

Excursion 25

Géologie structurale des Alpes franco-italiennes

par Jacques DEBELMAS*, Pierre GIRAUD* et Rosalino SACCHI**

Cette excursion a pour but de donner un aperçu des grandes unités du socle et de la couverture des Alpes franco-italiennes, suivant deux coupes transversales situées respectivement au Nord et au Sud du massif du Pelvoux (fig. 1).

Au Nord du Pelvoux, la première coupe permet de bien voir le socle de la zone externe, puis les unités internes dans leur ordre à la fois paléogéographique et structural actuel, soit, d'Ouest en Est, les zones subbriançonnaise, briançonnaise et piémontaise. La coupe se termine sur les célèbres péridotites de Lanzo et la zone d'Ivrée, c'est-à-dire l'autre côté du « géosynclinal » alpin.

Au Sud du Pelvoux, on revoit, avec plus de précisions, la zone briançonnaise, puis les nappes de l'Embrunais-Ubaye, notamment la nappe du Flysch à Helminthoïdes. L'excursion se termine par un rapide coup d'œil sur les chaînes subalpines méridionales.

On se reportera à l'introduction générale (page 21) pour la définition et les caractères des différentes zones recoupées lors de l'excursion, au cours de laquelle l'accent sera mis sur les points suivants :

1. Définition des principaux domaines paléogéographiques et des zones structurales actuelles.

Le plus souvent il y a correspondance entre les uns et les autres, car les limites mésozoïques entre les domaines en question devaient déjà être des zones

tectonisées (flexures ou failles) qui ont facilement réjoué en accidents majeurs au moment du paroxysme, surtout quand elles étaient injectées d'évaporites triasiques.

Par ailleurs le matériel sédimentaire constitutif de ces différents domaines possédait en général des propriétés mécaniques particulières, différentes de celles des régions voisines.

Il y a cependant quelques exceptions à la règle de la correspondance domaine paléogéographique – zone structurale. C'est ainsi que la *zone piémontaise* (ou *zone des Schistes lustrés*) regroupe au moins deux domaines paléogéographiques jadis contigus (domaine piémontais externe et domaine piémontais-figure)*. Un autre cas particulier est celui du *Flysch à Helminthoïdes*, qui forme actuellement deux unités tectoniques (nappe de l'Autapie et nappe du Parpailon) provenant d'un domaine complexe n'appartenant à aucun de ceux qui viennent d'être énumérés : il s'agissait probablement en effet du contenu d'un sillon synorogénique néocrétacé se superposant aux domaines paléogéographiques antérieurs parce que lié à l'avancée des nappes alpines les plus précoces qui devaient l'alimenter. Ce domaine a donc pu se déplacer vers l'extérieur de la chaîne avant d'être lui-même plissé.

* peut-être trois dans le Val d'Aoste, si la « zone du Combin », faite de schistes lustrés très internes et peu ophiolitifères, est de l'Austroalpin frontal (et non un Piémontais rétrocharrié).

* Institut Dolomieu, Université de Grenoble.

** Istituto di Geologia della Università, Torino.

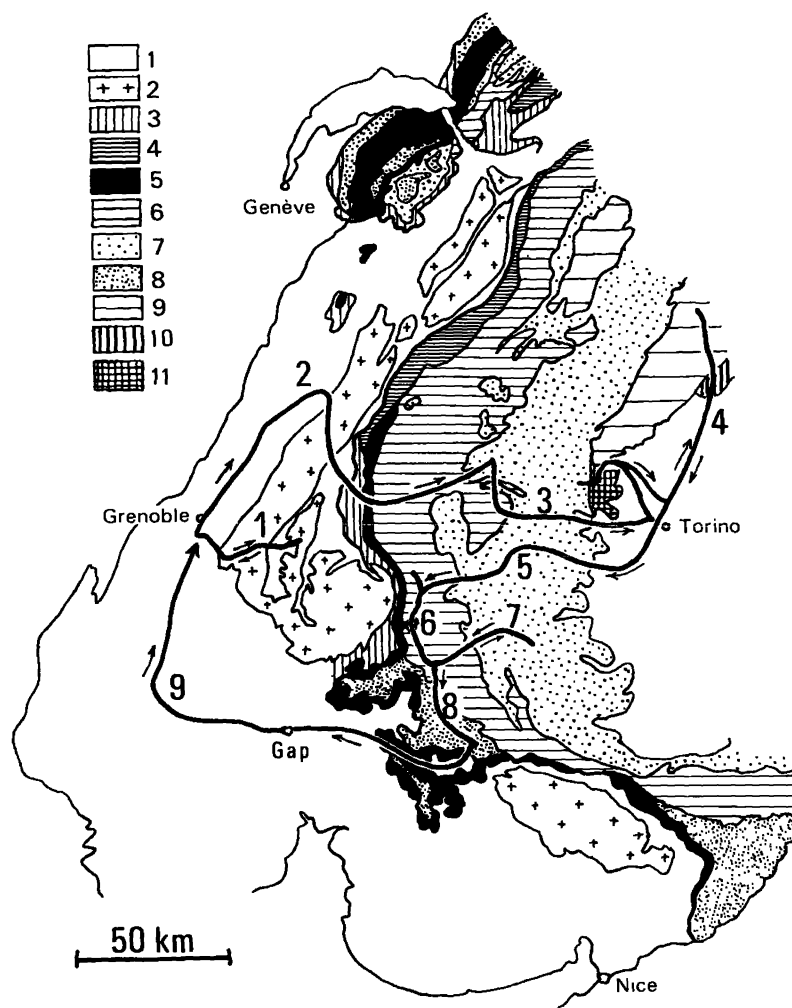


Fig. 1. - Schéma structural des Alpes franco-italiennes et itinéraire de l'excursion (avec indication des journées).

1 : Zone dauphinoise; 2 : Massifs cristallins externes; 3 : Zone ultra-dauphinoise; 4 : Zone valaisane; 5 : Zone subbriançonnaise; 6 : Zone briançonnaise; 7 : Zone des schistes lustrés; 8 : Flyschs néocrétacés; 9 : Zone Sesia; 10 : Zone d'Ivrée; 11 : Massif de Lanzo.

Structural sketch of the French-Italian Alps with indication of the field-trip days.

2. Structure en nappes des zones externes.

Les Alpes constituent en effet une chaîne privilégiée à ce point de vue. Le secteur parcouru par l'excursion permet d'observer deux types de nappes :

- *des nappes de cisaillement* (nappes subbriançonnaises et briançonnaises, écailles ultra-dauphinoises), en général liées à une schistosité primitive de plan axial. Les plans de chevauchement sont presque toujours injectés de gypse triasique.

- *des nappes de décollement et de glissement gravitaire*. La nappe du Flysch à Helminthoides en est le meilleur exemple : les premières unités (nappe de l'Autapie) glissent sur le fond marin à la fin du Priabonien, précédées par un olistostrome caractéristique (« schistes à blocs » des géologues alpins) et des masses plus ou moins chaotiques de « flysch dissocié ». Les unités tardives ont une histoire plus complexe : tronquées à leur base par un grand cisaillement plat peut-être contemporain d'une phase de

plissement synschisteux précoce, elles glissent ensuite par gravité sur cette surface de truncature en charriage épiglyptique.

Les *nappes de schistes lustrés* représentent un cas particulièrement complexe. Les unités les plus précoces et les plus externes se mettent en place probablement par gravité, vers l'Ouest, sur la zone briançonnaise, grâce à un important coussin de gypse triasique, tandis que les plus internes sont le résultat d'un processus d'écaillage sous pression à la naissance d'un plan de subduction. L'ensemble est affecté ensuite de cisaillements plats, à double vergence, (« rétrocharriage » alpin), ultérieurement plus ou moins replissés.

3. Sur le massif péridotitique de Lanzo.

Ce massif est interprété comme un fragment chevauchant du manteau sous-crustal de la zone d'Ivrée, manteau auquel la géophysique a montré qu'il était relié en profondeur. En cela il constitue une disposition tout à fait exceptionnelle, dont on ne connaît guère d'autres exemples dans les chaînes alpines. Peu serpentinisées, les péridotites de Lanzo montrent des structures de tectonites et des phénomènes de fusion partiellement gabbroïque.

PREMIÈRE JOURNÉE

Les massifs cristallins externes de Belledonne et des Grandes Rousses

Cette journée est consacrée aux principaux faciès et aux problèmes de déchiffrement du socle ancien (antewestphalien) des massifs cristallins externes, le long de la coupe naturelle de la Romanche entre Vizille et Bourg d'Oisans. Une montée au Pic du Glacier Blanc (3 327 m), dans les Grandes Rousses, permet l'examen d'un panorama grandiose des Alpes dauphinoises.

De Grenoble à Vizille, sans arrêt, par la RN 91.

Arrêt 1.1. Péage de Vizille. Début de la traversée du massif de Belledonne. Séricitoschistes, chloritoschistes et leptynites du « rameau externe ».

Arrêt 1.2. Séchilienne. Sur D 114, après le pont, orthoamphibolites du « rameau interne »; formant le

plancher actuel du complexe basique et ultrabasique de Chamrousse. Ce complexe montre, de haut en bas (série inverse ?), des serpentinites, pyroxénolites, gabbros, dolérites et basaltes (orthoamphibolites), toutes ces roches étant polymétamorphiques.

Reprendre la N 91, entaillée dans les gneiss variés, à intercalations amphiboliques, du complexe de Belledonne.

Arrêt 1.3. Au monument du pont de l'Aveyna, prendre à gauche la route de l'usine hydroélectrique : gneiss amphibolique, avec niveaux leptyniques et début de migmatisation.

Arrêt 1.4. La Paute. Examen du synclinal mésozoïque de Bourg d'Oisans. Faille d'Allemont, séparant le massif de Belledonne du Lias de Bourg d'Oisans; style tectonique de celui-ci.

A Bourg d'Oisans, prendre la D 211 en direction de l'Alpe d'Huez.

Arrêt 1.5. Au bas de la montée, dans le talus de la route, gneiss rubané à biotite chloritisée, muscovite et grenat.

Arrêt 1.6. Virage n° 19 (3^e en montant) : discordance stratigraphique du Trias sur le socle cristallin des Grandes Rousses (ici gneiss rubané injecté de filons aplitiques).

Arrêt 1.7. Virage n° 6 (3^e après Huez), roches du « groupe d'Huez » : schistes quartzeux noirâtres et verdâtres, qui ont fourni des débris organiques cambriens (Reitlingerellidés). Filon recoupant de lamprophyre.

Pour l'arrivée à l'Alpe d'Huez, prendre à droite la nouvelle route.

Arrêt 1.8. A l'entrée de l'Alpe d'Huez, prendre la route de l'altiport jusqu'au parking de la cabane de Brandes. Coupe de l'« unité de l'Alpetta » : gneiss à mégacrystaux de feldspath alcalin, gneiss à amphibole, biotite et sphène, schistes, granite (recoupant) de la Fare.

Retour à l'Alpe d'Huez. De là, par téléphérique, Pic du Lac Blanc. De la benne, survol des différentes unités du versant Ouest des Rousses : sous les placages de dolomies rousses du Trias, apparaissent des schistes recoupés par le granite de la Fare, les métavolcanites acides alcalines du dôme des Petites Rousses (début du 3^e tronçon), métagrauwackes, métavolcanites, passées schisteuses, puis « synclinal houiller »; enfin les micaschistes à muscovite et chlorite de la Haute Sarenne. Tout ce versant est affecté de nombreuses failles récentes qui le découpent en marches d'escalier.

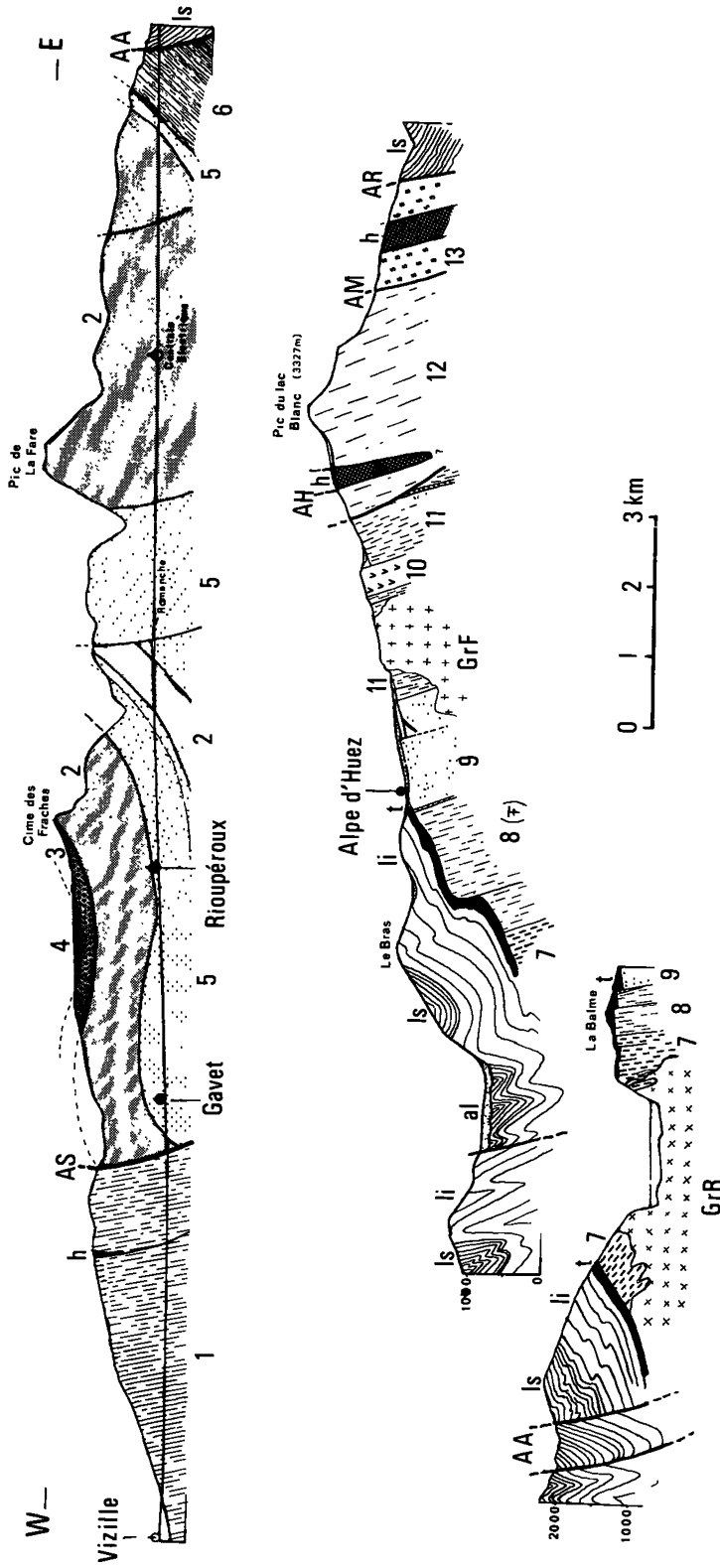


Fig. 1.1. — Coupes transversales du massif de Belledonne (vallée de la Romanche) et des Grandes Rousses (de l'Alpe d'Huez au Pic du lac Blanc)

1 : Séricito-chloritoschistes du rameau externe; 2 : Métabasites et amphibolites; 3 : Métagabbros; 4 : Roches ultrabasiques; 5 : Ortho et paragneiss leptynitiques; 6 : Gneiss gris migmatitiques; 7 : Gneiss de Bourg d'Oisans; 8 : Schistes d'Huez-Vaujany (Cambrien); 9 : Gneiss porphyroïdes; 10 : Métarhyolites; 11 : Métagrauwackes et micaschistes; 12 : Micaschistes de la Haute-Sarenne; 13 : Gneiss du groupe du Sauvage.

h : Houiller; t : Trias; li : Lias inférieur (calcaire); Is : Lias supérieur (marneux); AS : Accident de Séchillienne; AA : Accident d'Allemont; AH : Accident de l'Herpie; AM : Accident médian des Rousses; AR : Accident oriental des Rousses.

Cross-sections through the External Crystalline massifs of Belledonne and Grandes Rousses.

Arrêt 1.9. Pic du Lac Blanc (3 327 m). Micaschistes à muscovite et chlorite. Panorama très étendu allant du Massif Central, à l'Ouest, à la Vanoise, à l'Est, et du Mont Blanc, au Nord, au massif des Ecrins - Pelvoux, au Sud.

Arrêt 2.1. Aiguebelle (D 73, près du lac). Rameau externe de Belledonne; ancienne série d'arkoses et de pélites métamorphisées en faciès schistes verts (séricito-chloritoschistes, leptynites à albite et chlorite) (fig. 2.1).

DEUXIÈME JOURNÉE

De Grenoble à Lanslebourg (coupe de la Maurienne)

La Maurienne (vallée de l'Arc) permet de recouper transversalement toutes les grandes unités structurales alpines.

Départ de Grenoble par la route de Chambéry et le Grésivaudan. Examen de la structure du bord subalpin du massif de la Chartreuse. A Montmélian, quitter la route de Chambéry pour emprunter le prolongement N du Grésivaudan (dit « Combe de Savoie ») qui permet de bons aperçus sur le massif subalpin des Bauges (synclinal perché de la Dent d'Arclusaz). A 14 km de Montmélian, s'ouvre à droite la vallée de l'Arc dont on va suivre la coupe naturelle grâce à la N 6.

Arrêt 2.2. A la Chambre, traverser l'Arc en direction de St Etienne de Cuynes et prendre tout de suite à droite la D 74 jusqu'au delà de l'entrée de la galerie EDF Arc-Isère. Dans le talus de la route, granite de Saint-Colomban, à grain fin, leucocrate, recoupant une formation à méga-cristaux de feldspath potassique (complexe de Saint-Colomban), représentant soit un granite porphyroïde orthogneissifié, soit une formation arkosique ou volcano-détritique. Les âges de ce complexe sont encore discutés (âge Pb total sur zircons du « granite » : 592, 568, 525, 425 Ma; âge K/Ar sur micas des phyllonites et fentes alpines du « granite » : 14,8 et 8 Ma),

Arrêt 2.3. Pontamafrey. Vue sur le Trias de la Chapelle de Montvernier; discordance et pénéplaine antetriasiques.

Arrêt 2.4. St Jean de Maurienne (départ de la route du Glandon, au dessus de l'agglomération). Examen du panorama montrant la zone ultradauphinoise chevauchant les écaïlles dauphinoises orientales, et elle-même chevauchée par la zone subbriançonnaise (fig. 2.2.).

Arrêt 2.5. Montricher. La route permet un examen de l'olistostrome (« schistes à blocs ») couron-

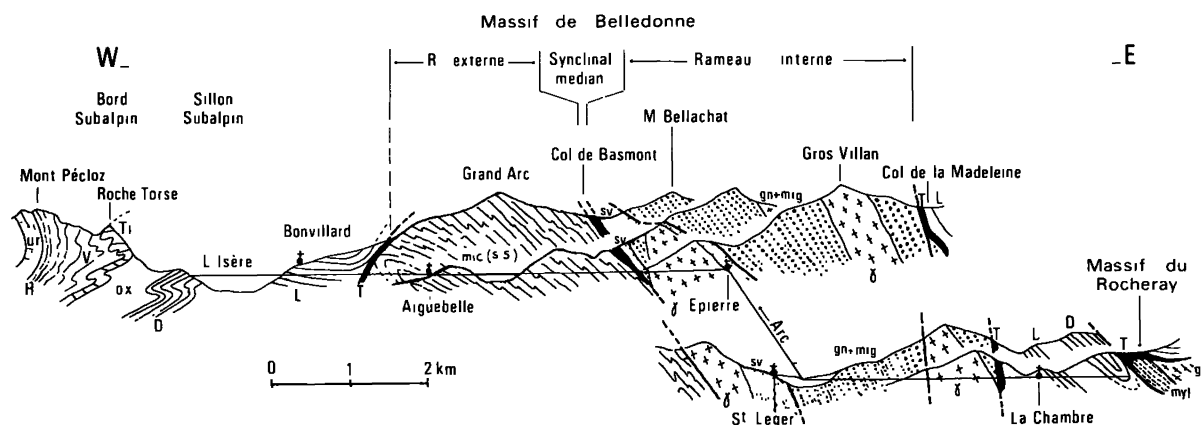


Fig. 2.1. - Coupe du massif de Belledonne à l'entrée de la vallée de la Maurienne.

Ur : Urgonien; H : Hauterivien; V : Valanginien; Ti : Tithonique; Ox : Oxfordien; D : Dogger; L : Lias; T : Trias; S.v. : Série verte (Dévono-Dinantien probable); mic.s.s. : Micaschistes et séricito-schistes du rameau externe; gn : gneiss; migm : migmatites; myl : mylonites.

Cross-section through the External Crystalline massif of Belledonne at the entrance of the Maurienne valley.

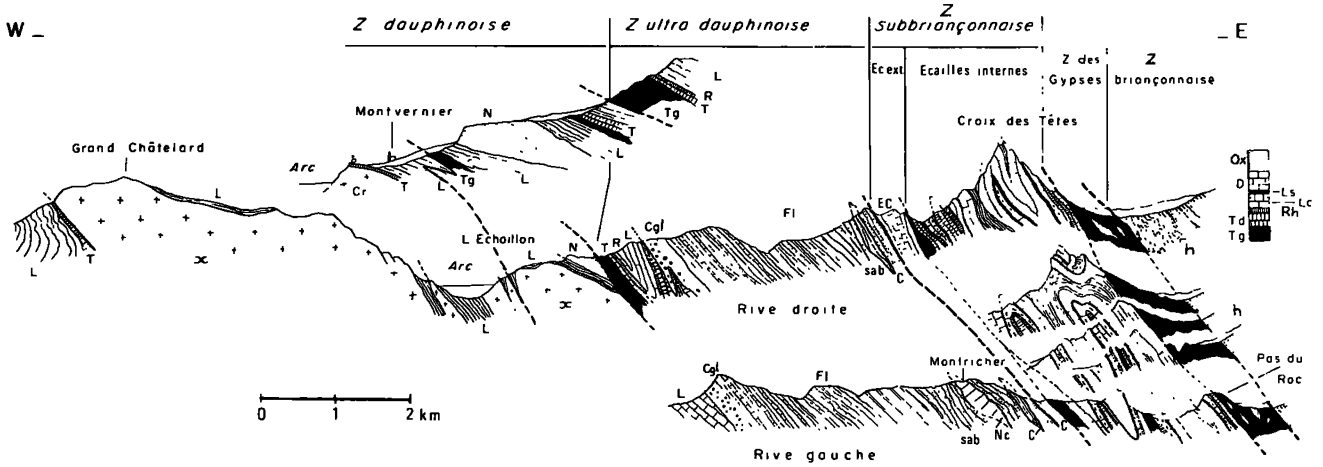


Fig. 2.2. - Coupe de la rive droite de l'arc entre St-Jean et Saint-Michel de Maurienne.

N : Nummulitique; Nc : Calcaires à grandes Nummulites; Fl : Flysch des Aiguilles d'Arves; Cgl : Son conglomérat de base; Sab : Schistes à blocs (Olistostrome); C : Crétacé indifférencié; Ox : Oxfordien s.l.; D : Dogger; Ls : Lias supérieur; Lc : Lias inférieur (calcaire); Rh : Rhétien; Td : Trias dolomitique; Tg : gypses triasiques; h : Houiller briançonnais.

Section along the right side of the Arc valley in the St-Jean de Maurienne area. Oriental Dauphinois slices, followed eastwards by the thrusts of the Ultradauphinois, Subbriançonnais, and Briançonnais zones.

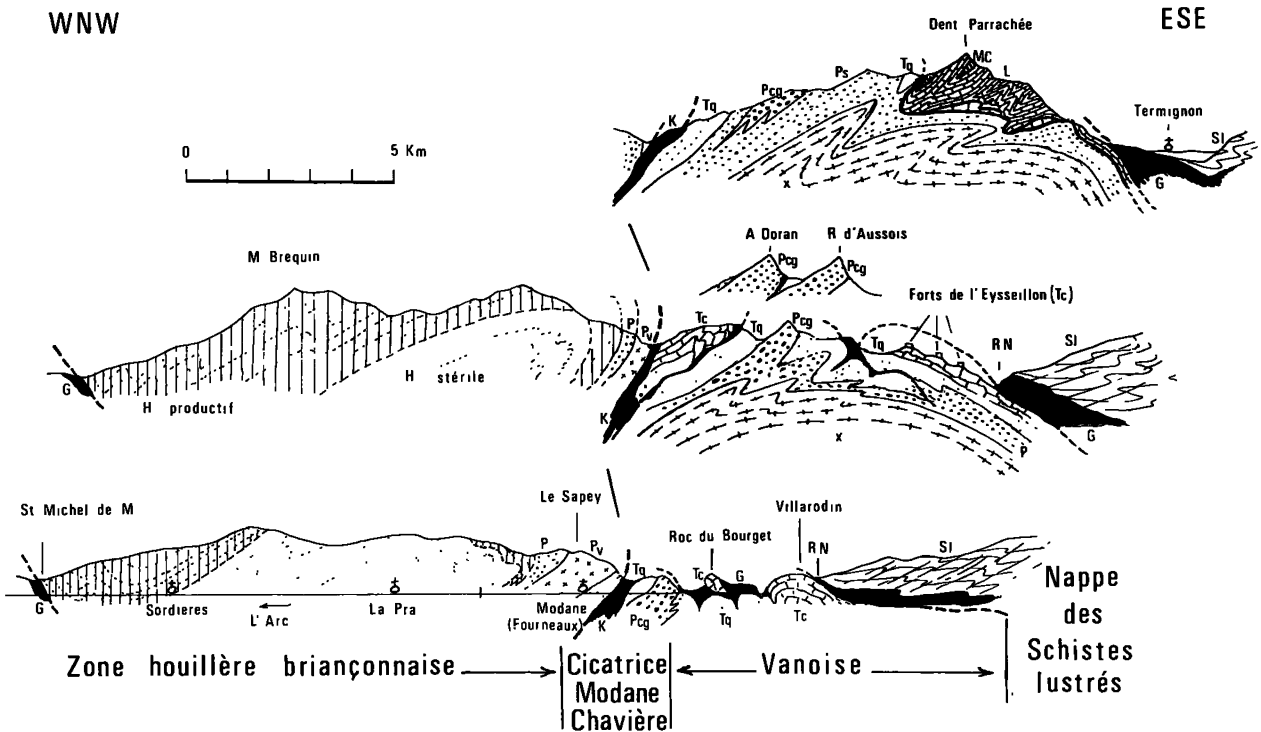


Fig. 2.3. - La zone briançonnaise en Haute-Maurienne

MC : Malm-Crétacé; L : Lias; Tc : Trias carbonaté; Tq : Quartzites triasiques; G : Gypses triasiques; K : Cargneules; P : Permien indifférencié; PCg : Permien conglomératique; PV : Volcanites permienues; SI. Schistes lustrés piémontais; R.N. : Route nationale n° 6.

The Briançonnais zone in the Upper Maurienne valley. Two belts are separated by the Modane-Chavières gypsiferous scar : to the left, the « zone houillère », with a non metamorphic Carboniferous; to the right, the Vanoise massif, with Permian lying directly upon an old pre-Carboniferous basement. The Vanoise mesozoic cover is stripped off, and deeply folded and sliced.

nant la série du Flysch des Aiguilles d'Arves. Bloc de calcaire à grandes nummulites.

A Montricher même, examen du panorama du massif des Encombres et de la Croix des Têtes, style tectonique de la zone subbriançonnaise (fig. 2.2).

Arrêt 2.6. St Martin la Porte. « Zone des gypses », marquant le contact chevauchant de la zone briançonnaise sur les écailles subbriançonnaises. Dans le gypse, blocs-klippes de Trias, Malm et Crétacé.

Arrêt 2.7. Pont de Sardières. Houiller briançonnais (« assise de Tarentaise »), productive, d'âge Westphalien D à Stéphalien.

Arrêt 2.8. Modane-Fourneaux (sortie de l'agglomération). Panorama des massifs de la rive droite : bord interne de la zone houillère (en série renversée), cicatrice Modane-Chavière (injectée de gypses et de cargneules), massif de la Vanoise, avec sa coupole paléozoïque (Permien seul visible ici) et ses écailles mésozoïques de couverture plus ou moins emballées dans les gypses de base de la nappe des Schistes lustrés (fig. 2.3.).

Arrêt 2.9. Forts de l'Eysseillon. Ecailles mésozoïques de Vanoise (Trias de l'Eysseillon, Lias « prépiémontais » de la Dent Parrachée).

Arrêt 2.10. Gypses de Bramans (base de la nappe des Schistes lustrés) d'âge keuper probable.

Arrêt 2.11. Termignon. « Schistes lustrés » piémontais : micaschistes calciques fortement schistosés et replissés, dérivant, par un métamorphisme de faciès schistes verts, d'une série calcaréo-marneuse d'âge indéterminé. La tectonisation et le métamorphisme de cette partie frontale de l'ensemble des Schistes lustrés (peu ou pas ophiolitifère) sont d'âge éocène supérieur (38 à 40 Ma).

TROISIÈME JOURNÉE

De Lanslebourg à Turin par le col du Mont Cenis

Cette journée permet d'achever la coupe transversale des Alpes commencée la veille, et d'observer

ainsi les parties internes de la zone piémontaise et les péridotites de Lanzo (manteau sous-continentale de la marge alpine orientale ?).

Arrêt 3.1. Versant Nord du col du Mont-Cenis, au sommet des lacets. Panorama sur la haute Maurienne (Schistes lustrés, avec la fenêtre de Lanslebourg où réapparaissent des écailles briançonnaises surtout triasiques). Au fond, à droite, le massif cristallin du Gran Paradiso, à gauche, le massif de la Vanoise, avec le dôme de Chasseforêt (socle ancien métamorphique) et la Dent Parrachée (écaille briançonnaise interne à puissant Lias de faciès « prépiémontais »).

Le col et le lac du Mont Cenis sont entaillés dans les gypses de base de la nappe des Schistes lustrés, visibles localement en contrebas de la route qui reste dans les Schistes lustrés.

Arrêt 3.2. *Série de Gran Scala.* A la terminaison aval du plan de l'usine hydroélectrique, en face d'une maison cantonnière italienne ruinée (N.V.), prendre une ancienne route militaire et la remonter sur 1 km environ. On recoupe successivement :

1. Le *Permien métamorphique*, enveloppant le massif d'Ambin (« groupe d'Ambin »); gneiss passant à un faciès micaschisteux, avec mica blanc, quartz, glaucophane, chlorite, albite, épidote, parfois grenat et chloritoïde. Quelques lits de prasinites.

2. Les *restes de la couverture mésozoïque briançonnaise d'Ambin.* D'aval en amont, on rencontre d'abord deux lambeaux de dolomies du Trias reposant sur le Permien par quelques décimètres de quartzites laminés, puis vient la célèbre coupe de la carrière Saint-Nicolas (fig. 3.1.): Lias-Crétacé supérieur à faciès briançonnais interne (série Vanoise-Ambin). L'absence de Trias dans cette dernière coupe fait penser que la série mésozoïque est décollée de son substratum et traînée sur lui.

Arrêt 3.3. Bar Cenisio (en territoire italien). *Socle du massif d'Ambin.* Il constitue le « groupe de la Clarée », probablement polymétamorphique et donc pré-carbonifère (?). Micaschistes à grain fin, bien lités, avec quartz, mica blanc, grenat, glaucophane, ± albite, ± chlorite.

Arrêt 3.4. Foresto di Susa (rive gauche du val di Susa). *Trias moyen carbonaté* de la couverture du massif Dora Maira (Piémontais externe) (fig. 3.2.).

Arrêt 3.5. Carrière de San Ambrogio (rive droite du Val di Susa) (fig. 4.1.). Zone radicale des unités ophiolitifères piémontaises (et cicatrice de l'ancien « hiatus océanique » piémontais-ligure). Serpentine à

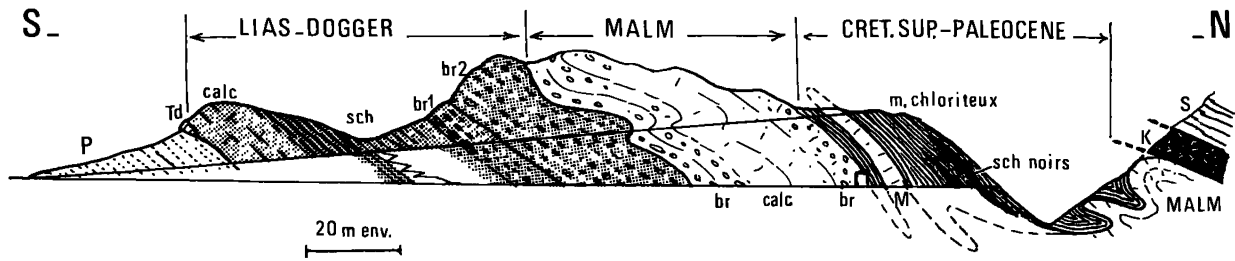


Fig. 3.1. - Coupe de la carrière St Nicolas, à Gran Scala (près du col du Mont Cenis). Mésozoïque briançonnais de la zone Vanoise-Ambin.

K : Cagneules; M : Malm; P : Permien; S : Schistes lustrés (série de Cornerousse); Td : Trias dolomitique.

*Section of the St Nicolas quarry, in the South of the Mont Cenis pass.
Typical facies of the internal Briançonnais zone (Vanoise-Ambin zone).*

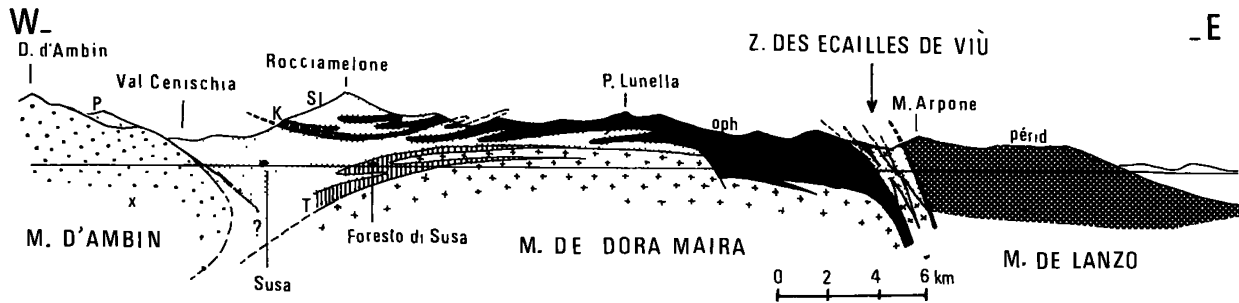


Fig. 3.2. - Coupe de la rive gauche du val de Susa

SI : Schistes lustrés; oph : Ophiolites; T : Trias; K : Cagneules; P : Permien métamorphique (groupe d'Ambin); x : socle du massif d'Ambin; périd : Périodites de Lanzo.

Section along the left side of the Susa Valley.

filons de rodingite, vésuvianite, grenat, diopside, chlorite, et veines rougeâtres de titanoclinohumite.

Arrêt 3.6. « Roches vertes » mésozoïques des Schistes lustrés. Sur le versant opposé de la vallée, un éperon rocheux montre de bons affleurements de « roches vertes » (appellation traditionnelle des ophiolites métamorphiques alpines) : prasinites, glaucophanites (probablement métadiabases, avec métamorphisme de type schiste vert à glaucophane). Ces roches sont affectées d'un grand pli polyphasé d'axe vertical. La position structurale est analogue à celle des serpentines de l'arrêt précédent. Les Schistes lustrés associés ne sont pas visibles ici.

Arrêt 3.7. Ultramaftes du massif de Lanzo. Castello di Camerletto (rive gauche du val di Susa, à son débouché dans la plaine de Turin). Si, à Lanzo, affleure surtout la partie corticale de ce massif, ici affleure le noyau, avec deux types lithologiques principaux; une lherzolite à beaux rubanements de pyroxène primaire, et une dunite, incluse dans la précédente en grosses lentilles reconnaissables de loin par leur couleur jaunâtre.

On rejoint Turin en traversant l'« amphithéâtre » morainique de Rivoli (Riss).

QUATRIÈME JOURNÉE

Massif ultrabasique de Lanzo et zone Sesia

De Turin, rejoindre Lanzo et prendre la vallée de la Stura di Viù (fig. 4.1).

Arrêt 4.1. Lherzolite de Lanzo. Talus de la route 100 m après l'embranchement de la route de Castagnole. Péridotite massive, non serpentinisée, constituée d'une matrice claire (olivine + plagioclase) sur laquelle se détachent des pyroxènes (ortho + clino) et du spinelle, plus sombre. Pas de rubanement pyroxénique, l'unique foliation est due au plagioclase. Il existe aussi une surface S, légèrement oblique, paral-

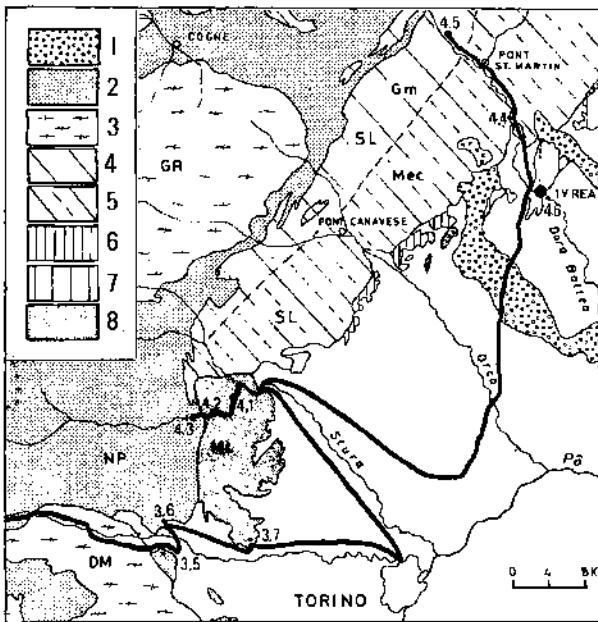


Fig. 4.1. - Itinéraire de l'excursion dans les environs de Turin

1 : Amphithéâtre morainique d'Ivrée; 2 : Schistes lustrés piémontais (NP); 3 : Massif du Grand Paradis (G.R.); 4 : Massif Sesia (SL), zone des « gneiss minuti » (Gm); 5 : Massif Sesia, zone des « micaschistes éclogitiques » (Mec); 6 : Zone du Canavese; 7 : Zone d'Ivrée; 8 : Massif péridotitique de Lanzo.

Itinerary of the excursion in the Torino area.

lèle aux plans de glissement (010) de l'olivine, peu nette, soulignée, macroscopiquement seulement, par des ségrégations plagioclasiques. Présence également de lizardite dans des joints.

Arrêt 4.2. Filon de gabbro dans la péridotite. L'affleurement est le long de la route, au km 12, peu après le pont sur le Togle. L'éperon qui domine la route est constitué par un gros filon de gabbro à texture assez bien conservée. Le gabbro forme aussi un chevelu de petits filons dans la péridotite massive encaissante, faite d'olivine (partiellement serpentinisée), de clino- et d'orthopyroxène.

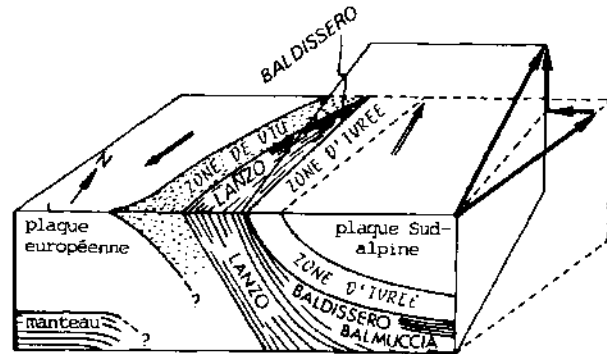


Fig. 4.2. - Position du massif de Lanzo dans la zone de collision entre les plaques sud-alpine et européenne. Le déplacement principal est une translation horizontale vers le N, avec des composantes mineures vers le haut et vers l'W (d'après Nicolas, 1974).

Position of the Lanzo massif in the collision zone between the South Alpine and the European plates. The main displacement is a northwards horizontal translation with minor upwards and westward-trending components.

Un peu en amont de l'éperon, on peut observer un petit filon de diabase transformé en un agrégat de minéraux difficiles à séparer optiquement, mais où l'on peut individualiser la lawsonite et un grenat.

Tous ces filons appartiennent à un système assez diffus qui se développe sur le versant occidental du massif, et résultent d'un phénomène de fusion partielle en profondeur. Les associations minéralogiques sont assez complexes et révèlent deux transformations difficilement séparables, l'une de haute pression, l'autre de type rodingitique (R. COMPAGNONI, inédit).

Arrêt 4.3. Les écailles de Viù. Peu avant l'agglomération de Viù, on quitte le massif ultrabasique pour traverser la zone des « écailles de Viù-Locana », importante structure tectonique qui représente la cicatrice du mini-océan piémontais interne. La coupe

donne une idée du style tectonique et en particulier de l'extraordinaire écaillage lié à la collision. Elle est visible dans le talus de la route, immédiatement avant le hameau de Mondrezza. De l'aval vers l'amont : schistes lustrés, quartzites, serpentine, schistes lustrés. Dans la serpentine, au contact des quartzites, ancienne galerie d'exploitation de talc.

Redescendre la vallée de la Stura di Viù et prendre l'autoroute du Val d'Aoste. Le long du parcours, observer le spectaculaire amphithéâtre morainique d'Ivrée, édifié par le glacier rissien du Val d'Aoste.

Par contre les reliefs entourant la ville d'Ivrée appartiennent à la zone d'Ivrée.

Arrêt 4.4. Les élogites de la zone Sesia. En rive droite du bas du Val d'Aoste, un peu en amont de Quincinetto (localité Bric Vert), des blocs éboulés offrent de magnifiques exemples des « micaschistes élogitiques » qui forment la partie interne de la zone Sesia (paraschistes à faciès élogitiques, à intercalations d'élogites). L'association minéralogique, de haute pression et d'âge alpin précoce, est parfaitement conservée en raison de l'absence de recristallisation de faciès schistes verts (qui apparaît par contre, de façon diffuse, dans les secteurs plus externes de la zone Sesia). On observera en particulier l'association grenat, glaucophane et pyroxène sodique. Les types lithologiques les plus fréquents sont des micaschistes, des marbres, des élogites et des micaschistes carbonatés.

On remonte la vallée jusqu'à la Rocca di Bard. Là, les micaschistes élogitiques passent à des gneiss à grain fin (« gneiss minuti ») dans lesquels une association de type schistes verts se substitue à l'association élogitique dont ne subsiste qu'une partie des grenats.

Arrêt 4.5. « Gneiss minuti » de la zone Sesia. A partir de Donnaz, gagner Bard à pied par une ancienne route romaine. A côté du cimetière et en bordure de la vieille route, des affleurements de roches moutonnées montrent surtout des micaschistes à nombreuses intercalations granitoides (filons) et rares boudins élogitiques.

Redescendre le Val d'Aoste et gagner l'agglomération d'Ivrée.

Arrêt 4.6. La « diorite » d'Ivrée. Sur la place du marché d'Ivrée, affleurement de « diorite » pyroxénique bien litée.

CINQUIÈME JOURNÉE

De Turin à Briançon par le col du Montgenèvre

Début de la deuxième coupe transversale des Alpes, qui sera donc faite en sens inverse de la première. L'itinéraire traverse la zone piémontaise et permet de voir ses rapports avec le Briançonnais interne.

A partir de Pignerol (Pinerolo) remonter le Val Chisone, ouvert dans les roches du massif Dora Maira, plus précisément le Carbonifère, dont l'appartenance structurale est encore discutée (couverture d'un vieux socle cristallin piémontais selon P. VIALLON, ou matériel briançonnais apparaissant en fenêtre d'après E. ARGAND, A. MICHARD et la majeure partie des géologues italiens).

A Perosa Argentina, s'engager, à gauche, dans le Val Germanasca.

Arrêt 5.1. Carbonifère à faciès graphiteux. A la sortie du village de Pomaretto, dans le talus de la route, micaschistes graphiteux en petits lits dans des méta-arénites. Dans les deux faciès : quartz, mica blanc, graphite, albite, chlorite et grenat.

Arrêt 5.2. Carbonifère à faciès conglomératique. Environ 1 km en amont de l'affleurement précédent, près du pont Battarello, remonter la rive gauche du torrent par un petit chemin puis le canal d'irrigation. A 200 m du pont, descendre vers le lit de la rivière : un gros bloc éboulé permet d'observer des faciès de métaconglomérats à intense déformation linéaire passant à des gneiss psammitiques. Même association minéralogique que précédemment. La linéation Est-Ouest est transversale par rapport à celle de la chaîne actuelle. Des travaux récents semblent bien indiquer qu'il s'agit d'un axe *a*; observer aussi l'existence de plis mésoscopiques à tendance isoclinaux.

Retour à Perosa Argentina. Remonter le Val Chisone pendant 2 km.

Arrêt 5.3. Diorite tardi-paléozoïque. Peu avant Meano, au niveau du débouché du torrent la Greve, en rive droite, une carrière exploite une diorite dont les rapports avec le Carbonifère sont peu nets (intrusion ?). On l'attribue à la fin du Paléozoïque par

comparaison avec des roches analogues du socle Briançonnais. Le métamorphisme alpin l'ayant peu affectée, sa texture magmatique est bien conservée : plagioclase, feldspath potassique, quartz, mica blanc, biotite, hornblende.

La retombée occidentale du massif Dora Maira (fig. 5.1.), constituée par une écaille du vieux socle, précambrien, est peu nette (région de Villaretto), ainsi que son contact avec les schistes lustrés piémontais sus-jacents.

Arrêt 5.4. Amphibolites épidotitiques piémontaises.
Au dernier virage avant Fenestrella, la route recoupe les « Roches vertes » des schistes lustrés piémontais qui déterminent un relief portant d'anciennes fortifications. Elles appartiennent au cortège ophiolitique du lambeau de recouvrement du M. Rocciavre (fig. 5.1.). Ce sont des amphibolites bien litées à albite, épidote et glaucophane. Restes douteux d'une structure en coussins.

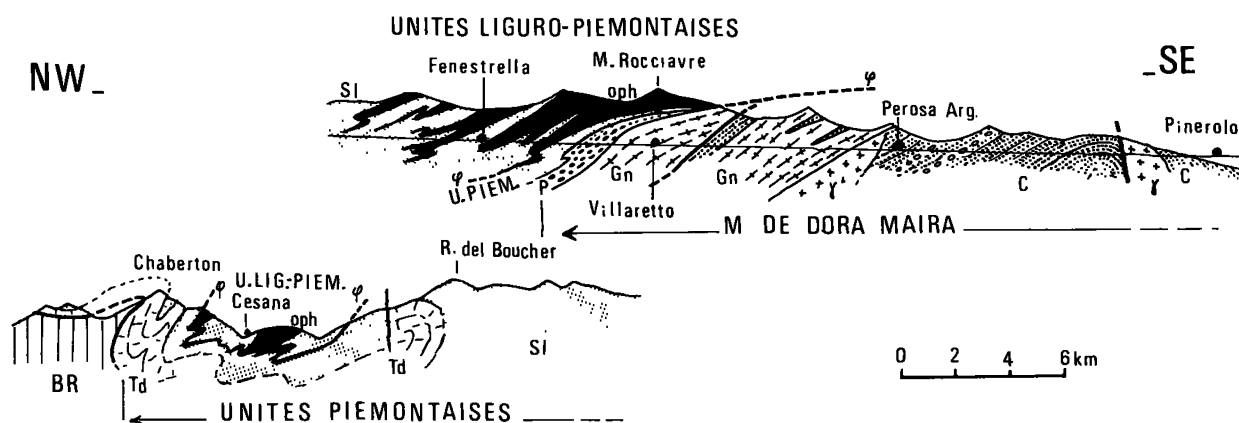


Fig. 5.1. - Coupes de la basse vallée du Chisone et des environs de Cesana Torinese.

SI : Schistes lustrés; Oph : ophiolites; Td : Trias dolomitique; P : Permien métamorphique; C : Carbonifère métamorphique; Gn : Gneiss.

Section along the lower Chisone valley and the Cesana Torinese area.

Arrêt 5.5. Sestrières. Panorama sur la zone piémontaise et ses rapports avec le Briançonnais.

Descente sur Cesana.

Arrêt 5.6. Radiolarites de Cesana. Entre les bornes hectométriques VI et VIII succédant à la borne kilométrique 99, le talus de la route montre des affleurements assez disloqués de serpentine, de radiolarites vertes et rouges, très microplissées, ces dernières associées à des brèches volcaniques (débris de coussins).

Arrêt 5.7. Massif du Chaberton. Du bord de la route, en amont de Clavières (frontière), ou du télécabine du Chenaillet, vue sur le massif du Chaberton : Trias supérieur carbonaté du Piémontais externe, rattachement du Briançonnais interne sur ce Piémontais frontal (fig. 5.2.). Eventuellement ex-

men des laves en coussins éboulées du massif du Chenaillet.

Arrêt 5.8. Vue sur la vallée de Névache. Suite, vers l'Ouest, de la coupe du Chaberton : structures rétroversées dans la zone Briançonnaise, dont se dégage peu à peu vers le Nord-Ouest, la masse du Houiller axial Briançonnais. Poches d'argile sidérolithique rouge dans les calcaires et dolomies triasiques du versant Est du Serre des Aigles (témoignant de l'émersion finitriasique et liasique du « géanticlinal » Briançonnais).

Briançon. La vieille ville est installée sur un verrou calcaire (Trias, Malm et Crétacé Briançonnais) appartenant toujours à la couverture orientale du Houiller axial Briançonnais.

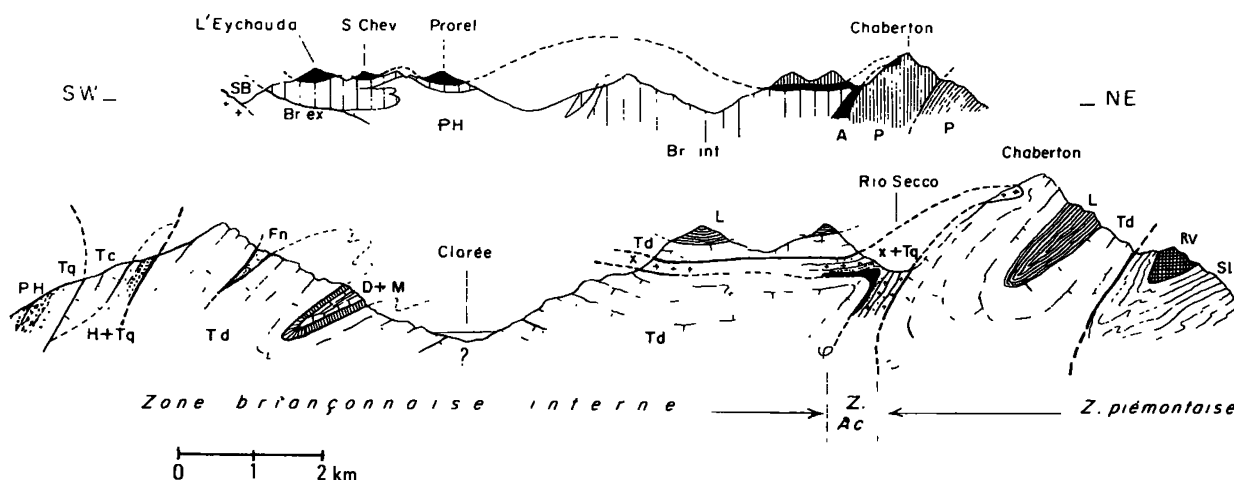


Fig. 5.2. - Rapports des zones briannonnaise et piémontaise dans la région de Briançon.

Fn : Flysch briançonnais; D + M : Dogger et Malm; L : Lias; SI : Schistes lustrés; Rv : Roches vertes (ophiolites); Td : Trias dolomitique; Tc : Trias calcaire; Tq : quartzites triasiques; P : Permien; H : Houiller; x : cristallin indifférencié. SB : Zone subbriançonnaise; Br. ex. Briançonnais externe; PH : Permo houiller briançonnais; Br. int. Briançonnais interne; A : Zone d'Acceglio; P : Zone piémontaise.

Relationship between Piemont and Briançonnais zones in the Briançon area.

SIXIÈME JOURNÉE

Du Monétier (près Briançon) à Guillestre

Cette journée est consacrée aux zones briançonnaise et subbriançonnaise.

Arrêt 6.1. Le Monétier (route du Lautaret, à la sortie amont du village). Panorama des massifs de la rive droite de la vallée, montrant la succession des zones ultra-dauphinoise, subbriançonnaise et briançonnaise, sur le revers oriental du massif du Pelvoux.

Arrêt 6.2. Chantemerle. Sur la route du col du Granon (grand virage en amont du hameau de Villard Laté), examen du Houiller briançonnais (Westphalien C), avec filon de microgranite, d'âge probablement permien. Panorama sur le massif de Serre-Chevalier permettant de compléter vers l'Est la coupe de l'arrêt précédent. Les sommets de Prorel et de

Serre-Chevalier appartiennent à une unité briançonnaise très interne (« zone d'Acceglio » = « 4^e écaïlle » de P. TERMIER) (fig. 6.1.).

Arrêt 6.3. La « fenêtré de l'Argentière », entre Queyrières et l'Argentière. Examen de l'anticlinal de nappes faisant réapparaître la zone subbriançonnaise sous l'empilement des unités briançonnaises (fig. 6.2.).

Arrêt 6.4. Carrière de St-Crépin. Bon exemple de la série mésozoïque briançonnaise. De bas en haut :

- 1) Sommet du Norien, avec diaclases à remplissage jurassique;
- 2) Jurassique supérieur, avec ses trois niveaux caractéristiques (calcaire noduleux rouge, dit « marbre de Guillestre », de l'Oxfordien; calcaire noduleux blanc, à Saccocomidés, du Kimméridgien; calcaire marmoréen blanc, à Calpionelles, du Tithonique);
- 3) Hard-ground, contenant des lentilles calcaires à microfaune du Sénonien inférieur (Globotruncana);
- 4) Calcschistes rouges, puis verts à gris, à microfaune du Sénonien supérieur.

Avant l'arrivée à Guillestre, à gauche, terrasse d'alluvions interglaciaires Riss-Würm, portant la citadelle de Montdauphin.

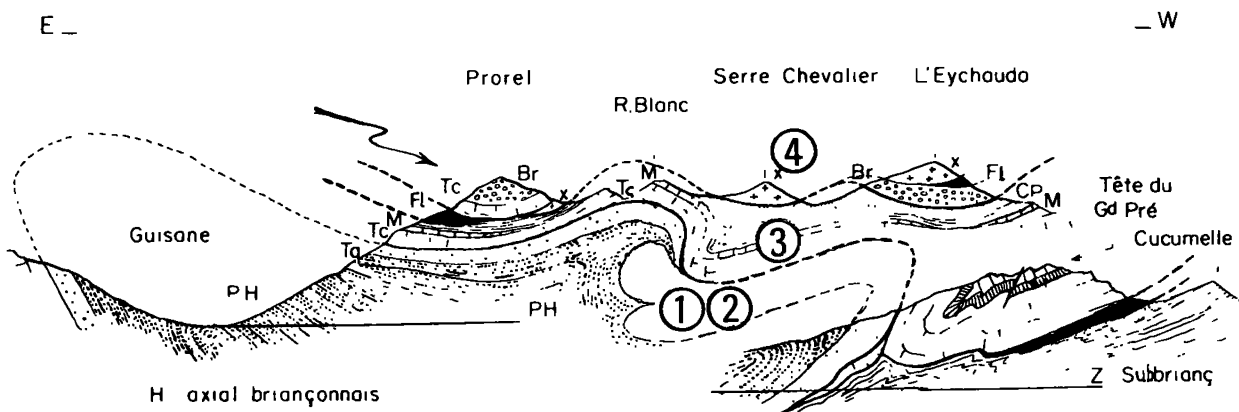


Fig. 6.1. - Coupe de la rive droite de la Guisane entre le Monétier et Briançon.

Fl : Flysch; CP : Crétacé supérieur-Paléocène; Br : Brèche de l'Eychaudo (Crétacé supérieur); M : Malm; Tc : Calcaires triasiques; Tq : quartzites triasiques; PH : Permo-houiller briançonnais; les chiffres indiquent la succession des écailles briançonnaises.

Section along the right side of the Guisane valley between le Monétier and Briançon. Four Briançonnais slices are piled up upon the Permo-Carboniferous. Note the opposite vergence of folds (« fan-shaped » arrangement) on both sides of the axial Briançonnais Permo-Carboniferous.

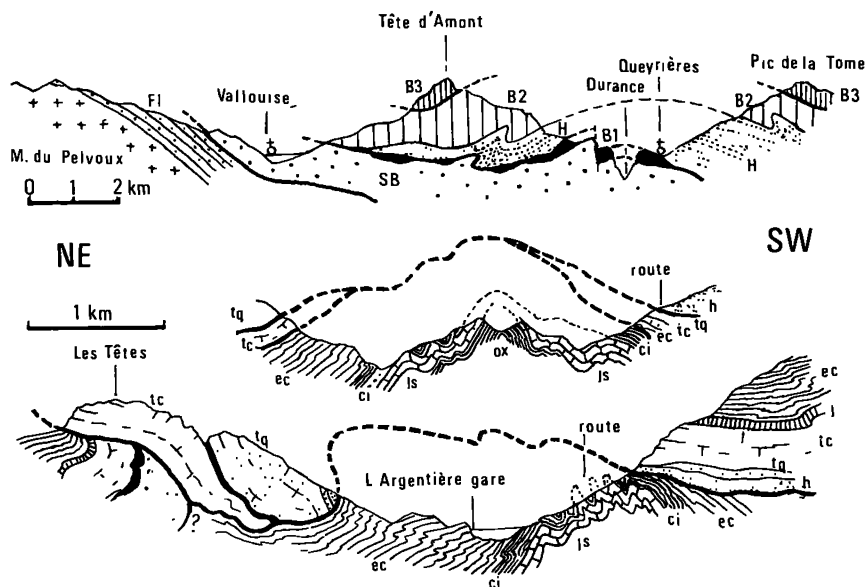


Fig. 6.2. - La « fenêtre de l'Argentière »

Fl : Flysch ultradauphinois; SB : Zone subbriançonnaise; H : Houiller briançonnais; B₁, B₂, B₃ : Ecailles briançonnaises; ec : Crétacé supérieur-Paléocène; Ci : Crétacé inférieur; js : Jurassique supérieur; Ox : Oxfordien; J : Jurassique indéterminé; tc : calcaires triasiques; tq : quartzites triasiques; h : Houiller.

The « Argentière window ». At the core of a nappe anticline, the Subbriançonnais zone appears below three Briançonnais nappes, the deepest one being reduced to a few slices of Triassic limestones and quartzites. Note the westwards thinning out of the Briançonnais Carboniferous and compare the upper section with fig. 5.2.

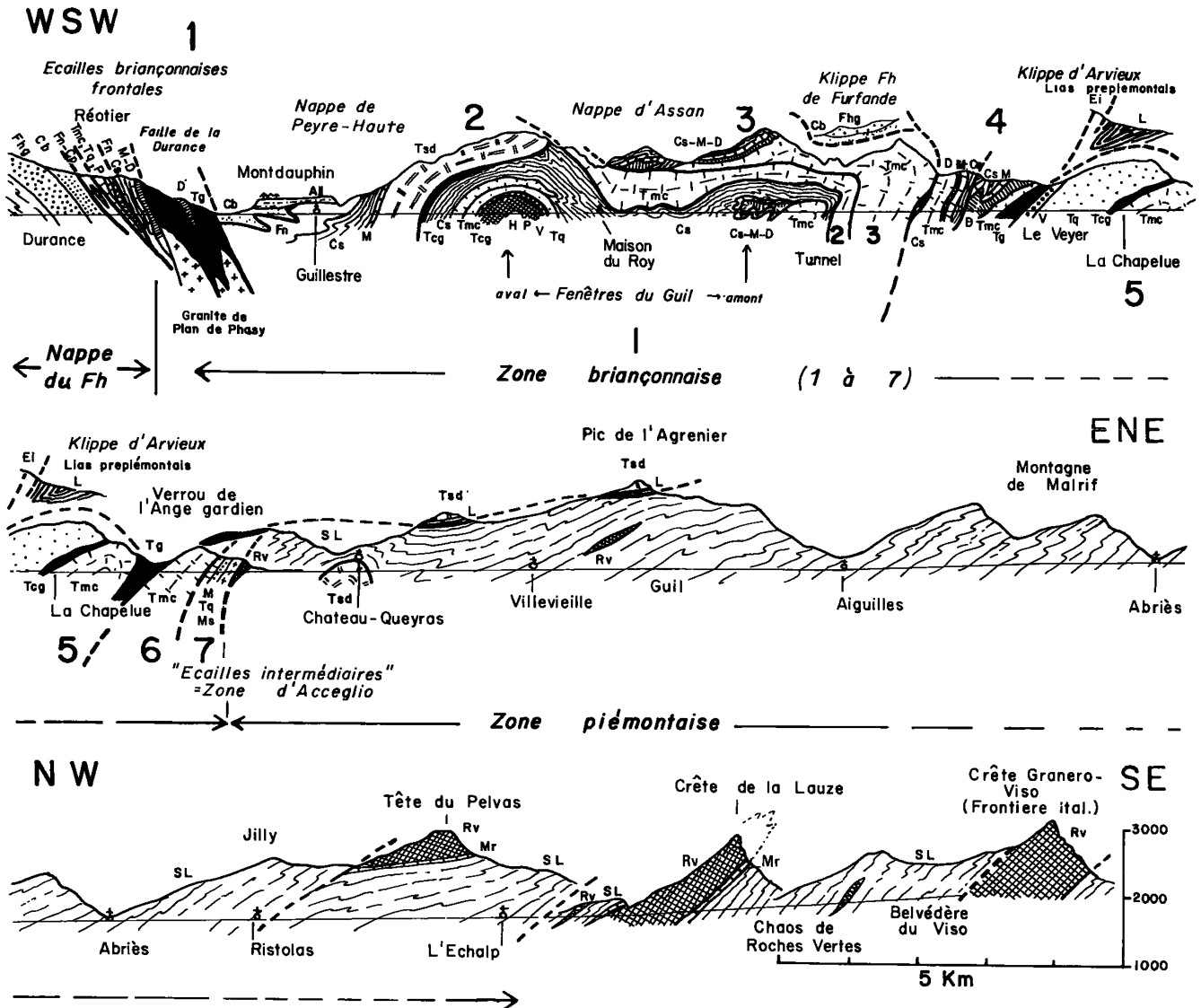


Fig. 7.1. - Coupe de la vallée du Guil au travers des zones briannonnaise et piémontaise.

1) Unités briannonnaises : Fn : Flysch éocène; Cs : Crétacé supérieur; M : Malm; D : Dogger; Tsd : Trias supérieur dolomitique; Tmc : Trias moyen carbonaté; Tcg : Carnéules; Tg : Gypses triasiques; Tq : quartzites triasiques; P : Permo-Trias; H : Houiller.

2) Unités piémontaises : SL : Schistes lustrés; Rv : ophiolites; Mr : Marbres (Malm probable); L : Lias.

3) Nappes du Flysch à Helminphoïde : Fhg : grès de l'Embrunais; Cb : Complexe de base.

Section along the Guil valley through the Briançonnais and piemont zones.

SEPTIÈME JOURNÉE

Coupe de la vallée du Guil

Cette vallée offre une coupe classique des zones briançonnaise et piémontaise (fig. 7.1.).

De Guillestre, prendre d'abord la route de Gap.

Arrêt 7.1. Plan de Phasy. Examen du panorama de la rive droite de la Durance. De gauche à droite (c'est-à-dire d'Ouest en Est), on observe : 1. le Briançonnais frontal, chevauchant la zone du Flysch à Helminthoïdes ; 2. la « faille de la Durance », cassure récente affectant l'édifice des nappes et jalonnées par la source thermale et l'écaïlle granitique de Plan de Phasy ; 3. derrière le plateau de Montdauphin (conglomérats de l'Interglaciale Riss-Würm), le Briançonnais médian (nappe de Peyre-Haute).

Continuer la route de Gap et, à Saint-Clément, prendre à droite la D 38 (direction Réotier - Saint-Crépin).

Arrêt 7.2. Coupe de l'éperon de Réotier (unités briançonnaises frontales). On recoupe successivement d'ouest en Est : 1. une première unité (dite nappe de Roche Charnière), avec des termes allant du Permo-Houiller au Trias ; 2. une deuxième unité (dite nappe de Champcella), avec des termes jurassiques et crétacés difficilement séparables ; 3. les gypses jalonnant la « faille de la Durance ».

De là, descente à pied sur la célèbre *source pétrifiante de Réotier*, symétrique de celle de Plan de Phasy, et d'origine analogue.

Revenir à Guillestre et prendre la route des gorges du Guil (D. 902).

Arrêt 7.3. Les gorges inférieures du Guil. On traversera à pied la retombée Ouest d'un anticlinal de nappes, comprenant une unité supérieure (nappe de Peyre haute), décollée dans les gypses triasiques, et une unité inférieure (« série inférieure du Guil ») qui a conservé sa semelle siliceuse, visible jusqu'au Permien (rhyodacites), le long de la route, et au Houiller dans le fond des gorges (inaccessible).

Arrêt 7.4. Axe de l'« éventail briançonnais ». Racine verticale de la nappe de Peyre-Haute, à laquelle succèdent, vers l'Est, des unités toujours décollées de leur substratum siliceux (sauf celle du Veyer), et déjà renversées vers l'Est (« retrocharriage alpin », expression superficielle d'un serrage de socle tardif).

Arrêt 7.5. Château-Queyras. A l'embranchement de la route de Sommet Bucher, examen des schistes lustrés piémontais (avec séquences granoclassées normales et inverses, impliquant un fort microplissement de l'ensemble de la formation). Vue sur le « verrou » de Château-Queyras (calcaires dolomitiques triasiques piémontais).

Arrêt 7.6. Pont de l'Echalp (en amont d'Abriès). Ophiolites des schistes lustrés. En éboulis, gabbros à glaucophane et filons de diabases. De là, à pied, on accède à un *point de vue sur le massif du Viso*, le plus grand sommet ophiolitique des Alpes franco-italiennes.

HUITIÈME JOURNÉE

Les nappes de l'Embrunais-Ubaye

Départ de Guillestre par la N 202 (direction col de Vars).

Arrêt 8.1. Panorama du bassin de Guillestre, vu de la route du Col de Vars. On retrouve les éléments vus la veille depuis Plan de Phasy, mais avec une meilleure perspective, et complétés par le massif autochtone du Pelvoux, au fond, dans l'axe de la vallée de la Durance.

On pénètre ensuite dans le *bassin de Vars*, dont la topographie molle est due aux formations grésopélitiques noires et tendres qui forment la base de la nappe du Flysch à Helminthoïdes.

Arrêt 8.2. Col de Vars (2 111 m). Faciès gréseux du Flysch à Helminthoïdes (= Grès de l'Embrunais), en blocs morainiques descendus du Crévoux Pic. Un peu en contrebas du col, versant Sud, « complexe de base » du Flysch à Helminthoïdes, grésopélitique. Panorama sur le bassin de St Paul-sur-Ubaye, avec, à gauche, les montagnes de la haute Ubaye (zone briançonnaise), et, à droite, le massif de Flysch à Helminthoïdes du Parpaillon, en série inverse.

Descente sur Saint Paul, dans le complexe de base, plus ou moins glissé. A Saint-Paul, prendre à droite la route de Barcelonnette, puis, à 7 km de là, celle du col de Larche, à gauche.

Arrêt 8.3. Meyronnes. Séquence typique du Flysch à Helminthoïdes sous son faciès calcaire, avec les pistes caractéristiques.

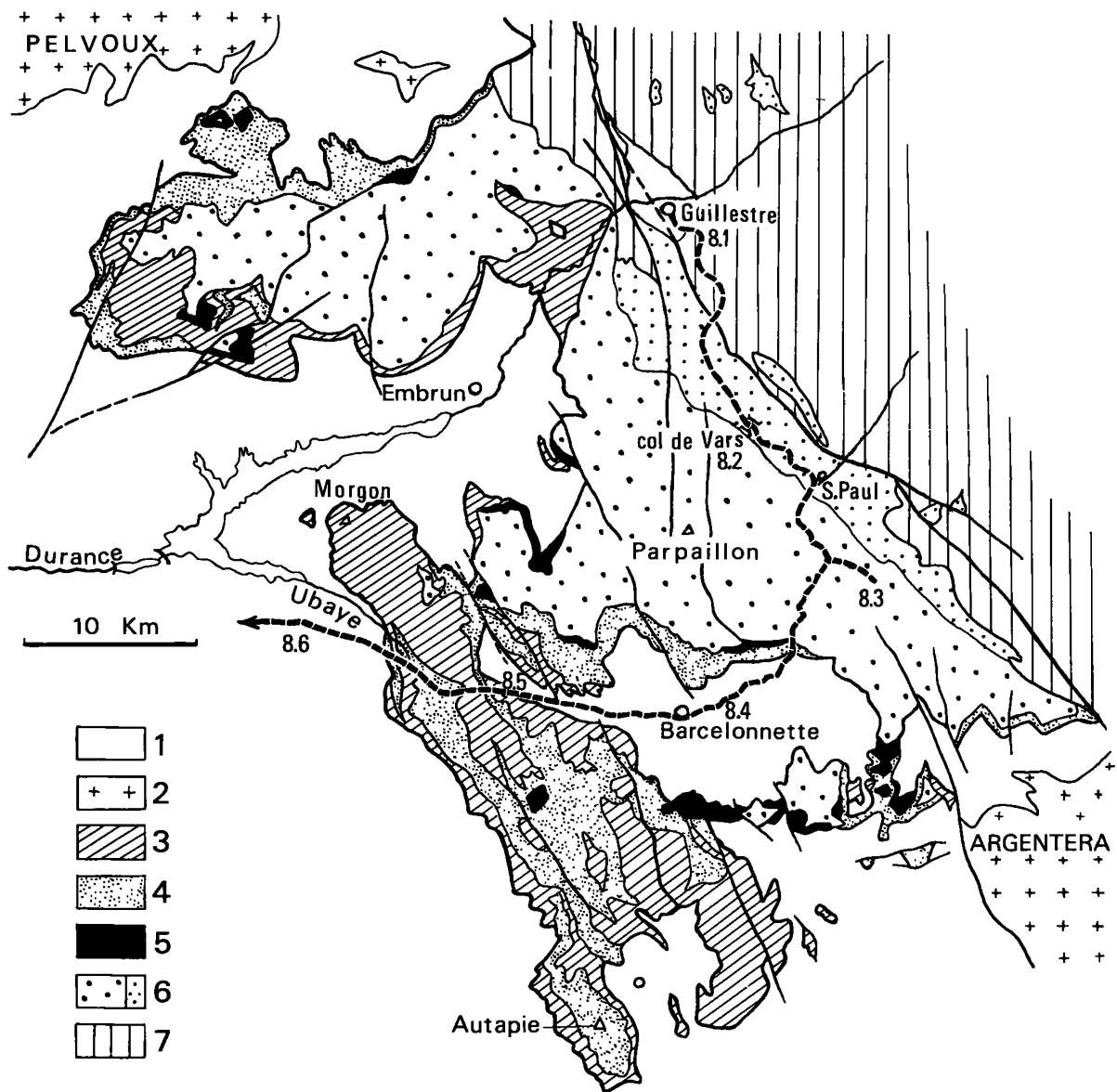


Fig. 8.1. - Schéma structural des nappes de l'Embrunais-Ubaye et itinéraire de l'excursion, avec indication des arrêts.
 1 : Zone externe (Oxfordien surtout); 2 : Massifs cristallins externes; 3 : Ecailles subbriançonnaises associées au flysch de l'Autapie; 4 : Flysch de l'Autapie; 5 : Ecailles subbriançonnaises et briançonnaises associées au Flysch de Parpaillon; 6 : Flysch du Parpaillon; 7 : Zone briançonnaise indifférenciée.

Structural map of the Embrunais-Ubaye, with indication of itinerary and stops.

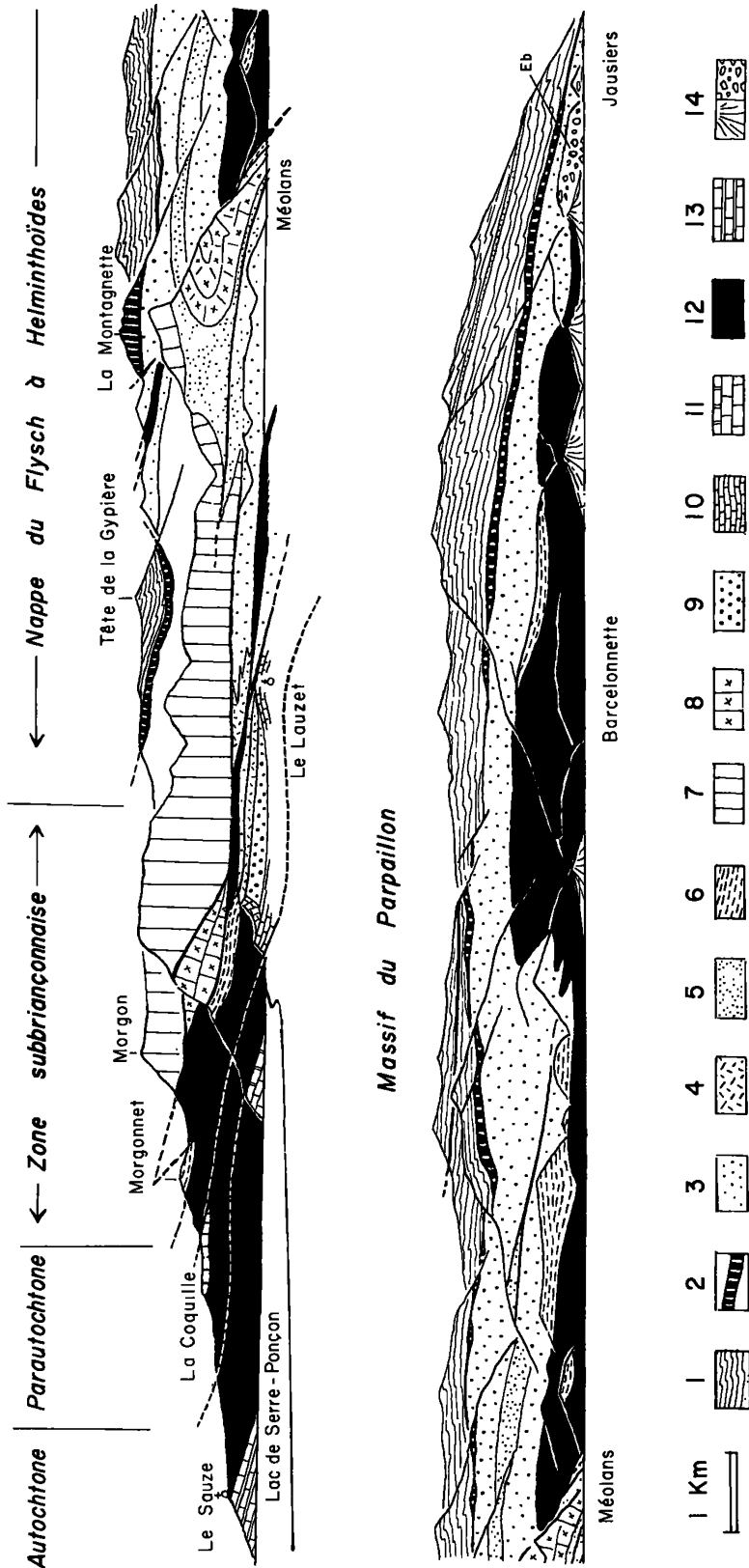


Fig. 8.2. - Coupe-panorama de la fenêtre de Barcelonnette et de la vallée de l'Ubaye entre Jausiers et le lac de Serre-Ponçon.

- 1) Nappe du Flysch à Helminthoïdes ; 1 : Nappe du Parpaillon ; 2 : Ecailles de base de cette nappe ; 3 : Nappe de l'Autapie ; 4 : Schistes à blocs.
- 2) Ecaille subbriançonnaise . 5 : Flysch noir ; 6 : Calcschistes néocrétacés ; 7 : Unité du Morgon ; 8 : Unité des Séolanes.
- 3) Ecailles paraautochtones et Autochtone : 9 : Grès d'Annot (Priabonien sup.) ; 10 : Calcaire à Nummulites (Priabonien inférieur) ; 11 : Crétacé inférieur et Tithonique ; 12 : Oxfordien (Terres Noires) ; 13 : Dogger ; 14 : Cônes de déjection et éboulis.

Section through the Barcelonnette-window and along the Ubaye valley between Jausiers and the Serre-Ponçon lake.

Retour sur la route de Barcelonnette que l'on suit jusqu'à Jausiers, localité à partir de laquelle on pénètre dans la *fenêtre de Barcelonnette*, où affleurent les marnes noires oxfordiennes de la zone dauphinoise sous la nappe du Flysch à Helminthoïdes (fig. 8.2).

Arrêt 8.4. Les écailles de Barcelonnette (massif du Lan et des Brechs). Le contact entre Oxfordien autochtone et flysch charrié est marqué par un chapelet d'écailles d'origine subbriançonnaise ou briançonnaise.

En aval de Barcelonnette, la fermeture de la fenêtre n'apparaît pas de façon nette dans le paysage depuis le fond de la vallée, en raison des complications tectoniques et des formations quaternaires.

Arrêt 8.5. Eperon de Méolans (écaille subbriançonnaise à la base des nappes de l'Embrunais). En descendant la route à pied, on peut voir un complexe de flysch et de « schistes à blocs » priaboniens, certainement subbriançonnais, emballant des écailles à matériel calcaire dépendant de l'unité subbriançonnaise des Séolanes, et surtout caractérisé par la transgression directe des grès lutétiens à grandes Nummulites sur les calcaires blancs et massifs du Malm.

Arrêt 8.6. Belvédère de Saint-Vincent les Forts. Panorama du massif du Morgon. De gauche à droite (d'Ouest en Est) et de bas en haut, viennent successivement : 1. l'autochtone (marnes noires oxfordiennes du dôme de Remollon, avec restes d'un tégument tithonique et crétacé inférieur); 2. des écailles parautochtones (de composition identique mais complétées par le Crétacé supérieur et le Nummulitiques); 3. des unités subbriançonnaises formant le massif du Morgon lui-même. Ces unités comprennent essentiellement, toujours de bas en haut : l'écaille à matériel crétacé supérieur du Morgonnet, l'écaille à matériel jurassique supérieur (faciès subrécifal des Séolanes) de la Roche (sous la Tête de la Vieille), et enfin l'unité à série beaucoup plus complète du Morgon.

NEUVIÈME JOURNÉE

De Gap à Grenoble par le Dévoluy et le Trièves

Ce retour vers Grenoble permet un bref aperçu des chaînes subalpines méridionales, essentiellement

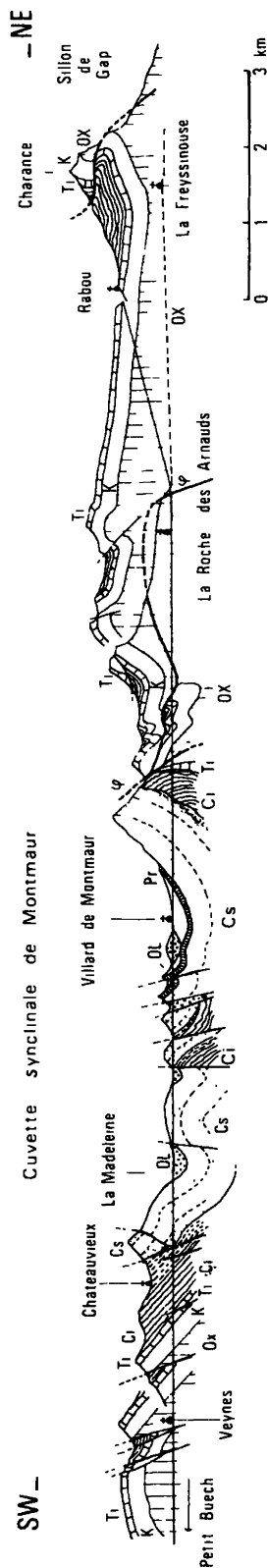


Fig. 9.1. — Coupe du seuil de la Freyssinouse et de la vallée de Montmaur, à l'W de Gap (extrémité sud du massif du Dévoluy).
Section of the Southern part of the Devoluy massif to the west of Gap.

OI : Oligocène; Pr : Priabonien; Cs : Crétacé supérieur; Ci : Crétacé inférieur; Ti : Tithonique; K : Kimméridgien; Ox : Oxfordien.

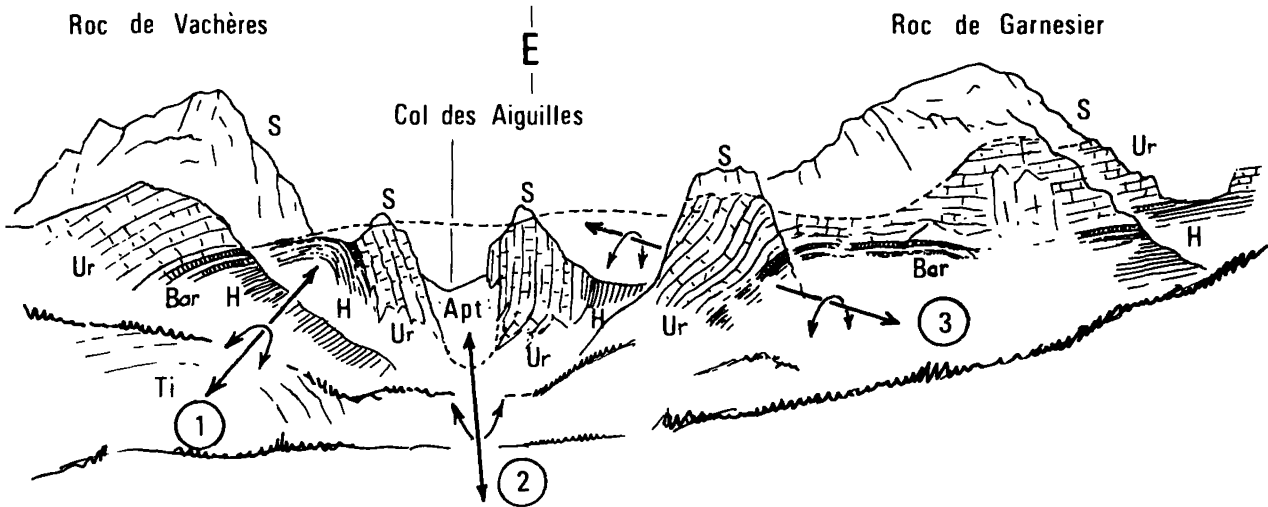


Fig. 9.2. - Les Aiguilles de Lus vues de la Jarjatte (discordance anté-sénonienne du massif du Dévoluy).

S : Sénonien ; Apt : Aptien ; Ur : Urgonien ; Bar : Barrémien ; H : Hauterivien.

The Senonian limestones of the Devoluy massif unconformably lie upon old east-west trending folds including Aptian marls.

le Dévoluy et le Vercors. Le premier est caractérisé par la superposition de deux phases tectoniques, l'une ancienne (Crétacé supérieur), d'axe Est-Ouest, l'autre récente (Néogène), d'axe Nord-Sud. On retrouve aussi le prolongement méridional, très évasé, du sillon subalpin (Trièves).

A Gap, prendre la N 94 en direction de Veynes. On traverse ainsi le *seuil de diffluence glaciaire de la Freissinouse* prolongé par la *cluse du Petit Buëch* jusqu'à Veynes. Cette trouée naturelle donne une coupe de la terminaison Sud du massif du Dévoluy que l'on peut analyser de loin, sans s'arrêter (fig. 9.1). On traverse successivement l'anticlinal de la Roche des Arnauds, à cœur oxfordien, puis le synclinal de Montmaur, à ossature sénonienne et remplissage nummulitique.

A Veynes prendre la N 94 B puis la N 75 en direction du col de Lus la Croix-Haute (vallée du Grand Buëch). Cette vallée montre une succession d'anticlinaux et de synclinaux d'axe grossièrement Est-Ouest et d'âge antésénonien.

Arrêt 9.1. *Anticlinal Nord de Saint-Julien en Bô-chaine*, vu de la petite route de Vaunières. Très beau pli affectant les calcaires tithoniques et d'axe Est-Ouest (antésénonien).

Arrêt 9.2. *Les Aiguilles de Lus*, vues du hameau de la Jarjatte. Transgression du Sénonien sur des plis anciens d'axe Est-Ouest (fig. 9.2.).

Arrêt 9.3. *Clelles. Panorama général de la zone dauphinoise*. De gauche à droite : 1. rebord subalpin du Vercors, avec le Mont Aiguille (calcaires urgoniens) ; 2. bassin du Trièves (marnes jurassiques), représentant l'évasement vers le sud du sillon subalpin ; 3. massif du Dévoluy (extrémité Nord, ou Pic de l'Obiou), à ossature sénonienne. Au fond le massif cristallin externe du Pelvoux.

Arrêt 9.4. *Saint-Martin la Cluse*. Vue sur le rebord oriental du Vercors, caractérisé ici par le redoublement par plis-failles, des falaises urgoniennes (Pic Saint-Michel - Plateau Saint-ange) et tithoniques (Epérimont - rocher d'Uriol) (fig. 9.3).

Retour direct sur Grenoble.

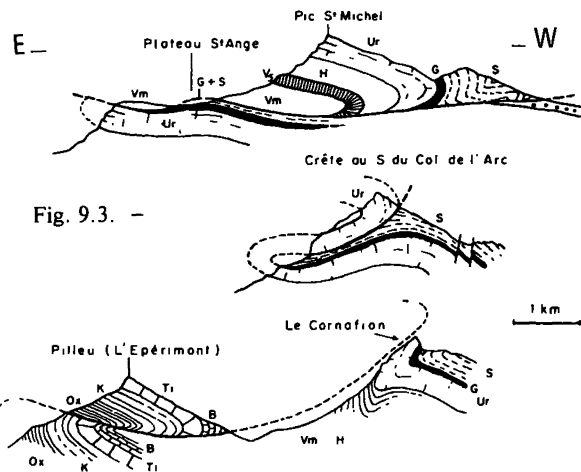


Fig. 9.3. -