Coupe de la dernière galerie avant le col du Simplon, observable le long de l'ancienne route.

L'accident du Simplon (tectonic discontinuity)

Lorsqu'il a décrit pour la première fois ces phénomènes, BEARTH (1956) a utilisé le terme de "Simplon Störung". Au cours des années suivantes est apparu celui de "Ligne du Simplon". Afin d'éviter toute confusion avec les cisaillements dextres certainement responsables d'une partie de la Ligne du Simplon, nous désignerons sous le terme d'"accident du Simplon" un phénomène tardif qui met en contact les gneiss de Berisal avec ceux de la zone de Visperterminen. Cet accident interrompt la synforme de Berisal vers l'ouest et probablement la déforme: il lui est donc postérieur. Sa surface est inclinée vers l'WSW et la synforme s'enfonce sous cette surface.

Son rôle a été beaucoup discuté. HUNZIKER & BEARTH (1969) montrent que les âges de refroidissement (fermeture du réseau des biotites Rb/Sr) ne sont pas les mêmes de part et d'autre de cet accident: le compartiment NE donne des âges de 11 m.a., alors que dans le compartiment occidental, les âges passent de 15 à 22 m.a. quand on s'éloigne de 4 km perpendiculairement à la trace de l'accident. Ceci permet à HUNZIKER (1970) de proposer un scénario selon lequel le compartiment occidental subit une surrection précoce qui va le porter temporairement 5 à 8 km (selon le degré géothermique admis) plus haut dans l'édifice alpin que le compartiment oriental. Celui-ci rattrapera son retard par la suite et même surcompensera ce retard vers 10 m.a.

La consultation des cartes (BEARTH 1972, SPICHER† 1980) suggère un mouvement de rétrocharriage le long de cet accident. En effet, les gneiss et micaschistes de la zone de Visperterminen qui surmontent la synforme de Berisal au col, sont, vers le sud, en contact avec les gneiss du Monte Leone jusqu'à Simplon-Village, ce qui représente un rétrocharriage apparent de quelque 5 km. L'étude des isogrades du métamorphisme de WENK & WENK (1984) a montré que l'isograde An 17 était déplacée dans le même sens de 15 km, chiffre vraisemblablement trop élevé (COLOMBI 1988). Ce mouvement de rétrocharriage était généralement admis (STECK 1979, 1984, BURRI 1979).

MANCKTELOW (1985) interprète la ligne du Simplon dans le contexte du cisaillement dextre uniquement. Les mouvements amorcés il y a environ 20 m. a. se seraient poursuivis, parallèles à eux-mêmes, jusqu'à un époque très récente. Ce point de vue est admis par STECK (1986).

Cependant, la cartographie apporte une contrainte nouvelle à intégrer dans toute hypothèse, à savoir, la présence, à la même altitude, de part et d'autre de l'accident, des mêmes unités: zone de Sion - Courmayeur, gneiss et micaschistes permo-carbonifères (zone de Gålmsji et zone de Visperterminen) et nappe des Pontis (zones de Stalden supérieure et de Berisal); au SW de l'accident le métamorphisme est moins intense (faciès schiste vert) qu'au NE (faciès amphibolite).

Essayons d'introduire cette nouvelle donnée dans les théories proposées en commençant par celle de MANCKTELOW. Dans la région qui nous concerne, le cisaillement dextre donne naissance à un jeu en faille normale qui totalise, suivant cet auteur, un rejet horizontal estimé à 12 km et un rejet vertical de 5 à 7 km. En remettant les choses à leur place initiale avant le jeu de la faille (fig. 24): il apparaît que sur 12 km au moins les mêmes unités sont superposées dans l'édifice alpin, séparées les unes des autres par 2 à 3 km de roches. De quoi étaient constitués ces 2 à 3 km? Comment se reliaient les unités supérieures et les unités inférieures? Pourquoi la nappe du Monte Leone n'est-elle pas présente dans le compartiment occidental?

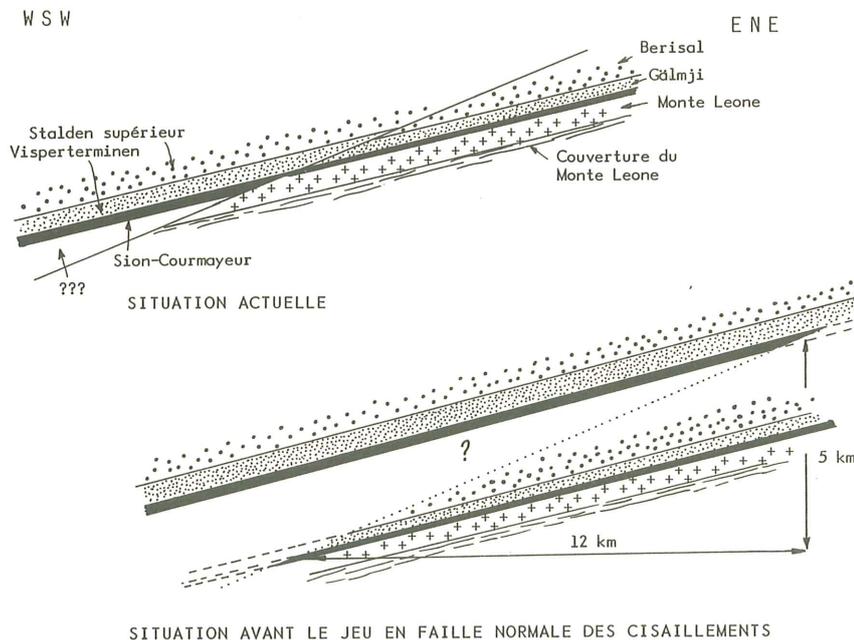


Fig. 24. Schéma en coupe parallèle aux étirements, montrant la position relative des unités avant et après le jeu en faille normale (cisaillement dextre) de l'accident du Simplon.

En revanche les nouvelles données peuvent être facilement intégrées à la première hypothèse celle du rétrocharriage, ce que montre la remise en place des masses avant le mouvement (fig. 25). La zone de Sion - Courmayeur, le Permo-Carbonifère et la nappe des Pontis peuvent se trouver au voisinage les unes des autres et les différences de métamorphisme sont explicables: les unités supérieures étaient surtout plus externes, donc plus distantes de la région où le métamorphisme était très intense vers 26 m.a. (KÖPPEL et al. 1980, MONIÉ 1985, HUFORD 1986). C'est la situation que pourrait suggérer le dessin du haut. Le rétroplissement puis le rétrocharriage vont rapprocher et mettre en contact des masses ayant évolué indépendamment les unes des autres, ce qui permet de respecter les données géochronométriques et le scénario de HUNZIKER (1970). Le rétrocharriage pourrait être très tardif puisque des différences semblent encore sensibles vers 4 m.a. (BRADBURY & NOLEN HOEKSEMA 1985).

Reste le problème du prolongement de la trace de cet accident vers le nord. MANCKTELOW (1985) le dessine en direction du NE, ce que l'observation de terrain ne confirme pas. La carte tectonique de la Suisse (SPICHER† 1980), suivant les propositions de STECK, figure ce prolongement vers le NW sous forme de plusieurs branches au sein des couvertures valaisannes, ce que la cartographie ne peut ni infirmer ni confirmer. Dans l'hypothèse où il s'agit d'un plan de rétrocharriage, la seule possibilité est effectivement de chercher dans cette direction NE. Le plus probable est qu'il suive la surface supérieure de la couverture triasique du Monte Leone où des roches très écrasées sont localement observables (Nanzlicke) et où de nombreuses complications tectoniques ne sont pas encore toutes comprises dans la vallée de la Vispa.

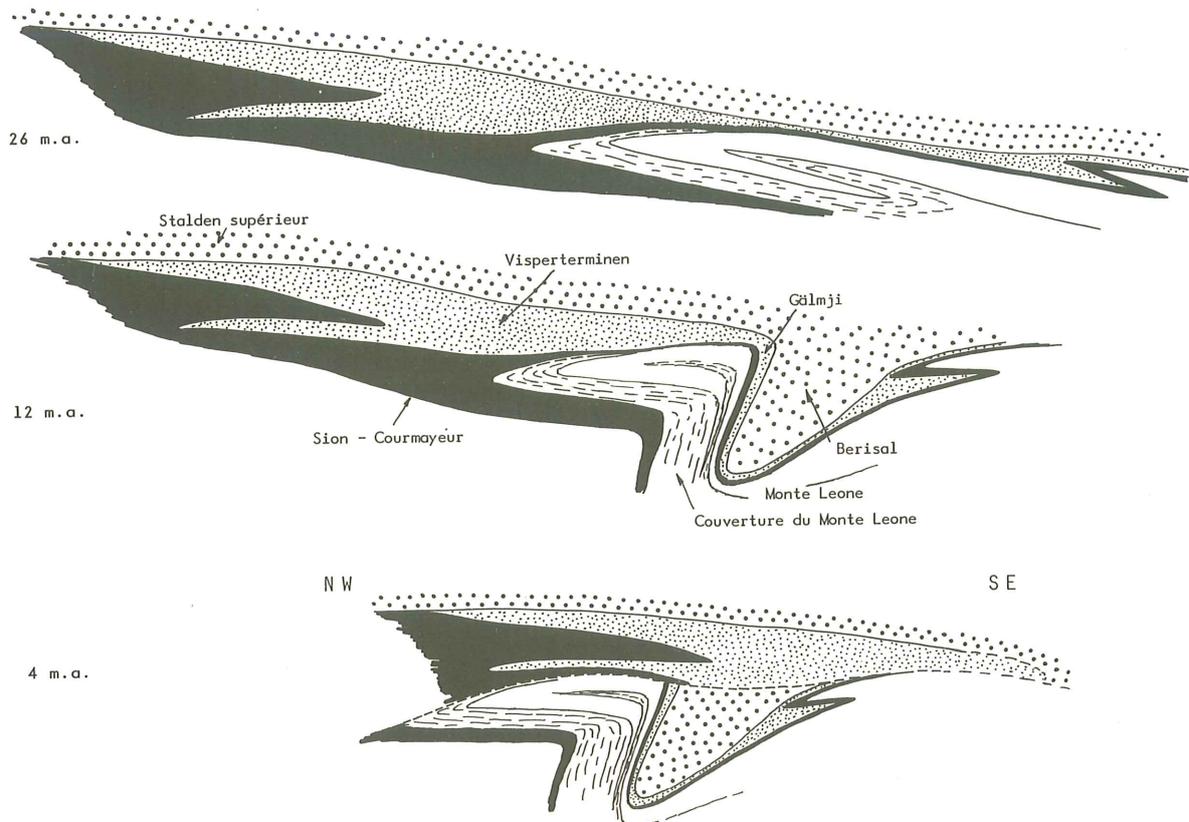


Fig. 25: Schéma de la position des unités dans le cas d'un rétrocharriage le long de l'accident du Simplon.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Pour résumer et pour conclure, les points suivants ressortent de cette étude:

1. La zone de Sion - Courmayeur se poursuit à l'est de Brig jusqu'au Geisspfad où elle disparaît à cause de la montée des axes des structures vers le NE; comme elle coiffe continuellement (en position renversée) la nappe du Monte Leone, son prolongement oriental est à chercher au sud des racines de la nappe du Monte Leone.
2. Elle comprend une succession lithologique caractéristique des unités moyennes (unité de Roignais - Versoyen) de cette zone; les unités externe (unité de Ferret) et interne (unité de la Pierre Avoi) n'ont pas été formellement reconnues.
3. Elle affleure en deux ensembles séparés par la nappe du Monte Leone. L'ensemble interne possède une succession lithologique complète avec:
 - une série anté-flysch détritique riche en gros blocs et en roches vertes;
 - les séries basales du flysch, d'abord calcaires (C. de l'Aroley) puis schisto-quartzitiques (C. des Marmontains);
 - le flysch (C. de St-Christophe).

Ces séries sont en contact avec des gneiss et des micaschistes qui pourraient être leur soubassement permo-carbonifère (zones de Visperterminen, de Stalden inférieure et de Gälmji).

L'ensemble externe ne comprend que les séries basales du flysch et le flysch.

Aucune liaison directe n'est mise en évidence à cause de la Ligne du Simplon. Cependant, la reconnaissance de plis superposés à grande échelle explique, de façon satisfaisante mais non définitive, leurs relations.

4. Dans l'ensemble interne les séries de la zone de Sion - Courmayeur sont en position renversée. Si le gneiss de Galmji est le coeur anticlinal d'une grande structure, cet ensemble en serait le flanc renversé. Sous le chevauchement de la nappe des Pontis (gneiss de Berisal) quelques mètres de calcschistes et de roches vertes laminées pourraient en représenter le flanc normal; mais il pourrait aussi s'agir de formations étrangères à cette zone.
5. La Ligne du Simplon est un accident dont l'histoire est complexe. De part et d'autre de cet accident, les mêmes unités tectoniques se retrouvent, métamorphosées dans le faciès schiste vert au SW et dans le faciès amphibolite au NE.
6. La couverture de la nappe du Monte Leone n'est bien développée qu'au flanc renversé de la structure; au flanc normal, elle est réduite à des lambeaux sporadiques et minces. Les sédiments de la couverture Monte Leone ne montrent pas d'analogie directe avec ceux de la zone de Sion - Courmayeur.

REMERCIEMENTS

Notre gratitude va en priorité à P. Antoine qui nous a consacré plusieurs jours et dont les connaissances nous ont été bien précieuses. W. Nabholz et R. Trümpy ont accepté de relire notre manuscrit, ce qui nous a valu de nombreuses remarques critiques qui ont beaucoup amélioré notre texte. Nous avons également bénéficié de fructueuses discussions plus ou moins informelles avec MM. Ayrton, Escher, Jemelin, Hunziker, Streckeisen et Winistorfer. Que tous en soient remerciés.

BIBLIOGRAPHIE

- AMSTUTZ, A. (1954) : Pennides dans l'Ossola et le problème des racines. - Arch. Sci.7/6, 411-473.
- ANTOINE, P. (1971) : La zone des Brèches de Tarentaise entre Bourg-Saint-Maurice (vallée de l'Isère) et la frontière italo-suisse. - Mém. Lab. Géol. Fac. Sci. Grenoble 9.
- (1972) : Le domaine pennique externe entre Bourg-Saint-Maurice (Savoie) et la frontière italo-suisse. - Géol. alp. (Grenoble) 48/1, 5-40.
 - (1978) : Carte géologique de la France 1:50'000. Feuille 704 Mont Blanc. Avec notice. - Bur. Rech.géol. min.
- ARGAND, E. (1911) : Les nappes de recouvrement des Alpes Pennines et leurs prolongements structuraux. - Matér. Carte géol. Suisse [N.S.] 31, 1-26.
- ARREAZZA, A. (1983) : Etude géologique et minéralogique dans la région de Berisal-Saflischpass (Valais). - Diplôme Univ. Lausanne (inééd.).
- AYRTON, S. & RAMSAY, J. (1974) : Tectonic and Metamorphic Events in the Alps. - Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 54/2-3, 609-639.
- BEARTH, P. (1956) : Geologische Beobachtungen im Grenzgebiet der Lepontinischen und penninischen Alpen. - Eclogae geol. Helv. 49/2, 279-290.
- (1972) : Geologischer Atlas der Schweiz 1:25'000. Blatt 61: Simplon. - Schweiz. geol. Komm.
 - (1979) : Erläuterungen zu Blatt Simplon (Atlasblatt 61). - Geologischer Atlas der Schweiz 1: 25'000.- Schweiz. geol. Komm.
- BOLLI, H., BURRI, M., ISLER, A., NABHOLZ, W., PANTIC, N. & PROBST, P. (1980) : Der nordpenninische Saum zwischen Westgraubünden und Brig. - Eclogae geol. Helv. 73/3, 779-797.
- BRADBURY, H.J. & NOLAN-HOEKSEMAN, R.C. (1985) : The Lepontine Alps as an evolving metamorphic core complex during A-type subduction: evidence from heat flow, mineral cooling ages, and tectonic modling. - Tectonics (Washington) 4/2. 187-211.
- BURRI, M. (1967) : Prolongation de la zone de Sion dans le Haut-Valais. - Eclogae geol. Helv. 60/2, 614-617.
- (1979) : Les formations valaisannes dans la région de Visp. - Eclogae geol. Helv. 72/3, 789-802.
- COLOMBI, A. (1988) : Métamorphisme et géochimie des roches mafiques des Alpes ouest-centrales (géoprofil Viège-Domodossola-Locarno). - Thèse Univ. Lausanne (inééd.).
- DOLIVO, E. (1977) : Etude géologique et pétrographique dans la région du col du Simplon au Nanztal. - Diplôme Univ. Lausanne (inééd.).

- ELTER, G. & ELTER, P. (1965) : Carta geologica della regione del Piccolo S. Bernardo (versante italiano). - Mem. Ist. Geol. Mineral. Univ. Padova 25.
- 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. & STECK, A. (1988) : Coupes géologiques des Alpes occidentales suisses. - Rapp. géol. Serv. hydrol. et géol. natl. 2.
- FRANK, E. (1975) : Mineralogisch-petrographische und geochemische Untersuchungen der Berisal Augengneise und der Bündnerschiefer im östlichen Simplonpassgebiet. - Lizentiatsarb. Univ. Bern (unpubl.).
- FREY, M., HUNZIKER, J., FRANK, W., BOCQUET, J., DAL PIAZ, G.V., JÄGER, E. & NIGGLI, E. (1974) : Alpine Metamorphism of the Alps. A Review. - Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 54/2-3, 247-290.
- GENOUD, M. (1978) : Alpe de Veglia, carte géologique avec notice explicative. - Diplôme Univ. Lausanne (inédit.).
- HAMMERSCHLAG, J.-G. (1978) : Simplon, géologie et pétrographie. - Diplôme Univ. Lausanne (inédit.).
- HANSEN, J. W. (1972) : Zur Geologie, Petrographie und Geochemie der Bündnerschiefer-Serien zwischen Nufenenpass (Schweiz) und Cascata Toce (Italia). - Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 52/1, 109-153.
- HAUG, E. (1924) : Contribution à une synthèse stratigraphique des Alpes occidentales. - Bull. Soc. géol. France (4) 25/3, 97-244.
- HUFORD, A. J. (1986) : Cooling and uplift patterns in the Lepontines Alps South Central Switzerland and age of vertical movement on the Insubric Fault Line. - Contrib. Mineral. Petrol. 92, 413-427.
- HUNZIKER, J. -C. (1970) : Polymetamorphism in the Monte Rosa, Western Alps. - Eclogae geol. Helv. 63/1, 151-161.
- HUNZIKER, J. -C. & BEARTH, P. (1969) : Rb-Sr-Altersbestimmungen aus den Walliser Alpen. Biotitalterswerte und ihre Bedeutung für die Abkühlungsgeschichte der alpinen Metamorphose. - Eclogae geol. Helv. 62/1, 205-222.
- JAQUIER, C. (1986) : Etude géologique de la région Saflischbach-Ritterpass (Valais-Simplon). - Diplôme Univ. Lausanne (inéd.).
- JEANBOURQUIN, P. (1981) : Géologie et pétrographie dans la région du Simplon. - Diplôme Univ. Lausanne (inéd.).
- JEANBOURQUIN, P. & BURRI, M. (1988) : Prolongement de la Zone Sion-Courmayeur à l'Est de Viège, implications structurales et paléogéographiques. - Abstract, 6e Réunion du Groupe tectonique suisse.
- JOOS, M.G. (1969) : Zur Geologie und Petrographie der Monte Giove-Gebirgsgruppe im östlichen Simplon-Gebiet (Novara, Italia). - Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 49/2, 277-323.
- KELLER, S. (1977) : Simplon. - Diplôme Univ. Lausanne (inéd.).
- KEUSEN, H.-R. (1972) : Mineralogie und Petrographie des metamorphen Ultramafit-Komplexes vom Geisspfad (Penninische Alpen). - Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 52/3, 385-478.
- KÖPPEL, V., GÜNTHER, A. & GRÜNENFELDER, M. (1981) : Patterns of U-Pb zircon and monazite ages in polymetamorphic units of the Swiss Central Alps. - Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 61/1, 97-119.
- LEU, W. (1986) : Lithostratigraphie und Tektonik der nordpenninischen Sedimente in der Region Bedretto-Baceno-Visp. - Eclogae geol. Helv. 79/3, 769-824.
- LÜTHY, H.-J. (1965) : Geologie der gotthardmassivischen Sedimentbedeckung und der penninischen Bündnerschiefer im Blinental, Rappental, und Binntal (Oberwallis). - Diss. Univ. Bern (unpubl.).
- MANCEL, P. & MERLE, O. (1987) : Kinematics of the northern part of the Simplon line (Central Alps). - Tectonophysics 135, 265-275.
- MANCKTELOW, N. (1985) : The Simplon Line: a major displacement zone in the western Lepontine Alps. - Eclogae geol. Helv. 78/1, 73-96.
- MERLE, O. (1987) : Histoire de la déformation dans les Alpes lépontiennes occidentales. - Bull. Soc. géol. France (8) 3/1, 183-190.
- MERLE, O., LE GAL, P. & MANCEL, P. (1986) : Déformation et métamorphisme dans la région du Simplon (Alpes Centrales). - Eclogae geol. Helv. 79/3, 705-718.
- MILNES, A.G. (1973) : A structural reinterpretation of the classic Simplon tunnel section of the Central Alps. - Bull. geol. Soc. Amer. 84, 269-274.
- (1974a) : Structure of the Pennine Zone (Central Alps): A New Working Hypothesis. - Bull. geol. Soc. Amer. 85, 1727-1732 (de même : Mitt. geol. Inst. ETH u. Univ. Zürich [N.F.] 203).
 - (1974b) : Post-Nappe folding in the Western Lepontine Alps. - Eclogae geol. Helv. 67/2, 333-348.
- MILNES, A.G., GRELLER, M. & MÜLLER, R. (1981) : Sequence and style of major post-nappe structures, Simplon-Pennine Alps. - J. struct. Geol. 3/4, 411-420.
- MONIE, P. (1985) : La méthode $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ appliquée au métamorphisme alpin dans le massif du Mont Rose (Alpes Occidentales). Chronologie détaillée depuis 110 Ma. - Eclogae geol. Helv. 78/3, 487-516.
- PREISWERK, H. (1934) : Simplonpass (Brig-Domodossola) (Exkursion Nr. 32). Dans: Guide géologique de la Suisse (Fasc. VII, p. 506-513). - Wepf, Basel.
- PROBST, P. (1980) : Die Bündnerschiefer des nördlichen Penninikums zwischen Valser Tal und Passo di San Giacomo. - Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.] 153.

- RAMSAY, J. (1967) : *Folding and Fracturing of Rocks*. - McGraw-Hill, New York.
- SCHARDT, H. (1903) : Note sur le profil géologique et la tectonique du Massif du Simplon suivi d'un Rapport supplémentaire sur les venues d'eau rencontrées dans le Tunnel du Simplon du côté d'Iselle. - Corbaz & Cie, Lausanne.
- SCHMIDT, C. & PREISWERK, H. (1908) : Geologische Karte der Simplongruppe, 1: 50'000. Mit Verwertung der Aufnahmen von A. STELLA. Geol. Spez.-Karte Nr.48. Mit Erläuterungen (Nr. 6). - Schweiz. geol. Komm.
- SPICHER†, A. (1980) : Carte tectonique de la Suisse 1 : 500'000. - Comm. géol. Suisse.
- STAUB, W (1926) : Zur Tektonik des Gebirges zwischen Turtmanntal und Simplonpass. - *Eclogae geol. Helv.* 20/2, 247-252.
- (1934) : Kleintektonik und Oberflächengestalt auf der Westseite des Vispertales. - *Eclogae geol. Helv.* 27/2, 517-519.
 - (1945) : Der Bau der Stirnregion der St. Bernhard-Decke und ihrer Unterlage zwischen Visp und Leuk-Suste im Mittel-Wallis. - *Vjschr. natf. Ges. Zürich* 40, 135-140.
- STECK, A. (1984) : Structures de déformations tertiaires dans les Alpes centrales (transversale Aar-Simplon-Ossola). - *Eclogae geol. Helv.* 77/1, 55-100.
- (1986) : Le massif du Simplon - Réflexions sur la cinématique des nappes de gneiss. - Abstract, 4e Réunion du Groupe tectonique suisse, p. 18.
 - (1987) : Le massif du Simplon - Réflexions sur la cinématique des nappes de gneiss. - *Bull. suisse Minéral. Pétrogr.* 67/1-2, 27-45.
- STECK, A., RAMSAY, J.G., MILNES, A.G. & BURRI, M. (1979) : Compte rendu de l'excursion de la Société Géologique Suisse et de la Société Suisse de Minéralogie et Pétrographie en Valais et en Italie nord du 2 au 5 octobre 1978. - *Eclogae geol. Helv.* 72/1, 287-311.
- THÉLIN, P. (1983) : Les gneiss ocellés de la nappe du Grand-Saint-Bernard: essai d'évaluation des critères susceptibles d'en préciser l'héritage prémétamorphique (Alpes valaisannes, Suisse). - Thèse, Univ. Lausanne.
- (1987) : Nature originelle des gneiss ocellés de Randa (Nappe de Siviez-Mischabel, Valais). - *Mém. Soc. vaud. Sci. nat.* 18/1 (104), 1-75 (de même: *Bull. Géol. Lausanne* 290).
- THÉLIN, P. & AYRTON, S. (1983) : Cadre évolutif des événements magmatico-métamorphiques du socle anté-triasique dans le domaine pennique (Valais). - *Bull. suisse Minéral. Pétrogr.* 63/2-3, 393-420.
- TRÜMPY, R. (1952) : Sur les racines helvétiques et les "Schistes lustrés" entre le Rhône et la Vallée de Bagnes (Région de la Pierre Avoi). - *Eclogae geol. Helv.* 44/2 (1951), 338-347.
- (1955) : La zone de Sion-Courmayeur dans le haut Val Ferret valaisan. - *Eclogae geol. Helv.* 47/2 (1954), 315-359.
 - (1988) : A possible Jurassic-Cretaceous transform system in the Alps and Carpathians. - *Spec. Pap. geol. Soc. Amer.* 218, 93-109.
- WENK, E. & WENK, H.R. (1984) : Distribution of plagioclase in carbonate rocks from the Tertiary metamorphic belt of the Central Alps. - *Bull. Minéral. (Paris)* 107, 357-368.
- WERENFELS, A. (1924) : Geologische und petrographische Untersuchung des Vispertales. - *Beitr. geol. Karte Schweiz* 26/3.

Vertrieb durch:

Landeshydrologie und -geologie, CH - 3003 Bern

- | | | | |
|--------|------|---|----------|
| Nr. 1 | 1987 | Tj. Peters, A. Matter, H.-R. Bläsi,
A. Gautschi
Sondierbohrung Böttstein - Geologie | Fr. 70.- |
| Nr. 2 | 1987 | A. Escher, H. Masson, A. Steck
Coupes géologiques des Alpes
occidentales suisses | Fr. 10.- |
| Nr. 3 | 1988 | A. Pugin
Carte des isohypses de la base
des sédiments du Quaternaire | Fr. 10.- |
| Nr. 4 | 1988 | M. Burkhard
Horizontalschnitt des Helvetikums
der Westschweiz | Fr. 10.- |
| Nr. 5 | 1988 | A. Matter, Tj. Peters, Ch. Isenschmid,
H.-R. Bläsi, H.-J. Ziegler
Sondierbohrung Riniken - Geologie | Fr. 70.- |
| Nr. 6 | 1988 | A. Matter, Tj. Peters, H.-R. Bläsi,
J. Meyer, H. Ischi, Ch. Meyer
Sondierbohrung Weiach - Geologie | Fr. 70.- |
| Nr. 7 | 1988 | A. Escher
Structure de la nappe du Grand
Saint-Bernard entre le val de Bagnes
et les Mischabel | Fr. 10.- |
| Nr. 8 | 1988 | A. Matter, Tj. Peters, H.-R. Bläsi,
F. Schenker, H.-P. Weiss
Sondierbohrung Schafisheim - Geologie | Fr. 70.- |
| Nr. 9 | 1989 | Tj. Peters, A. Matter, H.-R. Bläsi,
Ch. Isenschmid, P. Kleboth, Ch. Meyer,
J. Meyer
Sondierbohrung Leuggern - Geologie | Fr. 70.- |
| Nr. 10 | 1989 | Tj. Peters, A. Matter, J. Meyer,
Ch. Isenschmid, H.-J. Ziegler
Sondierbohrung Kaisten - Geologie | |
| Nr. 11 | 1989 | P. Jeanbourquin, M. Burri
La zone de Sion-Courmayeur dans
la région du Simplon | |

