



**HAL**  
open science

## Le Permien des Alpes septentrionales françaises

Jean-Paul Deroin, Georges Gand, François Guillot

► **To cite this version:**

Jean-Paul Deroin, Georges Gand, François Guillot. Le Permien des Alpes septentrionales françaises. 1996. hal-04893959

**HAL Id: hal-04893959**

**<https://hal.science/hal-04893959v1>**

Submitted on 17 Jan 2025

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

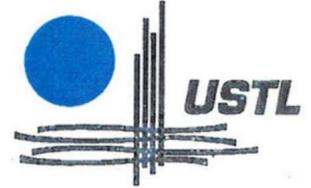
Public Domain



Jean-Paul DEROIN

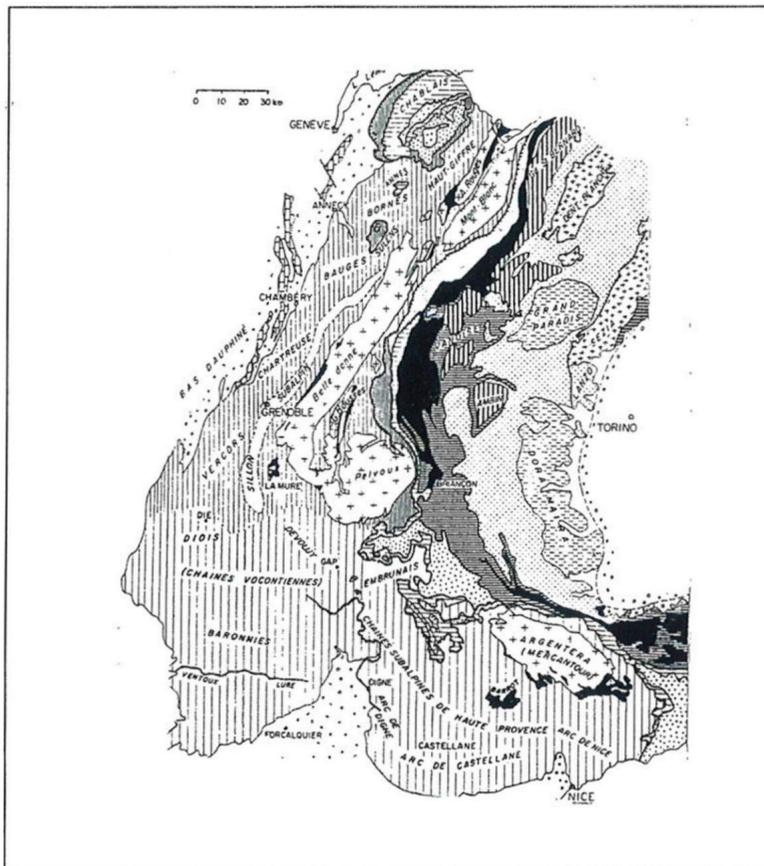


Georges GAND



François GUILLOT

# Le Permien des Alpes septentrionales françaises



Livret-guide de la 11e excursion annuelle de  
l'Association des Géologues du Permien

11-17 juillet 1996

***Ce livret est dédié à la mémoire de  
Robert Feys et Charles Greber.***

***Il est édité par l'AGP en l'honneur de  
Jean Fabre.***

## **Zone externe**

**- couverture du massif cristallin externe de Belledonne, région d'Alleverd.**

## **Zones internes**

**- zone ultradauphinoise et/ou valaisanne, Nord de Moûtiers (Pointe du Dzonfié).**

**- zone houillère briançonnaise, région de Valloire-Névache.**

**- zone briançonnaise de Vanoise-Mont-Pourri, région de Peisey-Nancroix.**

### **Jean-Paul DEROIN**

BRGM Service Géologique  
Régional Haute-Normandie  
Parc de la Vatine  
10, rue Andreï Sakharov  
76 130 Mont-Saint-Aignan

### **Georges GAND**

Centre des Sciences de la  
Terre & UMR 5561 du CNRS :  
Paléontologie Analytique et  
Géodynamique sédimentaire  
Université de Bourgogne  
21 000 Dijon

### **François GUILLOT**

Laboratoire de Dynamique  
sédimentaire et structurale  
Sciences de la Terre  
Université des Sciences et  
Technologies de Lille  
59 655 Villeneuve d'Ascq  
cedex



# Table des matières

6	<i>Programme</i>
7	I. Liste des participants.
9	II. Présentation géologique.
9	A. La structure des Alpes françaises.
11	B. Le Permien des Alpes septentrionales.
11	Lithostratigraphie
14	Chronostratigraphie
16	Radiochronologie
19	III. Itinéraires et affleurements.
21	J1. Région SW de Valloire ; secteurs de La Ponsonnière et du lac des Cerces.
33	J2. Permien de Rochachille et quartzites infratriasiques des Rochilles au Nord de Névache.
45	J3. La Montagne des Fruits Communs, entre les Grandes Naves et le col des Génisses. Le "Permo-Trias" de la Pointe du Dzonfié.
51	J4. Permien de Vanoise et du bord interne de la zone houillère dans la région de Peisey-Nancroix.
63	J5. Allevard et le Collet-d'Allevard. Formations du Stéphaniens au Trias
73	J6. Le Permien du Grand Rocher.
79	Cartographie
81	Bibliographie

## **Programme**

### **J1 = Vendredi 12 juillet 1996. Zone briançonnaise (La Ponsonnière).**

#### ***Georges Gand***

Au col du Galibier, présentation de l'excursion et des zones structurales alpines. Entre les Mottets et le ruisseau de la Ponsonnière, étude des formations du Carbonifère, de l'Eopermien, du Néopermien, du Permo-Trias et du Werfénien.

### **J2 = Samedi 13 juillet 1996. Zone briançonnaise (Rochachille/Névache).**

#### ***François Guillot***

Etude des formations du Carbonifère, de l'Eopermien, du Néopermien, du Permo-Trias et du Werfénien du massif de Roche-Château, Rochachille et de l'Aiguille Noire.

### **J3 = Dimanche 14 juillet 1996. Zone valaisanne (Pointe du Dzonfié).**

#### ***Georges Gand***

Dans la zone valaisanne, au nord de Moûtiers, étude du Permo-Trias de la Pointe du Dzonfié (2100m). Circuit à pied vers la Croix de la Bagnaz (2376m) d'où on aura un point de vue circulaire. Présentation de la Zone Briançonnaise-Vanoise.

### **J4 = Lundi 15 juillet 1996. Zone briançonnaise (Vanoise).**

#### ***François Guillot***

Coupes du Carbonifère et du Permien dans quatre unités tectoniques de la zone briançonnaise - Vanoise.

- dans la "Zone Houillère", coupes des Pierres Blanches montrant le Carbonifère supérieur gréseux et conglomératique avec localement des blocs d'un vieux socle métamorphique, des schistes bariolés du Permo-Trias et les quartzites blancs marins infratriasiques (?).

- dans la Vanoise coupes de :

- l'unité de la Roche de Mio avec le socle (schistes du Carbonifère et tholéites attribuées avec doute à l'Ordovicien) ; l'Eopermien à couches calcaires, le Néopermien à éléments volcaniques et le Permo-Trias. Cette dernière formation est ici marine et épaisse de 500 m. Apparaissent ensuite les quartzites blancs infratriasiques. Ces diverses formations sont similaires à celles de la série de Rochachille-Roche-Château.

- l'unité de Chiauppe avec le socle (gabbros, orthoquartzites du Cambrien supérieur?) ; Permien (?) avec conglomérats et quartzites, puis carbonates du Mésozoïque.

- l'unité de Derochoir montrant le socle (Cambrien + Ordovicien?) puis des formations permienues.

### **J5 = Mardi 16 juillet 1996. Zone externe ou dauphinoise (Allevard/Collet).**

#### ***Jean-Paul Deroin***

- Transfert de Vanoise en Dauphiné.

- Coupes le long de la rivière Bréda au "Bout du Monde" situé au sud d'Allevard : faciès jurassiques, Trias réduit et Permien sous différents faciès. Vestiges des anciennes exploitations de fer.

- Coupe du Collet d'Allevard.

### **J6 = Mercredi 17 juillet 1996. Zone externe ou dauphinoise (Grand Rocher).**

#### ***Jean-Paul Deroin***

- Le Grand Rocher par la station de ski du Pleyne : excursion permettant l'étude du Trias (gypse et cargneule), du Permien (grès et argilites), du Houiller (schistes) et du substratum métamorphique.

- Coupe de la plus vaste zone d'affleurements permienues de la zone externe septentrionale. Si le temps est favorable, vue sur le Massif de la Chartreuse et sur la vallée du Grésivaudan.

## I. Participants.

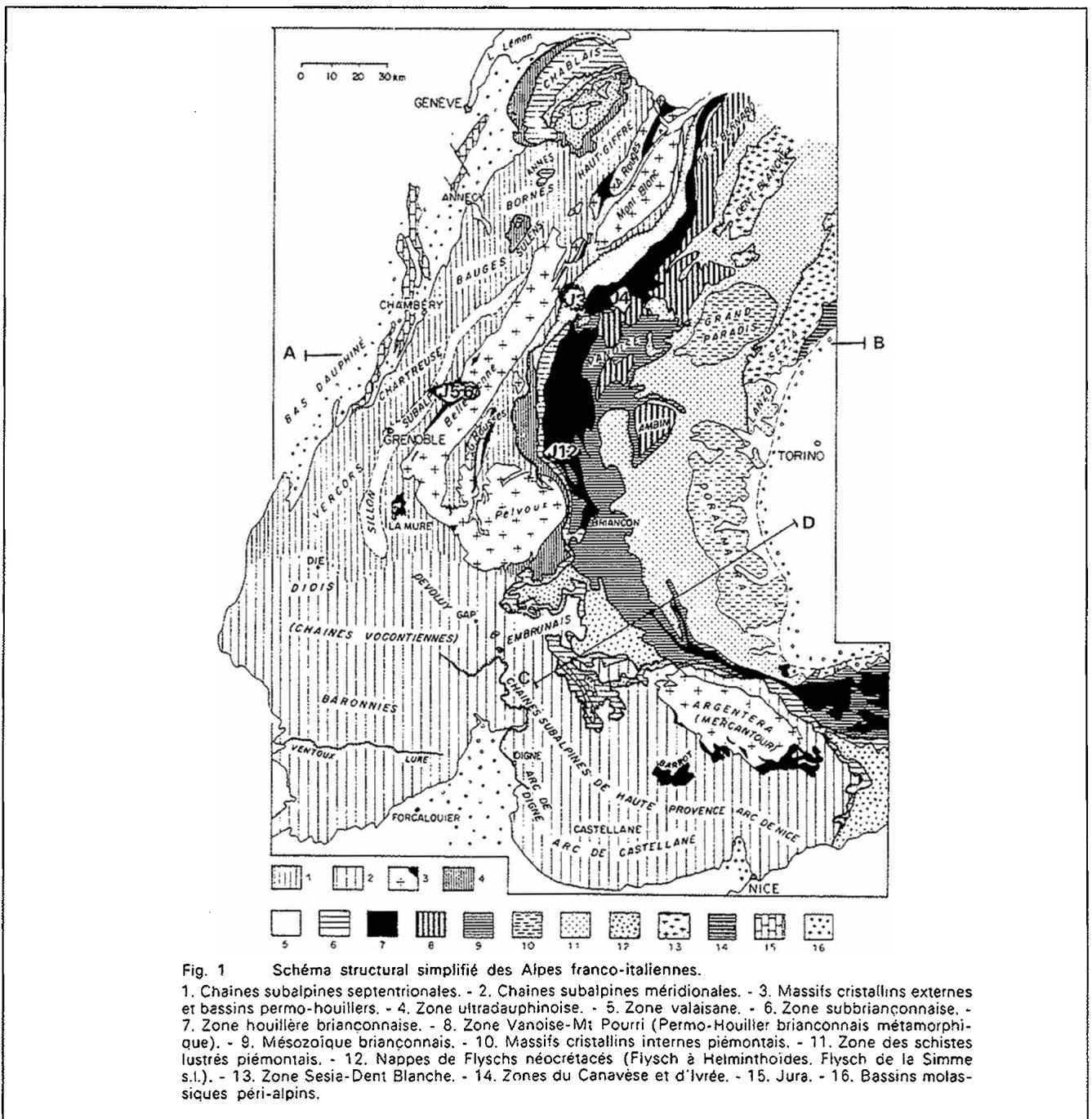
- Dr CHATEAUNEUF Jean-Jacques, BRGM, Géologie Mines International BP 6009 45060 Orléans cedex 2 (France). Tél. (33) 38 64 34 36, fax. (33) 38 64 33 05.
- Dr BARFETY Jean-Claude, BRGM, Service géologique régional Rhône-Alpes, Institut Dolomieu, 15 rue Maurice Gignoux 38031 Grenoble cedex (France). Tél. (33) 76 63 59 22, fax : (33) 76 87 82 43.
- Dr DEROIN Jean-Paul, BRGM, *nouvelle adresse à partir de l'été 1996*, Service Géologique Régional Haute-Normandie, Parc de la Vatine, 10, rue Andreï Sakharov 76 130 Mont-Saint-Aignan (France). Tél. (33) 35 60 12 00, fax. (33) 35 60 80 07.
- Mme DEROIN Danielle, 1 rue Le Moyne de Bienville 45100 Orléans (France).
- Dr DURAND Marc, Université Henri Poincaré - Nancy I, Département des Sciences de la Terre, Laboratoire de Géologie des Ensembles sédimentaires, Equipe bassins sédimentaires, Recherche fondamentale et applications, B.P n° 239 54506 Vandœuvre-les-Nancy (France), fax : (33) 83 91 25 89.
- Dr FRITZE Sebastian, Friedmar-Brendel-Weg 10, 09599 Freiberg (Allemagne), fax : (49) 351 336 8610.
- Dr GAITZSCH Birgit, Freiberg University of Mining and Technology, Institut of Geology, Department of Geology, Bernhardt-von-Cotta Straße, 2 ; D-09596 Freiberg (Allemagne), fax : (49) 37 31 39 35 99.
- Dr GAND Georges, UMR 5561 du CNRS : Paléontologie analytique et Géodynamique sédimentaire, Centre des Sciences de la Terre, Université de Bourgogne, 6 Boulevard Gabriel 21000 Dijon (France). Tél. (33) 80 39 50 66, fax. (33) 80 39 63 87.
- Dr GEBHARDT Ute, Universität Hamburg, Geologisches, Paläontologisches Institut, Bundesstraße 55, D-20146 Hamburg (Allemagne).
- Dr GIUSTI Christian, Institut de Géographie, 191 rue St Jacques 75005 Paris (France) ou 4 rue Lazard 78940 La Queue-lez-Yvelines (France), fax : (33) 1 34 86 66 99.
- Dr GUILLOT François, Université des Sciences et Technologies de Lille, U.F.R des Sciences de la Terre, Sédimentologie et Géodynamique et URA 719 du CNRS, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex (France), fax : (33) 20 43 49 10.
- Dr JAHNS Christin, Friedmar-Brendel-Weg 10, 09599 Freiberg (Allemagne)
- Dr LUCAS Claude, Université P.Sabatier, Géologie structurale, 38, rue des trente-six-ponts 31400 Toulouse (France), fax : (33) 61 55 82 50.
- Dr MARTINEZ-GARCIA Enrique, Departamento de Geologia, Universidad de Oviedo, Asturias 33013 Oviedo (Espagne), fax : (34) 983 10 31 03.
- M. RONCHI Ausonio , Dipartimento di Scienze della Terra, Sezione di Geologia e Paleontologia, Università degli studi di Pavia, Via Abbiategrosso 209, 27100 Pavia (Italie).
- Dr SCHNEIDER Jörg, Freiberg University of Mining and Technology, Institut of Geology, Department of Geology, Bernhardt-von-Cotta Straße, 2 ; D-09596 Freiberg (Allemagne), fax : (49) 37 31 39 35 99.
- Mme SCHNEIDER Heidi, Freiberg (Allemagne)



## II. Présentation géologique.

### A. La structure des Alpes françaises.

Les zones structurales des Alpes sont les héritières de domaines paléogéographiques antérieurs. En fonction du type de socle, de la couverture mésozoïque ou de la position structurale dans la chaîne actuelle, ces zones sont susceptibles de varier d'un auteur à l'autre (Fig. 1, d'après Debelmas, 1974).



On distingue de l'extérieur vers l'intérieur de l'arc alpin (Fig. 2) :

1. **La zone externe** ou dauphinoise, qui comprend les chaînes subalpines septentrionales (Bauges, Chartreuse, Vercors) et méridionales (Dévoluy, Diois, Baronnies, arcs de Digne, de Castellane et de Nice) et un socle ancien qui apparaît dans les massifs cristallins externes (Mont Blanc, Belledonne, Grandes Rousses, Pelvoux, Argentera-Mercantour).
2. **Les zones internes**, complexes, métamorphiques et allochtones qui se divisent en :
  - **zone ultradauphinoise**, constituée d'écailles en situation la plus interne par rapport à la zone externe, qui chevauche la couverture des massifs cristallins externes du Pelvoux et des Grandes Rousses ; elle se prolonge vers le nord et l'est par la **zone valaisanne**.
  - **zone subbriançonnaise**, ensemble d'unités de couverture décollées d'un socle inconnu au niveau du Keuper gypsifère. Sur le revers des massifs cristallins externes, elles forment un ensemble d'écailles fortement plissées, reposant sur la zone dauphinoise et chevauchées par la zone briançonnaise, les contacts étant jalonnés de gypses triasiques. Entre Pelvoux et Argentera-Mercantour, elles se présentent en écailles discontinues à la base de l'empilement des "nappes de l'Embrunais" où elles sont mécaniquement associées au Flysch à Helminthoïdes.
  - **zone briançonnaise**, qui apparaît surtout dans la "zone houillère briançonnaise" que l'on suit depuis la Suisse jusqu'à Briançon. Elle comporte un substratum du Namurien-Westphalien et un Permien essentiellement détritique, parfois volcanique. Il existe aussi un substratum mal daté, en position interne.
  - **zone ultrabriançonnaise**, dite aussi d'Acceglio, peu développée en France (Raoult et al., 1984).
  - **zone piémontaise**, ou **zone des schistes lustrés**, dont le socle n'est connu que dans le massif de Dora Maira. Ce socle se décompose en une unité inférieure classiquement attribuée à un équivalent métamorphique du Briançonnais (série graphitique de Pignerol), et une unité supérieure interprétée comme une nappe de socle. Les schistes lustrés, bien développés dans le Haut-Queyras, constituent un ensemble monotone de sédiments épimétamorphiques où dominent les calcschistes associés à des ophiolites.

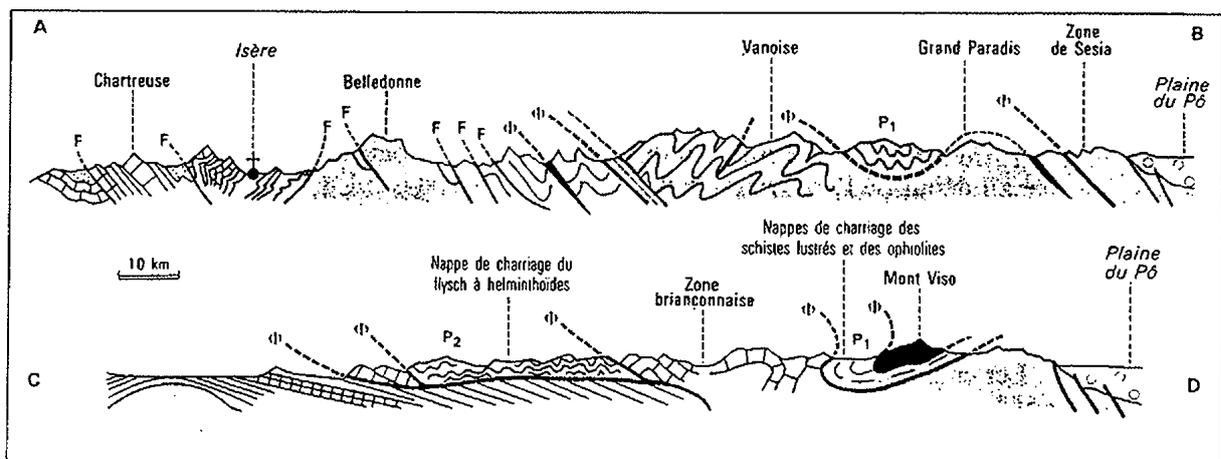


Fig 2 Coupes A-B et C-D (positionnées sur Fig. 1) d'après Godet & Kern (1988).

## B. Le Permien des Alpes septentrionales.

### 1. Lithostratigraphie.

#### a. Le massif cristallin externe de Belledonne (région d'Alleverd).

Les massifs cristallins de Belledonne et des Grandes-Rousses sont deux fragments d'un même socle métamorphique dont les séries ont été déformées et plissées au cours de la phase hercynienne majeure. Les granites tardi-hercyniens (Carbonifère supérieur) de l'Épierre-les Sept-Laux et de Saint-Colomban-la-Lauzière jalonnent des axes anticlinaux ; la granitisation tient une place importante dans tout le rameau interne.

Les dépôts permien sont particulièrement développés sur les massifs cristallins externes méridionaux : dôme de Barrot, Argentera-Mercantour. Dans la partie externe des Alpes du Nord (zone dauphinoise), les sédiments d'âge paléozoïque supérieur (carbonifères et permien) apparaissent dans des secteurs de grabens subsidents étroits (massif des Grandes-Rousses, de Belledonne, bassin de la Mure, etc.), allongés sur une distance parfois importante (jusqu'à plusieurs dizaines de kilomètres). Pour la région d'intérêt (Belledonne nord), les dépôts d'âge carbonifère supérieur et permien s'agencent suivant des aires d'affleurement aujourd'hui disjointes, mais que l'on peut réunir au sein du **synclinal médian**. Ce dernier s'étire sur une longueur de 50 km le long de la bordure occidentale du massif de Belledonne.

#### b Zones internes

##### 1. Zones valaisanne et/ou ultradauphinoise.

###### **Présentation.**

Dans les Alpes savoyardes, au nord de Moûtiers et dans les zones précitées, affleurent plusieurs écaïlles de "Permien" associées au flysch du Crétacé supérieur (Antoine & Kerckhove, 1966) ou au Lias (Debelmas *et al.*, 1979). La plupart d'entre elles, emballées dans le Trias dolomitico-gypseux et le Lias, sont situées près de la limite du front pennique (fig. J3.1).

En cet endroit, au-dessus du Trias à nombreux trous de dissolution, charrié sur le Lias et le Jurassique parautochtone du rameau interne du Massif de Belledonne, ces écaïlles forment des falaises pluridécamétriques dont la base est masquée par d'énormes éboulis de conglomérats et de siltites verdâtres voire violettes. Hormis ceux du Cornet d'Arêches, tous les autres ont été prospectés pour la recherche de fossiles. Les plus intéressants sont ceux de la Croix de la Bagnaz (2376 m) (= "Schistes de la Bagnaz" ; Barbier, 1948), de la Montagne des Fruits Communs, mais surtout de la Pointe du Dzonfié, située 400 m au NE du chalet refuge du Nant du Beurre (2075 m) (fig. J3.3). Celle-ci, haute d'environ 80 m, est constituée par l'alternance de bancs conglomératiques et de siltites verdâtres décrits plus loin (journée J3).

Dans les nombreux éboulis, nous avons découvert à la surface des bancs, des terriers *Scoyenia*, des traces végétales indéterminables et des figures d'origine climatique : empreintes de gouttes de pluie et de fentes de dessiccation (Gand, 1990).

### **Comparaison avec la série permienne de la zone de la Tarentaise.**

La majorité des caractères mis en évidence dans le "Permo-Trias" ou le Verrucano des synclinaux de la Bagnaz ou de Saint-Martin-de-Belleville (Schade, 1983 et 1989) ont été observés dans le Permien des écailles de la Pointe du Dzonfié et de la Croix de la Bagnaz. Nous y avons noté la présence (Gand 1990) :

- de galets de rhyolite dont certains de liparite, comme dans le " Verrucano " et le " Permo-Trias " de la zone briançonnaise (Fabre, 1961 ; Feys & Greber 1972 ; Schade, 1983),
- de ciment carbonaté noté par Schade (1983) dans le Permo-Trias du synclinal de Saint-Martin-de-Belleville,
- de feldspaths potassiques, absents dans l'Eopermien et le Néopermien inférieur, mais qui apparaissent pour la première fois dans le Néopermien supérieur (Fabre 1961 ; Feys & Greber, 1972 ; Schade, 1983 et 1989).

L'origine rhyolitique des quartz observés dans les matériaux de la Formation de la Pointe du Dzonfié, constitue aussi un argument pour les inclure dans le Permien plutôt que dans le Werfénien. En effet, d'après Schade (1983), le pourcentage de quartz d'origine rhyolithique est nettement plus élevé dans le Permien (23%) que dans le Trias inférieur (2,5%) dans lequel abondent d'ailleurs les quartz polycristallins (Gand, 1973).

Au terme de cette comparaison, il a semblé justifié (Gand, 1990) d'attribuer ces lambeaux permien des Zones Valaisanne et/ou Ultradaphinoise à la Formation du " Néopermien supérieur ". C'est d'ailleurs ce qui a été fait, avant nous, par Debelmas *et al.* (1979) sur la carte à 1/250 000 d'Annecy et par Antoine *et al.* (1966, 1992 et 1993) sur les cartes à 1/80 000 d'Albertville et à 1/50 000 de Bourg-Saint-Maurice.

## **2. Zone Houillère Briançonnaise.**

Dans la zone interne des Alpes, entre Moûtiers et Briançon, sur la marge occidentale de la zone briançonnaise, existe un Permien non métamorphique et bien développé dans les secteurs de la Ponsonnière et de Névache (fig.J1.1). En se basant sur des critères tectoniques et pétrographiques, Ellenberger (1958), Fabre (1961) puis Fabre & Feys (1966) y ont distingué un " Eopermien " concordant ou en " continuité apparente " (Fabre, 1961), avec la série du Carbonifère. Celui-ci est surmonté par le " Néopermien " reposant en discordance angulaire et cartographique sur la Formation précédente, après un épisode volcanique dacitique matérialisant la phase saalienne (Fabre, 1961 ; Feys, 1963 ; Feys & Greber, 1972). Le Néopermien a été subdivisé en deux parties. Le " Néopermien inférieur " ou " Assise de Courchevel ", épais de 200 à 300 m, correspond à un ensemble volcano-sédimentaire conglomératique à galets de dacite, d'andésite et de rhyolite. Il est surmonté par le " Néopermien supérieur ", appelé selon les endroits " Verrucano " ou " Permo-Trias ". Celui-ci est constitué par des argilites vertes et rouges et par un conglomérat transgressif et discordant à galets de liparite, de rhyolite rouge et de quartz rosés, analogue à la Formation des " Grès de Flumet ", les galets de rhyolite en moins (Gand, 1973). Le Néopermien supérieur se prolonge ensuite par les quartzites du Werfénien (Feys & Greber, 1972) (cf Fig. 3).

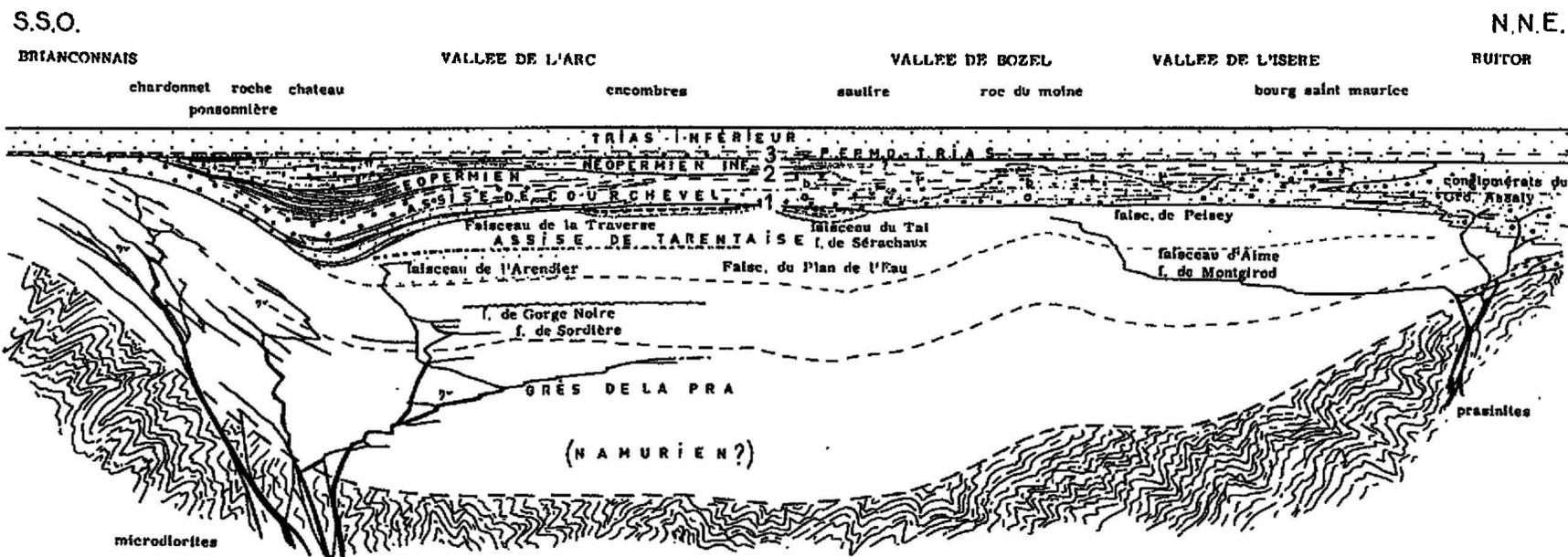


FIG. 3. — Schéma montrant la succession des couches dans la partie savoyarde de la zone Houillère. Ce schéma, destiné à montrer les relations probables, verticales et horizontales, des différentes unités, se trouve de ce fait très oblique par rapport à la direction générale de la zone Houillère. On se rappellera que les migmatites qui apparaissent ici vers le milieu du schéma dépendent en fait du bord oriental du bassin. *Légende des indices* : 1. discordance asturienne. 2. discordance saalienne. 3. limite inférieure du Permotrias. Assise de Courchevel et Stéphanopermien : a. série grise, b. série versicolore (lorsqu'elles ont pu être distinguées), μ. migmatites, ην. microdiorites, v. porphyrite, κ. porphyre quartzifère, double trait ondulé : schiste blanc, double trait interrompu : horizon versicolore dans l'Assise de Tarentaise, tirets courts et épais : horizons de phthanite (en Maurienne seulement au sommet de l'Assise de Courchevel).

## 2. Chronostratigraphie.

### a. Le massif cristallin externe de Belledonne (région d'Alleverd).

Les terrains d'âge carbonifère (westphalien D à stéphanien A-B), permien et triasique sont connus sur la bordure ouest du massif de Belledonne, dans l'axe du *synclinal médian* de direction NNE-SSW. Les faciès observés dans le secteur de la crête du Grand Rocher (grès d'Alleverd *sensu stricto*) sont à dominante gréseuse mais renferment également des niveaux pélitiques ; leur rapport avec le Houiller (Vaugelat) n'est pas clair et ils sont difficiles à dater. Les faciès présents au Grand Collet sont plus variés et le contact avec le Carbonifère (Stéphanien) y est observable ; de plus, une flore assez riche permet de suivre le passage du Westphalien D à l'Autunien. Le Trias qui repose par place sur le Permien, le Carbonifère ou le socle, se présente sous deux faciès principaux : des gypses et des cargneules (dolomie caverneuse).

Les Grès d'Alleverd ont révélé la présence de *Calamites cisti* (cf J6) ce qui leur conférerait un âge permien inférieur. Cependant les traces sont exceptionnelles, au contraire des formations présentes au Collet-d'Alleverd, riches en flore, et datées du Westphalien à l'Autunien (cf J5).

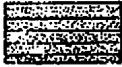
Plus au nord, dans le Massif de Belledonne, G. Gand a décrit la Formation des "Grès de Flumet". Elle est discordante sur le Houiller daté du Stéphanien inférieur et moyen par la paléoflore (Greber 1965) et sur le socle migmatitique. Largement transgressifs sur ces deux terrains et suivis d'est en ouest, du lac de la Girotte à la vallée de l'Arly et, du nord au sud, d'Ugine à Megève, les "Grès de Flumet" s'affinent verticalement et font place, de manière progressive, à une formation carbonatée cargneulisée, surmontée par des évaporites.

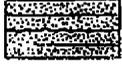
Les "Grès de Flumet" comportent à la base, une alternance de rythmes majeurs débutant par des conglomérats chenalisés à galets de quartz laiteux, rosés ou améthyste, hétérométriques disposés en vrac dans une matrice gréseuse riche en feldspaths potassiques. L'ensemble passe de manière rapide à des couches de siltites verdâtres, grises ou rougeâtres, à récurrences grossières, généralement pédogénisées (parties 1 et 2, Fig. 4). Vers le sommet de la formation, les "Grès de Flumet" deviennent des quartzites blancs à rides dans lesquels se développe un ciment carbonaté (partie 4, Fig. 4).

Par son organisation séquentielle, ses divers caractères sédimentologiques et pétrographiques, les parties 1 et 2 des "Grès de Flumet" sont raisonnablement corrélables avec le Verrucano et le Permo-Trias *sensu* Fabre (1961) ; les parties 3 et 4 étant, selon ces critères, plutôt à ranger dans les faciès werféniens du Briançonnais.

En se basant sur des analogies sédimentologiques et pétrographiques, G.Gand (1973) avait rapproché les "Grès de Flumet" des "Grès d'Alleverd" et proposé de dater du Permien les parties 1 à 3 de cette première formation. En dehors de données paléontologiques, cette suggestion restait et reste toujours fragile puisque, jusqu'à maintenant, aucun fossile n'a été récolté dans les "Grès de Flumet", encadrés par le Stéphanien moyen et par un Trias carbonaté non daté.

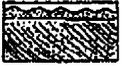
Rappelons néanmoins que dans les Aiguilles Rouges, une formation de grès conglomératiques, grès quartzitiques et d'argilites vertes à ripple mark et à trémis de sel, discordante sur le socle métamorphique et, apparemment analogue aux "Grès de Flumet", a livré une palichnofaune de vertébrés tétrapodes qui a permis de dater ces niveaux du **Ladinien-Carnien** (Bronner & Demathieu, 1977 et Demathieu & Weidmann, 1982).

 **Faïence maron terminal.** Ensemble de séquences gréseuses dolomiques, terminées par des pélites et figures sédimentaires

 **Niveau vert.** séquences gréseuses (grès moyen à fin) marquées de nombreuses figures sédimentaires.

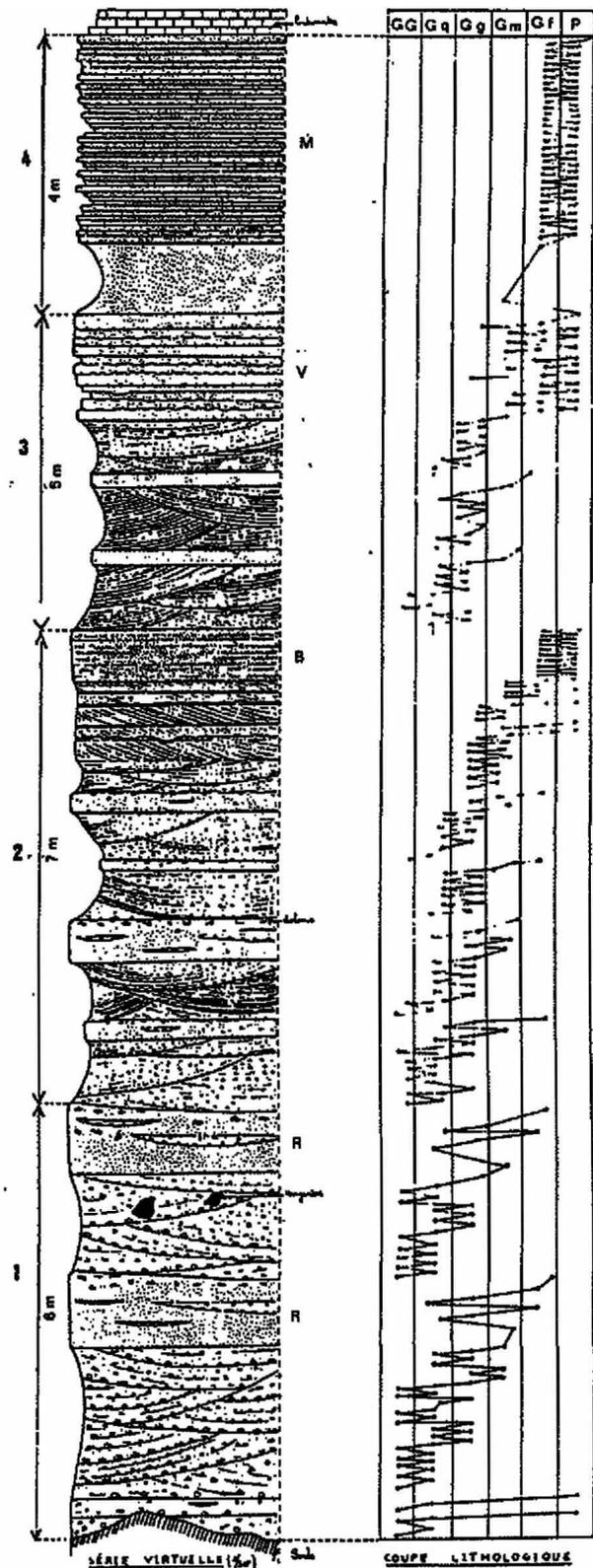
 **Niveau blanc.** horizon gréseux fin constitué de nombreuses séquences (= failles) terminées par des pélites maron.

 **Niveau rubéfié.** Grès moyen à fin fréquemment marqués par des passées quartzites dolomites à la partie supérieure.

 **litage oblique** observé dans le niveau blanc (A93)

 **litage onduleux** très fréquent dans les niveaux gréseux grossiers.

LÉGENDE



**Fig. 4. La Formation des Grès de Flumet (d'après Gand, 1973).**

GG = grès à galets, Gg = grès à graviers (quartz roses) ; Gg, Gm, Gf = grès grossier, moyen, fin ; P = pélites.

## **b. Zones internes.**

Dans les zones alpines internes, le métamorphisme alpin et la déformation alpine ont en général fortement affecté les assises. Le seul âge permien prouvé en zone pennique pour des sédiments (Briançonnais en France et Grand Saint Bernard en Suisse), à notre connaissance, est celui d'un tuf ignimbrétique trouvé par Bussy *et al.* (1996 ; méthode U-Pb sur zircons, 267-282 Ma). L'encadrement du Permien présumé par du Houiller daté, d'une part, par de l'Anisien daté d'autre part, n'est réalisé, à des incertitudes près dues aux décollements alpins, qu'en zone houillère (cf. J2). Comme l'a bien noté Schade (1989), l'incertitude sur l'attribution au Permien augmente lorsqu'on ignore l'âge du substratum : celui-ci peut manquer pour des raisons tectoniques (Dzonfié) ; ou bien ce substratum est beaucoup plus ancien que le Carbonifère supérieur (Paléozoïque inférieur présumé de Vanoise, Ambin, Ruitor ; socle éovarisque des Gneiss du Sapey-Peisey). Nous devons ajouter que le même problème se pose souvent pour la borne supérieure de l'encadrement : la couverture carbonatée mésozoïque est en général décollée ; il arrive aussi qu'elle soit réduite à un tégument, d'âge inconnu, reposant directement sur le Permien présumé (col de la Chiauppe, cf. J4).

Dans les zones internes, les "formations permienes" ne sont donc pas datées paléontologiquement. A partir de critères stratigraphiques, il est néanmoins raisonnable de les attribuer au Permien.

Que ce soit en zone valaisanne, en zone houillère ou en Vanoise, on considère comme permienes les assises bariolées, détritiques, d'aspect continental, qui viennent sous les quartzites infratiasiques. Leurs faciès sont très variés, les épaisseurs allant de quelques mètres (col de la Chiauppe, cf. J4) à plusieurs centaines de mètres (Rochachille, cf. J2 ; Dzonfié, cf. J3 ; Roche de Mio, cf. J4). A la base, là où le Permien présumé est épais, on trouve régulièrement des bancs carbonatés intercalés dans les métapélites. Au sommet, le passage aux quartzites est progressif mais rapide, et marquerait une hypothétique transgression éotriasique.

On connaît au moins quatre secteurs à Permien épais (Rochachille, au nord de Briançon, cf. J2 ; les Encombres, au sud de Moûtiers : Schade, 1983a ; Vanoise méridionale : Schade, 1989 ; Vanoise septentrionale : cf. J4), séparés par de larges hiatus ou le Permien manque, du fait d'un morcellement alpin, mais aussi sans doute à cause de sa distribution initiale en bassins circonscrits. La distribution du Permien présumé semble contrôlée par la tectonique en distension qui aurait prévalu à l'époque. L'hypothèse a été testée en Vanoise (Ainardi, 1976 ; Guillot, 1987), mais on ne connaît pas l'orientation générale des bassins permienes. Le volcanisme, plus ou moins remanié, tient une place importante dans la sédimentation, et semble en général acide, andésitique à rhyolitique.

## **3. Radiochronologie.**

Les roches magmatiques des Alpes ont fourni de nombreux âges permienes (cf tableau 1). Ces âges doivent être interprétés avec prudence, car s'ils peuvent traduire la mise en place de la roche, ils peuvent aussi correspondre à un événement thermique ayant réouvert certains systèmes isotopiques sensibles (K-Ar ou Rb-Sr, par exemple). Un tel épisode thermique tardi-hercynien est connu dans l'ensemble du segment varisque d'Europe occidentale ; il semble se produire régionalement au Permien inférieur (275 à 295 Ma).

<b>1. Granitoïdes</b>		
Mauthausen	290 Ma	
Randa (Zermatt)	275 ± 2 Ma.	
Mont-Blanc	280 Ma	(Bonin <i>et al.</i> , 1993)
Argentera	285-293 Ma	(Ferrara & Malaroda, 1969)
Aar	287 ± 30 Ma	(Wuethrich, 1965)
Monte Rosa	260 ± 5 Ma	(Köppel & Grünenfelder, 1975)
Zone de Sesia	286 ± 2 Ma	(Paquette <i>et al.</i> , 1989)
Cima d'Asta	274 Ma	(d'Amico, 1986)
Alpes (Centre)	195-274 Ma	(Cassinis & Neri, 1992)
Aar central	298 ± 2 Ma	(Schaltegger & Corfu, 1995)
Gotthard	294 Ma	(Sergeev & Steiger, 1993)
Bernina (Grisons)	295 Ma	(Von Quadt <i>et al.</i> , 1994), leucogranite
Bernina (Grisons)	292 Ma	(Von Quadt <i>et al.</i> , 1994), granite alcalin
Queyras	245 Ma	(Bonin, comm. orale), plagiogranite
<b>2. Roches volcaniques</b>		
Tscharren F.	299 ± 3 Ma	(Schaltegger & Corfu, 1995), tuff
Lombardia	272-261 Ma	(D'Amico & Del Moro, 1987)
Windgällen F.	299 ± 2	(Schaltegger & Corfu, 1995), ignimbrite
Alto Adige	270 Ma	(d'Amico, 1986), ignimbrite
Alto Adige	267 Ma	(d'Amico, 1986), rhyolite
Laget (Verbier)	267 à 282 Ma	(Bussy <i>et al.</i> , 1996) tuffs ignimbritiques
Bernina (Grisons)	288 Ma	(Von Quadt <i>et al.</i> , 1994), rhyolite
Dom. valaisan	290 Ma	(Cannic <i>et al.</i> , 1996), morb
<b>3. Anatexites infracrustales</b>		
Corcapolo/Lavertezzo	280-290 Ma	(Romer <i>et al.</i> , 1996)
Ivrée	296 ± 12 Ma	(Vavra <i>et al.</i> , 1996)
Métamorphisme	< 279 Ma	(id)

**Tableau 1.**  
**Ages radiochronologiques permien de roches magmatiques des Alpes**  
 (synthèse J.-P. Derooin & Fr. Guillot, inédite) :



### III. A. Situation des zones permienes étudiées.

1. Carte géologique (cf. figure.1)
2. Cartes routières Michelin n° 77 et 74.

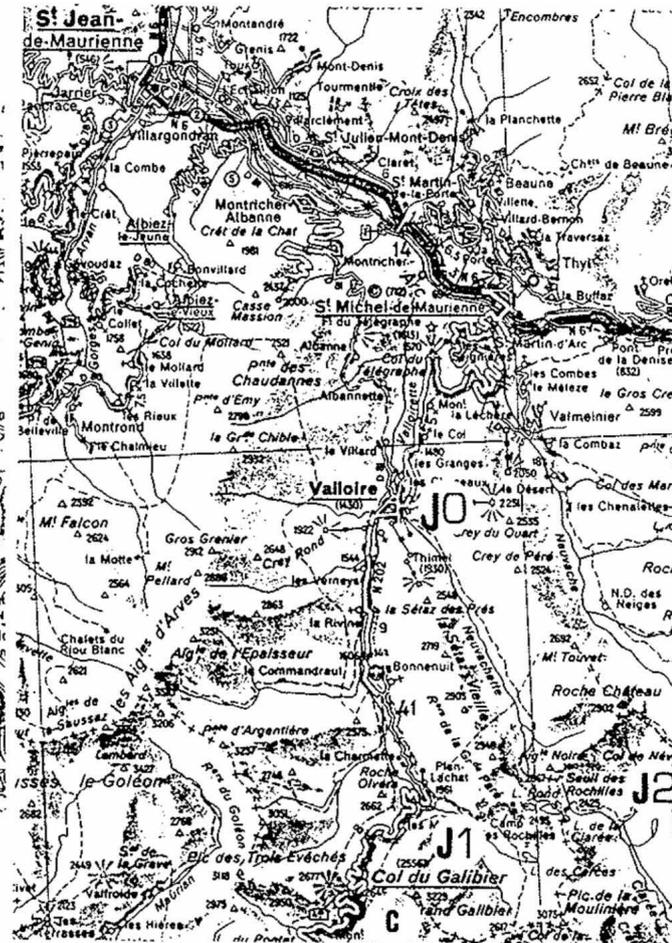
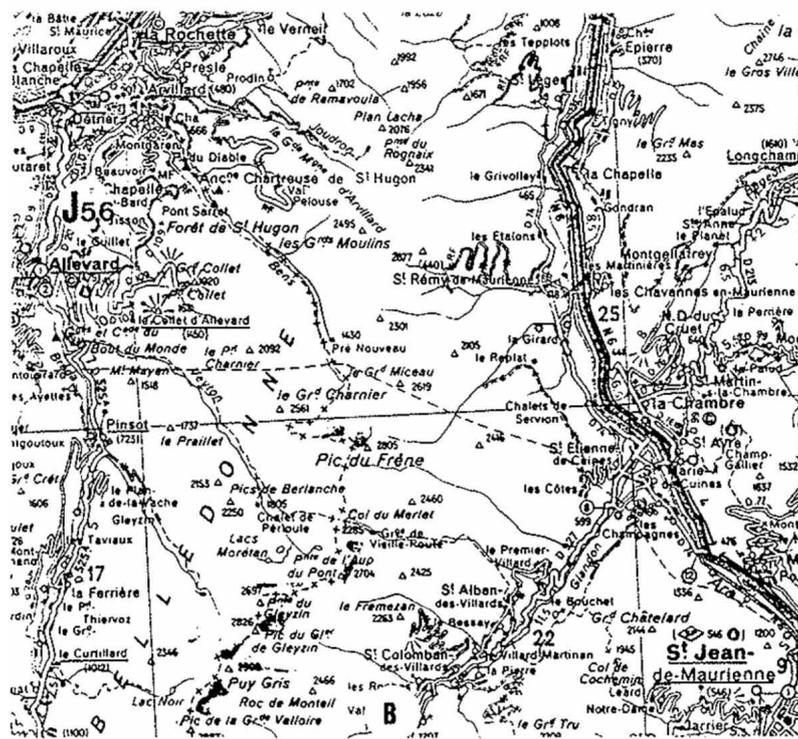
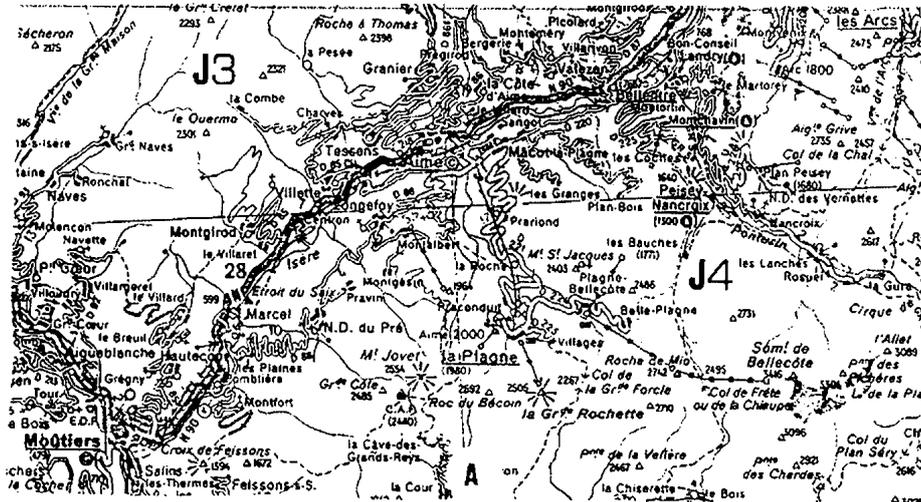


Fig 5. A, B, C (extraits des cartes Michelin 74 & 77)

J1 = séries de la Ponsonnière-la Jargette ; J2 = séries de Rochachille-Roche-Château ; J3 = série de la Pointe du Dzonfié ; J4 = séries de la Vanoise, Pesey-Nancroix ; J5 et J6 = séries d'Allevard et du Collet-d'Allevard.



## La Zone briançonnaise

### Région SW de Valloire ; secteurs de La Ponsonnière et du lac des Cerces

#### Objectif :

Présentation des zones alpines, puis étude des séries permienne et triasique des Mottets et de la Ponsonnière ; le Carbonifère du lac des Cerces.

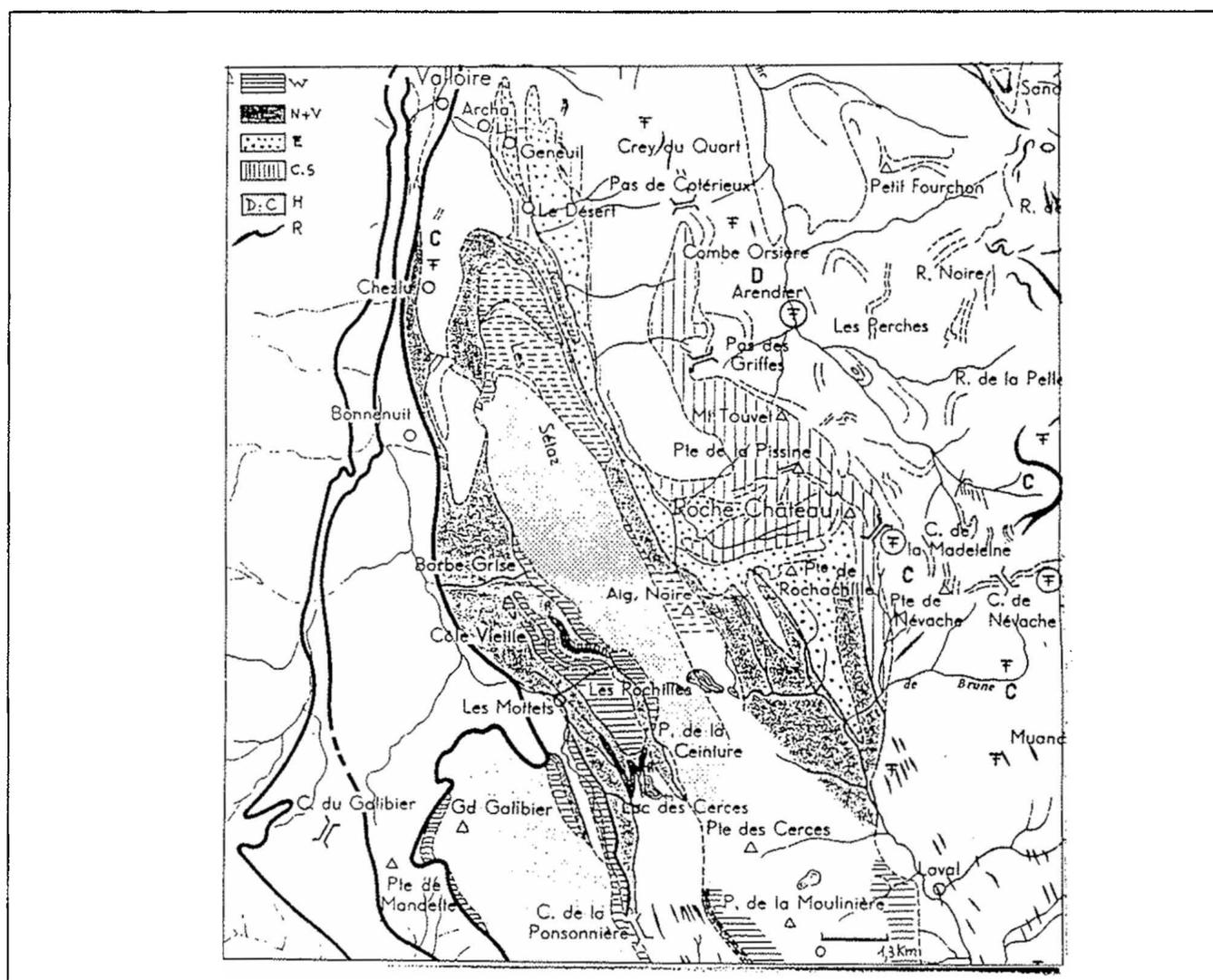


Fig J1.1 : partie de la carte géologique interprétative de la zone houillère, d'après J.Fabre, R.Feys et C.Greber (1958). In Fabre (1961).

W = Werfénien ; N+V = Néopermien + Verrucano ; E = Eopermien "Stéphano-permien" ; C.S = Carbonifère supérieur ; H = Houiller, Wesphalien C (=C) ou D (=D) ; R = Rhyolite.

\* Itinéraire et principaux arrêts.

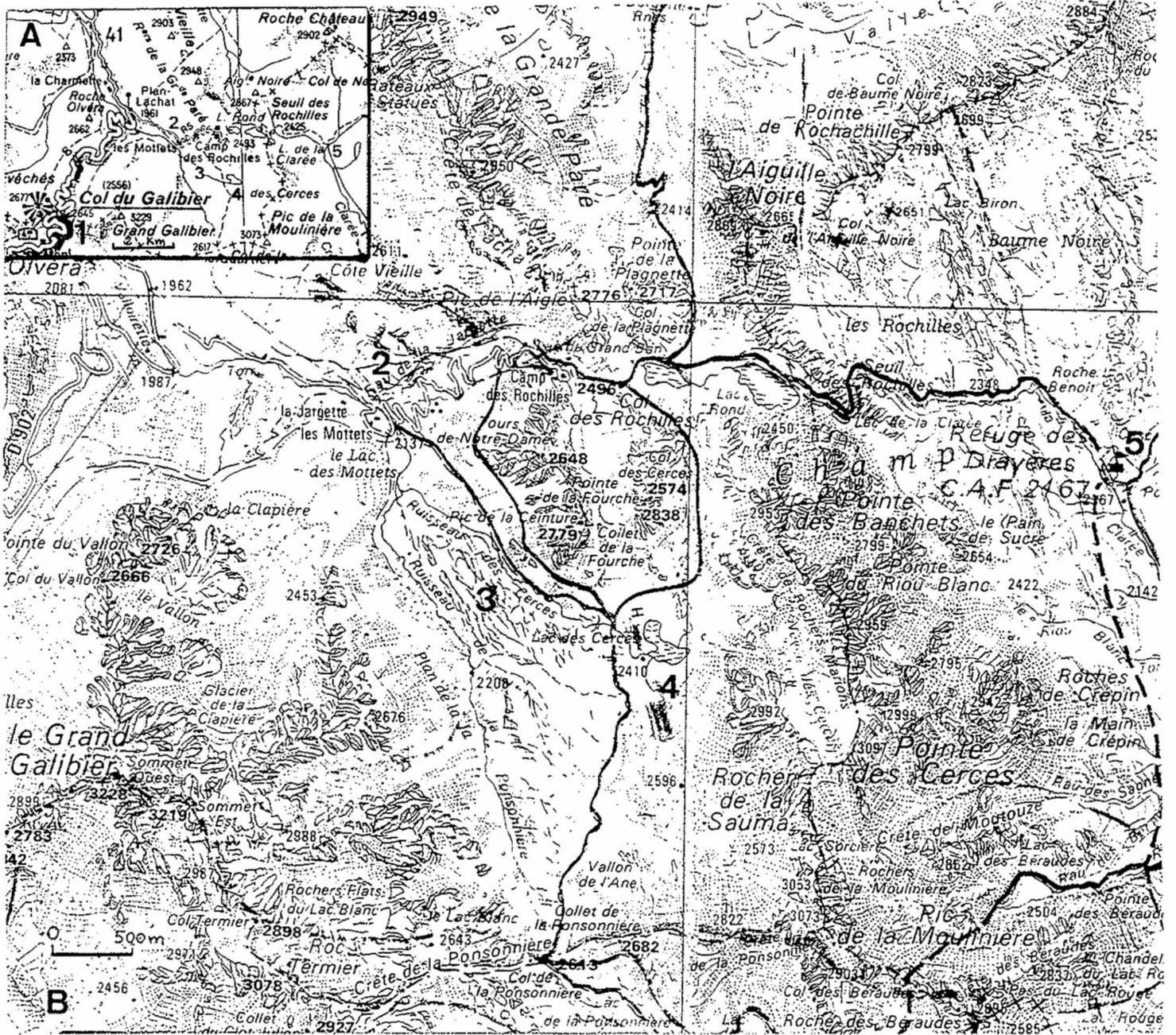


Fig J1.2.A : partie de la carte Michelin n° 77 à 1/200 000; B : partie de la carte à 1/50 000 : Massif et Parc National des Ecrins, Haut Dauphiné ; IGN, France.

1 à 5 : principaux arrêts ; les traits noirs représentent les itinéraires des sentiers de grande randonnée.

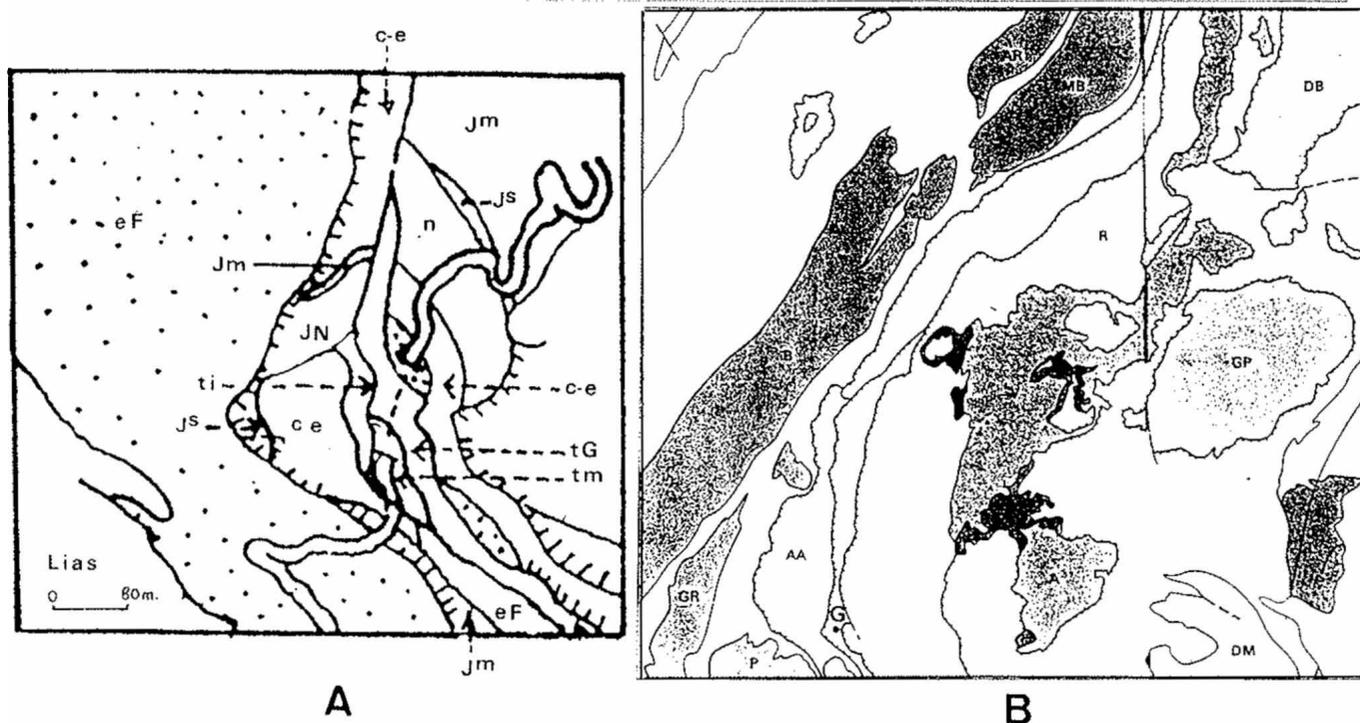
## Arrêt n°1 : le col du Galibier

- o Présentation de l'excursion AGP 1996 et du Permien des Alpes septentrionales
- o Les zones alpines dans le paysage.

Le col du Galibier est situé dans la zone subbriançonnaise, particulièrement complexe dans ce secteur, où elle comprend, en allant d'Ouest en Est, plusieurs écailles d'Oxfordien, de Néocrétacé, de Paléocène, de Lias, de flysch noir éocène et de Trias (figure 3 A). Celle de Trias à gypse, cargneules et schistes du Keuper participe beaucoup à l'instabilité de la route et du tunnel qui est actuellement fermé à la circulation.

La vue vers le nord permet de recouper, d'Ouest en Est, les massifs cristallins externes (Belledonne et Grandes Rousses ; Migmatites + Granites), la zone ultrahelvétique et l'écaille des Aiguilles d'Arves (Houiller-Eocène), la zone subbriançonnaise prolongée vers le nord par la zone valaisanne (Cristallin, Houiller-Crétacé supérieur?), la zone briançonnaise externe (Houiller-Paléocène) ; cf légende de la figure 3B.

La vue vers le sud permet d'admirer le Pelvoux, massif cristallin externe, avec les glaciers de la Meije.



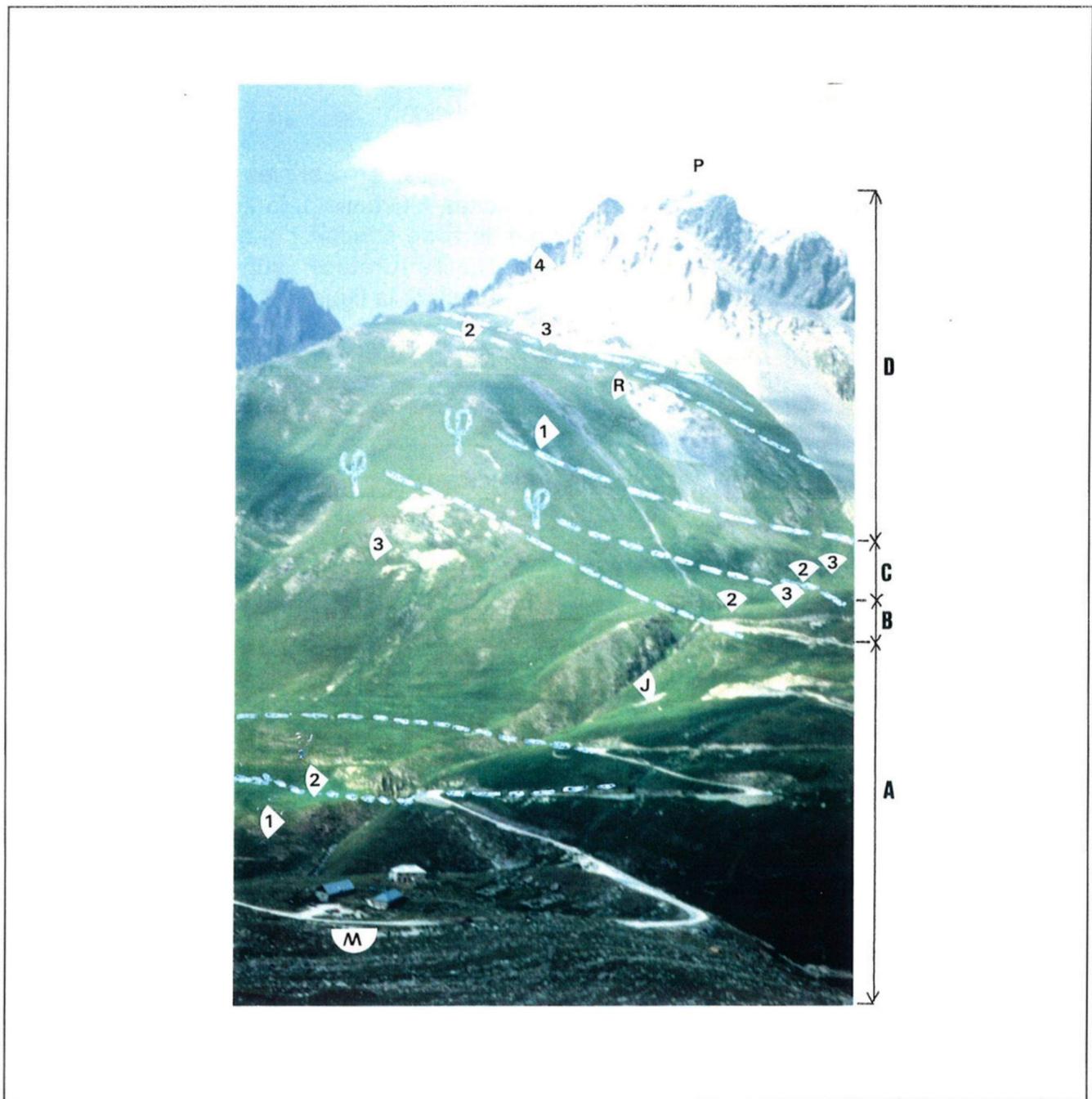
**Fig J1.3.A : Les écailles du col du Galibier**

JN = "Terres Noires" de l'Oxfordien, c-e = calcschistes planctoniques du Néocrétacé-Paléocène, ti = Quartzites du Trias inférieur (infratriasiques), tm = calcaires du Trias moyen, tG = gypses, cargneules du Keuper ou du Werfénien, Jm = calcaires du Jurassique moyen, JS = calcaires à Calpionnelles du Jurassique supérieur, eF = flysch noir de l'Eocène, n = Crétacé inf.

**Fig J1.3.B : Les zones alpines vues du col du Galibier**

Pour les massifs cristallins externes, B = Belledonne, GR = les Grandes Rousses, P = Pelvoux. Pour la zone ultrahelvétique, AA = l'écaille des Aiguilles d'Arves ; ZV = zone valaisanne, Zsb = zone subbriançonnaise ; Zb = zone briançonnaise externe ; V = zone briançonnaise interne ou zone Vanoise ; P = zone piémontaise avec GP : massif cristallin interne du Grand Paradis ; G = col du Galibier (d'après carte géologique à 1/250 000 d'Annecy, Debelmas *et al.*, 1980).

Arrêt n° 2 : coupe du Permien et du Trias le long du ruisseau de la Jargette.  
 o Les séries dans le paysage, entre les Mottets et le pic de l'Aigle.

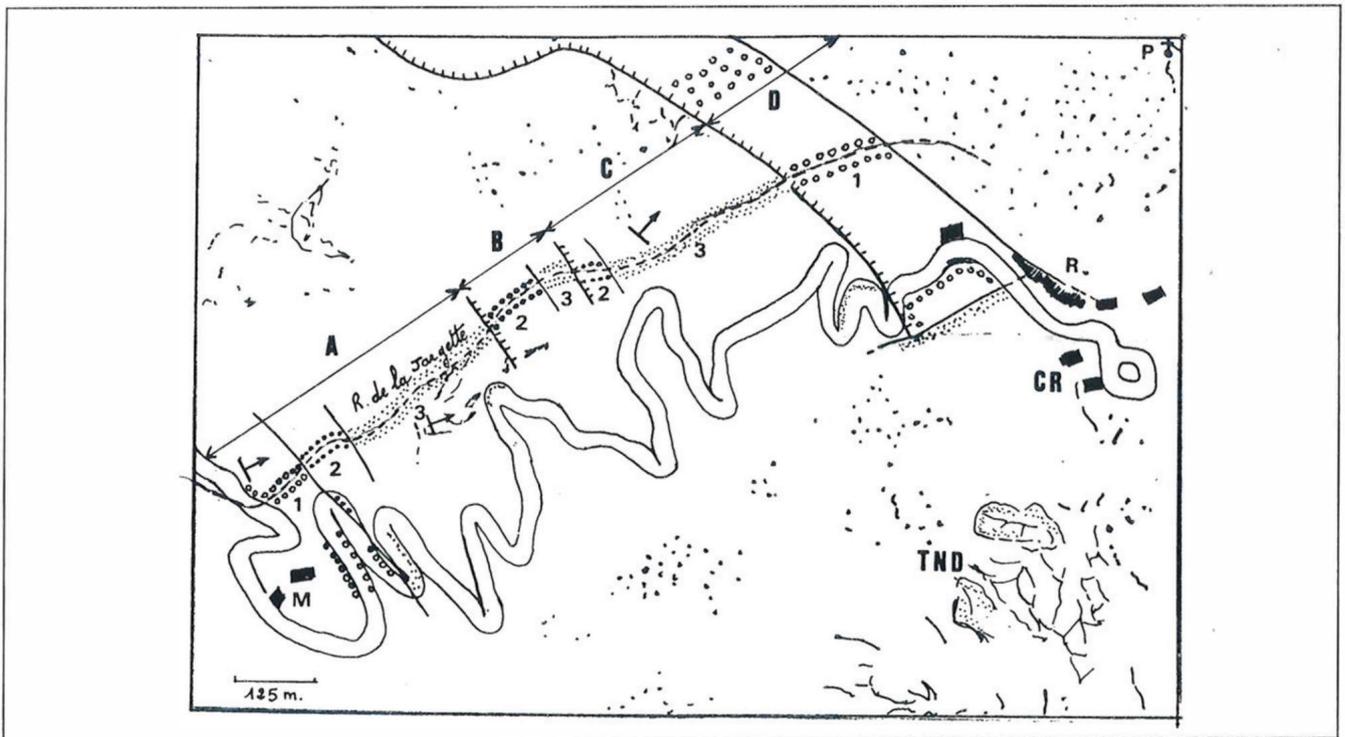


**Fig J1.4 : La bordure occidentale de la zone Briançonnaise.**

M : chalets des Mottets (2137 m), J : ruisseau de la Jargette, P : Pic de l'Aigle (2776 m), R : Rhyolite ; 1 = Néopermien, 2 = Verrucano ou Permo-Trias, 3 = Werfénien, 4 = Trias moyen ou supérieur.

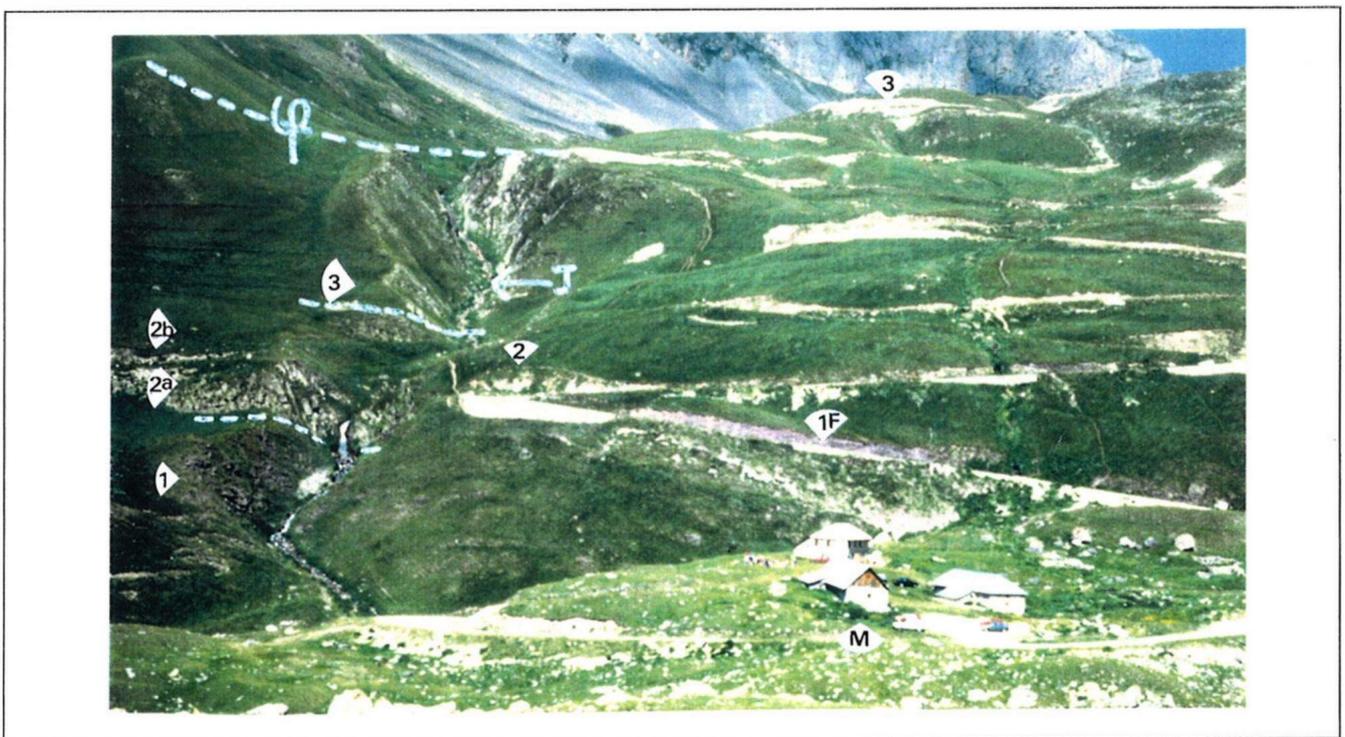
En progressant des Mottets au Camp des Rochilles (fig.J1.5), ou vers le Pic de l'Aigle, on recoupe quatre fois les séries du Verrucano et du Werfénien. La première (= A) et la dernière écaille (= D) débutent par la Formation du Néopermien qui affleure bien près des chalets des Mottets et à mi-pente, entre la Jargette et le Pic de l'Aigle. L'écaille D est la plus complète puisqu'elle se termine par les calcaires et les dolomies du Trias (= 4).

o Situation et description des séries le long de la Jargette.



**Fig J1.5. Situation des formations permienes et triasiques le long de la Jargette.**

Même légende que pour la fig.J1.4 avec en plus CR = Camp des Rochilles et TND = Tours de Notre Dame (~2600 m ; Werfénien)



**Fig J1.6. Affleurements de l'écaïlle A le long de la Jargette.**

Voir sigles de la fig.J1.1 ; 2a = base conglomératique du Permo-Trias, 2b = sa partie grés-silteuse rouge à verdâtre ; 1F = Néopermien avec Terriers ; J = Jargette.

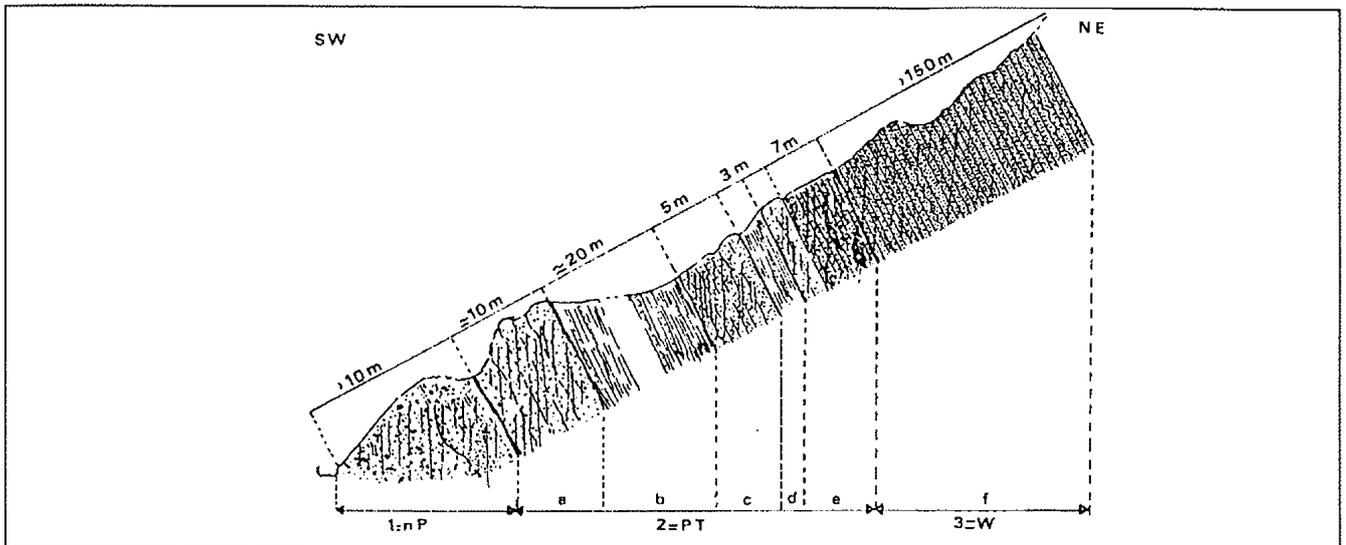


Fig J1.7 : coupe de l'écaille A.

Nous débuterons la coupe à partir du chemin des Mottets et remonterons le ruisseau vers le NE (fig.J1.5).

### Ecaille A.

Le Permien y est représenté par le "**Néopermien**" noté 1 sur la fig.J1.6. C'est une formation rouge-violacé à pendage N70 qui affleure également juste au nord des Mottets (1F fig.J1.6) où nous avons observé des terriers.

Elle est constituée par une succession de niveaux conglomératiques à galets polygéniques, hétérométriques, peu usés baignant dans une abondante matrice gréseuse micacée, passant vers le haut à des niveaux plus fins (grès et siltites). Le litage est généralement oblitéré par la schistosité. Néanmoins, en quelques endroits, nous avons vu des bases de chenaux conglomératiques ayant tronqué les séquences inférieures.

Les divers caractères de ce Néopermien suggèrent un matériel peu évolué de cône alluvionnaire, d'origine locale, sans doute mis en place par des coulées boueuses.

La Formation "**Permo-Trias**" mesure environ 40 m d'épaisseur (2, fig.J1.5 ; 2a et 2b fig.J1.6 ; 2 = PT fig.J1.7). Elle se différencie nettement du Néopermien par ses couleurs, sa pétrographie et son organisation séquentielle.

Elle est faite par l'alternance de bancs gréseux blanchâtres (a et c, fig.J1.7) et de couches métriques de siltites micacées, noirâtres, verdâtres, rouges à violacées, bariolées, à récurrences gréseuses ou conglomératiques (b et d, fig.J1.7).

Les bancs gréseux de la base (2a fig.J1.6 et J1.7) sont conglomératiques, riches en galets de quartz laiteux roses ou améthyste. On y remarque aussi, surtout dans la partie inférieure, des galets de Néopermien et de "liparite" rouge-sombre correspondant à des rhyolites. Ce matériel est hétérométrique, peu usé, riche en mica blanc et s'affine rythmiquement et verticalement.

Les bancs c et e (fig.J1.7) sont composés d'une alternance de grès grossiers et de grès plus fins à quartz rose avec des récurrences graveleuses dans lesquelles les galets, devenus rares, ne dépassent pas 3 cm de longueur ; e (fig.J1.7) montre à la base un litage oblique arqué.

Les divers caractères de la Formation "Permo-Trias" de la Jargette, retrouvés ailleurs dans le Briançonnais et dans le Massif de Belledonne à propos "des Grès de Flumet" (Gand 1973), suggèrent la dissection d'un socle régional, riche en quartz filonien, en coulées de rhyolite et en "Néopermien". Celui-ci a fourni des matériaux qui se sont sédimentés dans

une aire continentale proche, correspondant d'abord à un large cône alluvionnaire qui a fait place, progressivement et rythmiquement, à une plaine d'inondation. Lire aussi Guillot *et al.* (1994) qui ont étudié ce "Permo-Trias", plus au NE, dans la série de Rochachille, Roche-Château.

La Formation du "**Werfénien**" (3, fig.J1.5 à fig.J1.7) lui succède sans discordance. Très épaisse, elle est faite de petits bancs réguliers de quartzites blancs, fins, d'aspect saccharoïde, assez souvent terminés par des rides. Ceux-ci ont une épaisseur régulière, centimétrique à décimétrique. Le litage est horizontal ou oblique. Pour Fr.Guillot *et al.* (1994), ces quartzites représentent, pour la base du Werfénien, d'anciens dépôts marins et pour le sommet, des sédiments sableux de "rivières en tresses".

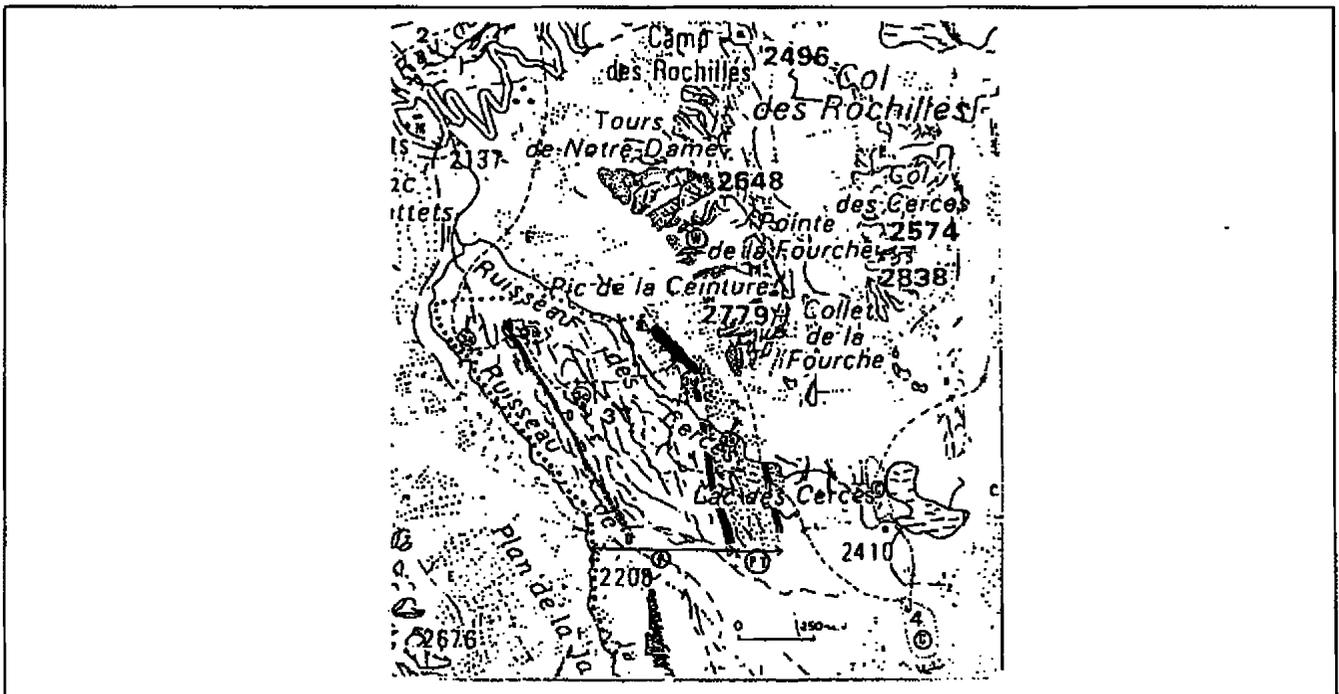
### **Écailles B, C et D** (fig.J1.5 et fig.J1.6).

Le contact anormal entre A et B (fig.J1.5) s'effectue par un niveau dolomitique plurimétrique, auquel succède une alternance de bancs gréseux à quartz rose et de couches de siltites verdâtres, rouges ou bariolées, typique du "Permo-Trias". Cette formation est terminée par les quartzites du Werfénien.

L'écaille C comprend aussi le "Permo-Trias" et le Werfénien, ce dernier étant chevauché par le Néopermien (fig.J1.5, n°1). Dans l'écaille D, cette formation, considérée par J.Fabre (1961) comme un équivalent latéral de "l'assise de la Ponsonnière", est couronnée par un horizon verdâtre de rhyolite. Au-dessus apparaissent successivement le "Permo-Trias" et le Werfénien, complétés par le Trias calcaire du Pic de l'Aigle (fig.J1.5, n°4).

### **Arrêt n°3 : la série de la Ponsonnière.**

#### **o situation.**



**Fig J1.8. La série de la Ponsonnière.**

A l'affleurement, elle est limitée, à l'Ouest et au Nord par des petits cercles et à l'Est, par la coulée de rhyolite (= R), figurée en noir ; P = Permien, PT = Permo-Trias, W = Werfénien ; 3a à 3e : principaux arrêts avec 3a = "Permien inférieur" = Formation de l'"Eopermien", 3b = Dacite, 3c = "Assise de la Ponsonnière" = "terme inférieur du Néopermien" ; 3d = Rhyolite, 3e = Permo-Trias ; C = Carbonifère du lac des Cerces ; E = Eboulis, M = chalets des Mottets ; 2,3,4 = principaux arrêts ; tireté = trajet entre les arrêts 2 et 4.

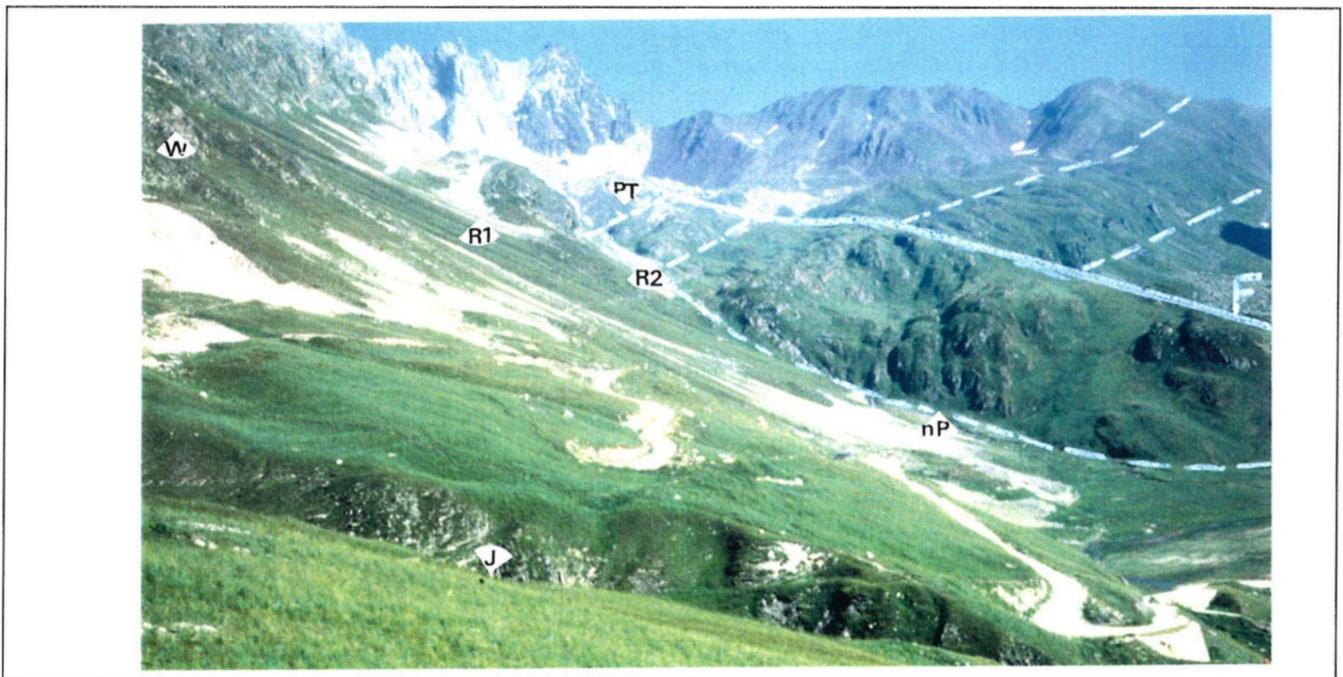
o La série dans le paysage.



**Fig J1.9. La série de la Ponsonnière vue du chemin des Rochilles.**

C = crête de la Ponsonnière ; CP = col de la Ponsonnière (2613 m), PM = Pic de la Moulinière (2896 m) ; R = Ruisseau de la Ponsonnière ; eP = Eopermien avec arrêt 3a ; D = Dacite, arrêt 3b ; nP = Néopermien, arrêt 3c ; R = coulée de rhyolite ; 3e = Permo-Trias ; F = faille.

L'assise de la Ponsonnière, *sensu* J.Fabre (1961) est limitée par les 2 coulées volcaniques de dacite (= D) et de rhyolite (= R).



**Fig J1.10. La série de la Ponsonnière vue du ruisseau de la Jargette.**

Ruisseau de la Jargette = J ; même légende que pour la figure précédente avec PT = Permo-Trias, R1 & R2 = rhyolite, R1 = arrêt 3d, W = Werfénien des Tours de Notre-Dame.

## o Description.

Dans ce qui suit, nous avons utilisé le texte de J.Fabre (1961 p.81-82) pour présenter les formations de la série de la Ponsonnière et du "Permo-Trias".

Arrêt 3a : Houiller et Eopermien.

« Houiller » : une dizaine de mètres de grès gris micacés à débris charbonneux et schistes noirs affleurent sur la rive droite du ruisseau, en face d'un mamelon d'arkoses et conglomérats blancs, verdâtres, de grès verts et de schistes lie de vin, en position anormale. Un lit de schistes noirs montre de fines lentilles blanches et de petits yeux ferrugineux (<sup>1</sup>).

Les couches, N.-S., plongent à l'ouest de 70 à 80°.

Contre le Houiller, en discordance (direction N.-N.-O. à N.-O.) viennent une cinquantaine de mètres de couches versicolores à lits calcaires : schistes verts et lie de vin à rares et minces lentilles de calcaire vert, gris ou blond, grès et conglomérats verts et blancs contenant en abondance des débris de schiste houiller, phtanite noir, quartz blanc et rose. Nous rapportons ces couches au « Permien inférieur » qui serait ici réduit ou laminé.

Arrêt 3b : la dacite

Des schistes violets bourrés de feldspaths détritiques roses terminent cette formation. Au-delà vient un banc de 20 à 30 m d'une porphyrite sombre, rouge violacé ou verte, semblable à l'andésite des Gorges du Guil.

Elle est massive, compacte. Nous n'avons pu y trouver de traces de fluidalité, de bulles ou de tufs. Au « mur » le contact est peu net : sur 5 à 7 cm d'épaisseur la roche paraît s'être mélangée au schiste sous-jacent.

Ses paramètres C.I.P.W. LACROIX sont (An. 15) : II.4'.4'.4 [(2) 3.1.3.2(3)]. Le rapport Or/plag = 0,067; An. % en poids = 77,1; baryl = 20,98. C'est l'une des rares analyses pour lesquelles nous ayons été obligé de calculer de l'hématite.

Elle se classe, comme la plupart des roches intrusives briançonnaises, dans le groupe des plagioclasiolites quartziques, émanant d'un magma granodioritique (I-II, 3-4, 3-4, selon LACROIX). Ce n'est pas exactement une andésite, comme on aurait pu s'y attendre (F. TISSOT, 1955, J. FABRE, 1955). Elle se rapprocherait plutôt d'une Dacite. Elle présente des analogies avec certaines roches de Vanoise (Analyses ELLENBERGER, n°s 12, 14 et 16) et en particulier avec un métagabbro des Côtes Vertes (E. 12). Elle s'en distingue cependant par une teneur en ferromagnésiens, et surtout en MgO plus faible.

Une faille N. 60° O. la traverse près de l'extrémité nord de l'affleurement, en produisant une zone broyée à quartz, jaspe rouge et roche écrasée.

On suit ce banc, de la tourbière des Mottets jusqu'au pied du col de la Ponsonnière, sur 2 km 600, à la base des escarpements qui dominent le ruisseau.

Arrêt 3c : le Néopermien.

— Un conglomérat violet à pâte schisteuse (le « tuf » de B. TISSOT) lui fait suite immédiatement à l'est. Il provient presque entièrement du remaniement de la roche éruptive. Par place des lentilles de schistes violet viennent s'intercaler entre celle-ci et le conglomérat.

Il s'agit soit d'une coulée, soit d'un sill mis en place à faible profondeur et presque immédiatement attaqué par l'érosion qui n'en a laissé que de rares témoins.

Tout le fond du vallon est rempli par des conglomérats analogues, des schistes et des grès violets, lie de vin, verts ou blanchâtres. L'épaisseur en est difficile à évaluer : 100 m ? 170 à 200 m ? Les galets de houiller et de cristallin sont plus rares que dans les couches de Rochachille. Ceux de roche éruptive peuvent atteindre 10 à 20 cm de diamètre, même au sommet. Comme à Rochachille, les teintes claires sont dues, en partie tout au moins, à une décoloration secondaire. La richesse en fer ferrique est à rapprocher de celle de la porphyrite. L'hématite existe d'ailleurs en grains notables dans les conglomérats.

### Arrêts 3d et 3e : la rhyolite et le Permo-Trias.

- Texte de J.Fabre (suite).

Une coulée de porphyre pauvre en quartz couronne cette série. Vert et rouge, il mime de façon frappante certains types de quartzites Werféniens avec lesquels il avait été jusqu'à présent confondu. Epais de 30 à 50 m il affleure sur notre coupe entre les deux chemins du Lac des Cerces (point coté 2 400). C'est le même niveau que nous avons vu 3 km au nord, à Côte Vieille (p. 40). Les analyses que nous avons pu faire (6, 7, 8 et 9) confirment cette attribution.

A la base la roche montre une fluidalité qui pourrait aussi être interprétée comme un laminage secondaire. La distinction est parfois difficile à faire. Toutefois la localisation de cette texture surtout vers la base du banc, l'absence de structure cataclastique nette nous font penser qu'il s'agit bien d'une fluidalité originelle. Les phénocristaux de feldspath souvent zonés, peuvent atteindre plusieurs millimètres. Ils sont bien visibles au cœur du banc. Les grands quartz « corrodés » sont rares et cantonnés au sommet (ils sont par contre plus fréquents en contrebas du collet de la Fourche). A fort grossissement ils se montrent optiquement vides(?). Tout au plus note-t-on quelques microlithes et quelques zones opacifiées (fractures).

Tout en haut apparaissent des vacuoles contournées, remplies d'une substance d'aspect cireux vert foncé ou parfois d'ankérite et bordées ou non d'un liséré de quartz. Elles sont d'ailleurs mieux développées dans les affleurements de Côte Vieille. Selon toutes probabilités, il s'agit là d'une roche d'épanchement qui s'apparente aux « liparites » du Verrucano.

Une vingtaine de mètres de quartzites à grains de quartz et de jaspé rose et rouge, alternant avec des schistes verts et violets, sépare la roche éruptive des quartzites du Trias. Du jaspé rouge emplit d'ailleurs les fissures du sommet de la coulée. Il peut être interprété comme le résultat d'une remise en mouvement permienne de la silice, d'une silicification superficielle qui aurait immédiatement suivi les éruptions.

N'y a-t-il qu'une seule venue épaisse ? C'est ce que cette coupe semble indiquer. Par contre à l'est on trouve au Collet de la Fourche, 20 ou 30 m en contrebas sur le versant sud, d'ouest en est (c'est-à-dire, du haut vers le bas de la formation) :

- Quartzites écrasés, à quartz roses.
- Porphyre écrasé;
- Brèche à éléments de porphyre et pâte schisteuse verte : « tuf »;
- Porphyre fluidal, rubané de jaspé rouge; au sommet imprégnation irrégulière et notable de jaspé rouge.
- Porphyre (1 à 4 m);
- Pélite rouge (0,50 m);
- Porphyre;

Même en supposant des redoublements tectoniques, on est obligé d'admettre l'existence d'au moins deux coulées superposées.

Par contre les trois grosses barres, séparées par des schistes violets et des quartzites à quartz roses, qui affleurent près du lac des Cerces, correspondent à un seul horizon replié.

### Arrêt n°4 : le Houiller du lac des Cerces.

- Texte de J.Fabre (suite et fin).

Vers l'est ce Permien est borné par un accident N.-S. qui, du col de la Ponsonnière au Collet de la Fourche, le met au contact du Houiller. Ce dernier n'a pu être daté ici (*Calamites*). Il se trouve dans le prolongement du Westphalien inférieur de la crête du Chardonnet et de la montagne de la Ponsonnière (R. Feys) au sud. Or, dans la vallée de Valloire on connaît du Westphalien moyen. Il y a toutes chances pour qu'il soit ici Westphalien, inférieur ou moyen.

Au sud du lac des Cerces une autre faille, transverse (O.-N.-O.) et plus tardive, avec minéralisation de quartz et pyrite, décroche le compartiment sud de 50 à 100 m vers l'est et l'élève de quelques dizaines de mètres. Ce jeu suffit pour faire disparaître complètement le porphyre.

Comme il vient d'être dit, le Houiller affleure largement au niveau et au sud du lac des Cerces. Au cours de deux campagnes de fouilles paléontologiques dans les formations permienes, en 1990 et en 1992, nous avons aussi découvert, dans le Houiller, une paléoflore dans un gisement qui n'a pas été mentionné par J.Fabre (1961). Nous l'avons précisé sur la figure J1.8 par le point 4. Les échantillons, souvent bien conservés, ont été déterminés par P. Vetter. En voici la liste :

*Stigmara* avec cicatrices de radicelles, *Lepidodendron* sp., *Sigilaria* sp. avec souvent des spicules = *Sigillariophyllum*, *Calamites* sp. (cf. *cisti* ?), épi(?) de *Calamites* avec spores?, *Asterophyllites* sp., *Sphenopteris delicatula*, *Mariopteris* (probablement) *acuta*, *Pecopteris* ?

A une centaine de mètres, au SW de ce gisement, il faut noter également l'existence de moulages internes de troncs dans des grès grossiers. Ils sont pluridécimétriques.

Le Houiller du secteur du lac des Cerces a été daté du Westphalien sans plus de précision (*in* Fabre 1961).



## La Zone briançonnaise

### Permien de Rochachille et quartzites infratriasiques des Rochilles au Nord de Névache

#### Objectif :

*L'itinéraire réalise une coupe intégrale à travers le "Permien" des Alpes internes semblant le plus complet, le mieux lisible, le moins déformé et métamorphique, mais restant non daté à ce jour. La série est affectée de plis serrés d'amplitude hectométrique, mais paraît d'un seul tenant entre deux contacts tectoniques alpins, l'un la faisant reposer à l'Est sur le Houiller, l'autre à l'Ouest contre le Mésozoïque.*

#### Lithostratigraphie.

J. Fabre (1961), R. Feys (1963), J. Fabre et R. Feys (1966) ont fourni des descriptions détaillées, ultérieurement complétées par R. Fabre (1982). La série comprend cinq termes (liste ci-après). Les deux termes supérieurs sont habituels dans la zone briançonnaise, mais c'est le seul site où l'on puisse observer les cinq termes d'un seul tenant, sans hiatus mécanique d'origine tectonique. De bas en haut, on observe, selon une terminologie provisoire à laquelle nous joignons la (les) terminologie(s) ancienne(s) :

- o Conglomérat de Roche Château, *Stéphano-Permien*, *Stéphano-Autunien* (env. 150m ici, jusqu'à 800m ailleurs) : schistes noirs et grès conglomératiques gris, alternant avec des calcaires et des dolomies gris, en contact tectonique sur le Houiller. Des formations analogues mais sans calcaires (Assise de Courchevel, J.Fabre, 1961) ont été datées du Stéphanien. Baptisé Stéphano-Permien par J.Fabre (1961) en tant que faciès de transition, ce terme a livré, dans d'autres coupes, des troncs de Gymnospermes silicifiés. J.Fabre et R.Feys (1966) signalent que les bancs carbonatés de Roche Château contiennent des zones siliceuses noires à sections d'Ostracodes. J.Fabre (1961) signale aussi des galets de roche volcanique verte dans les conglomérats.

- o Schistes multicolores à bancs calcaires, *Éopermien* (100 à 300m) : ce terme est remarquable par ses bancs capucins, calcaires et dolomitiques, métriques (description détaillée en fig. J2.4), au sein de faciès pélitiques bariolés (nacré, vert, bleuté, argenté, rutilant) aux couleurs éclatantes, ce qui peut évoquer l'Autunien. Une discordance angulaire le sépare de la suite.

# Itinéraire à pied du 13 juillet

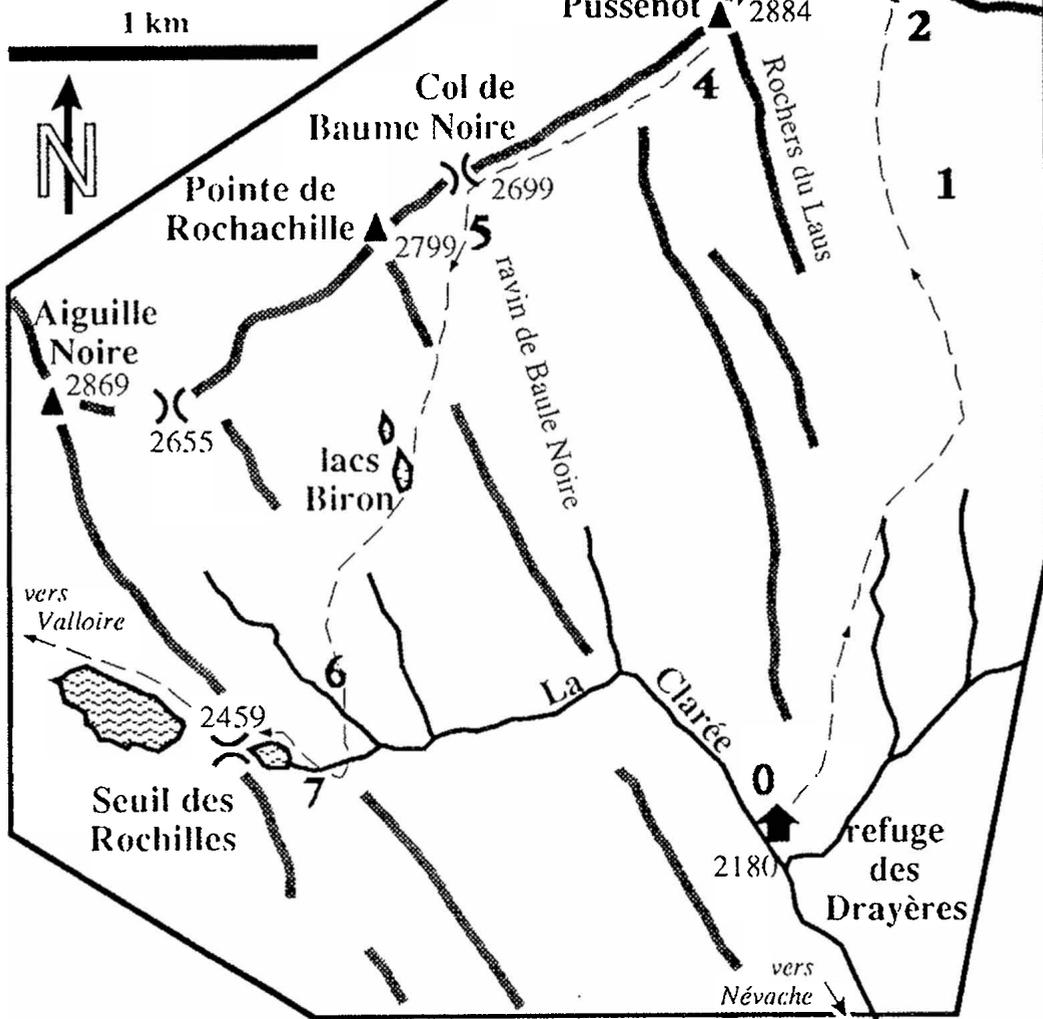
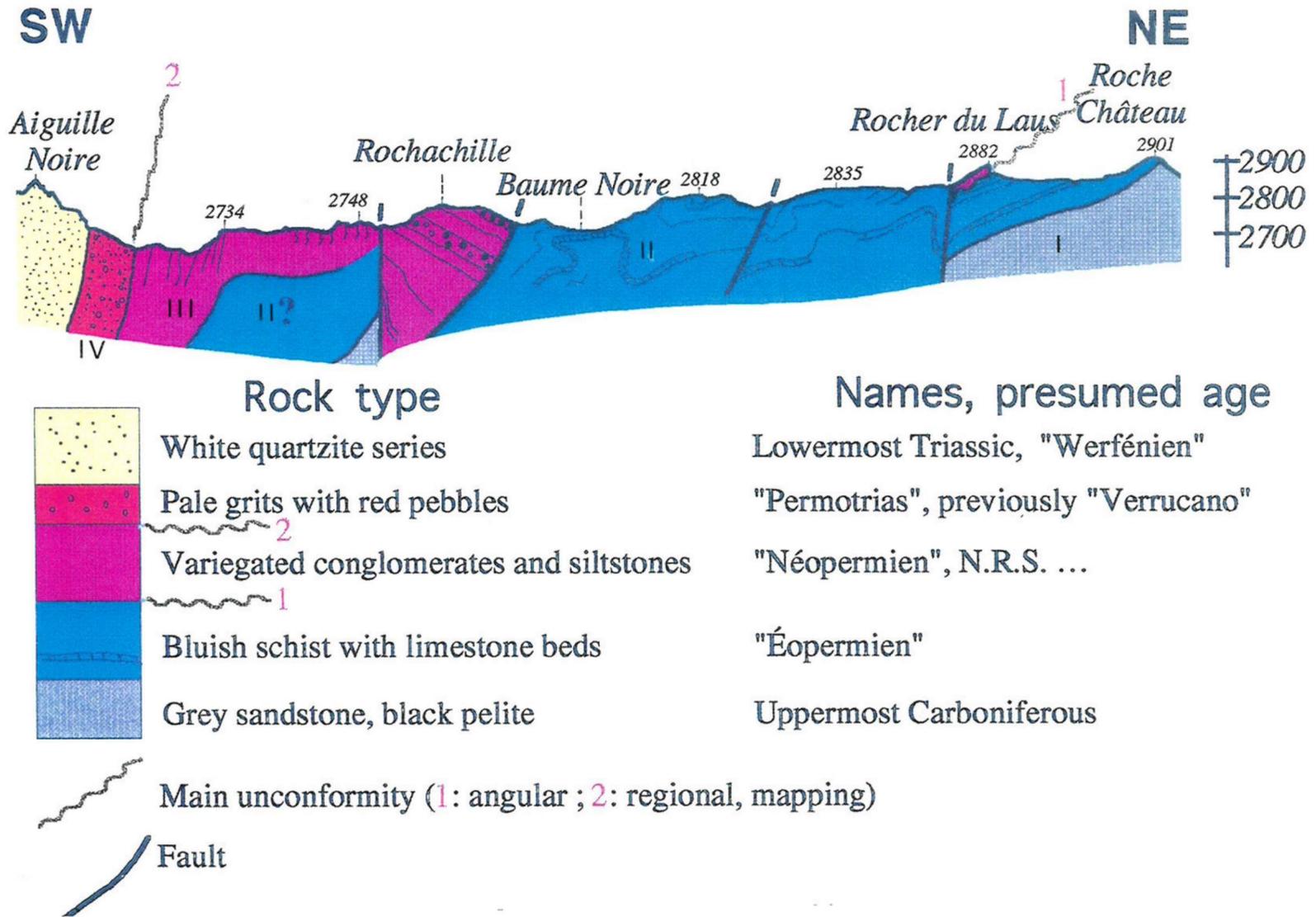


Fig. J2.1b .- Schéma oro-hydrographique du secteur de Rochachille. Principaux arrêts.

- 0 : petit déjeuner, rassemblement
- 1 : vue sur la discordance à la base des Rochers du Lau
- 2 : bar ; début de la coupe, conglomérat de Roche Château, Ostracodes
- 3 : coupe de la formation à calcaires (fig. J2.3)
- 4 : restaurant ; tuf ignimbritique, calcaires (bis)
- 5 : cinérite andésitique, puis traversée de la formation conglomératique
- 6 : salon de thé ; dragées roses de la base des quartzites
- 7 : coupe des quartzites infratriasiques

Fig. J2.2a.- Coupe générale du Permien selon J-Fabre (1961, fig. 26)  
 Crête de Roche Château à l'Aiguille Noire. h. Houllier. I. Série de Roche Château. II. Éopermien à calcaires.  
 III. Série de Rochachille. IV. Perno-Trias. Tq : Quartzites werféniens.



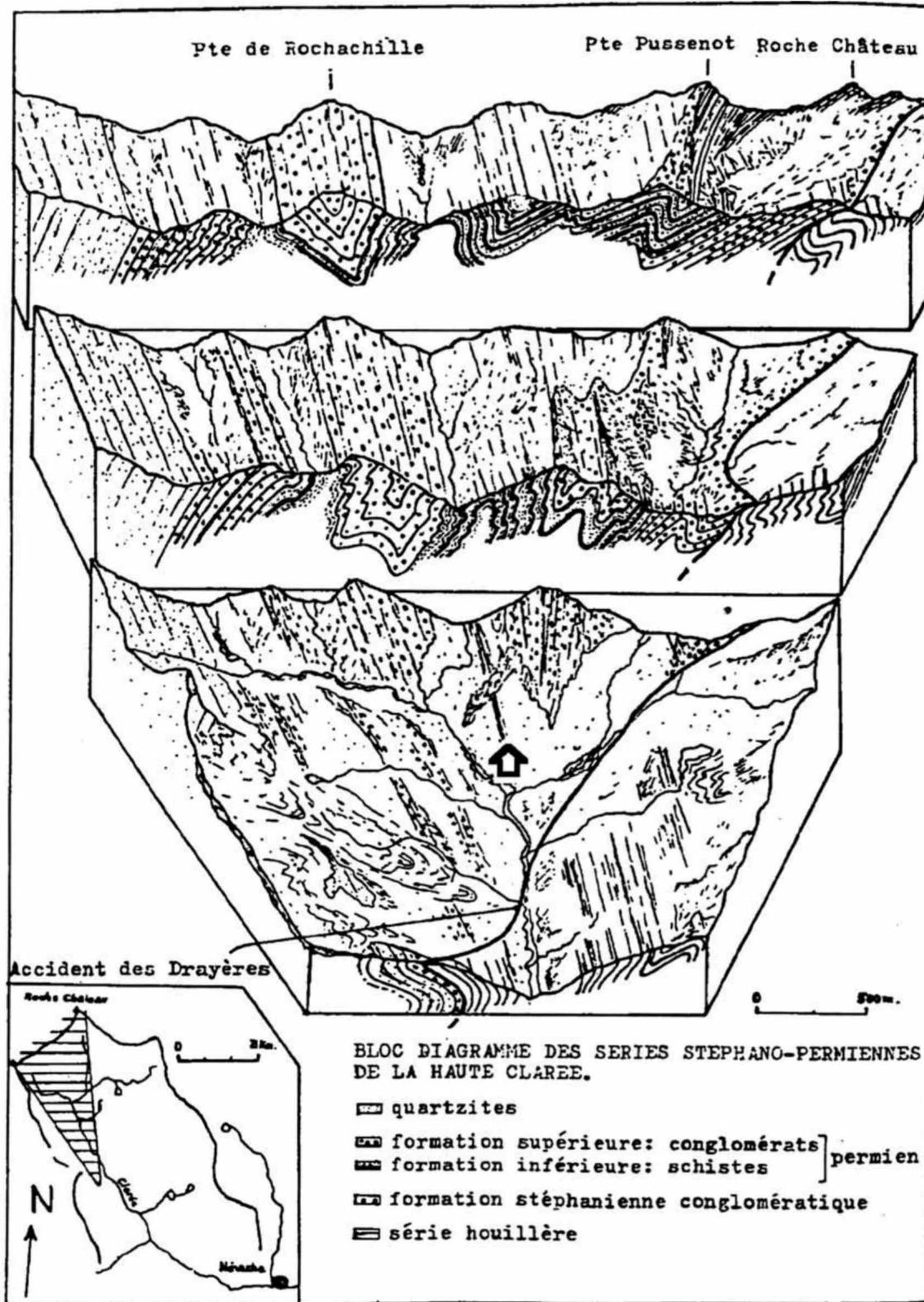
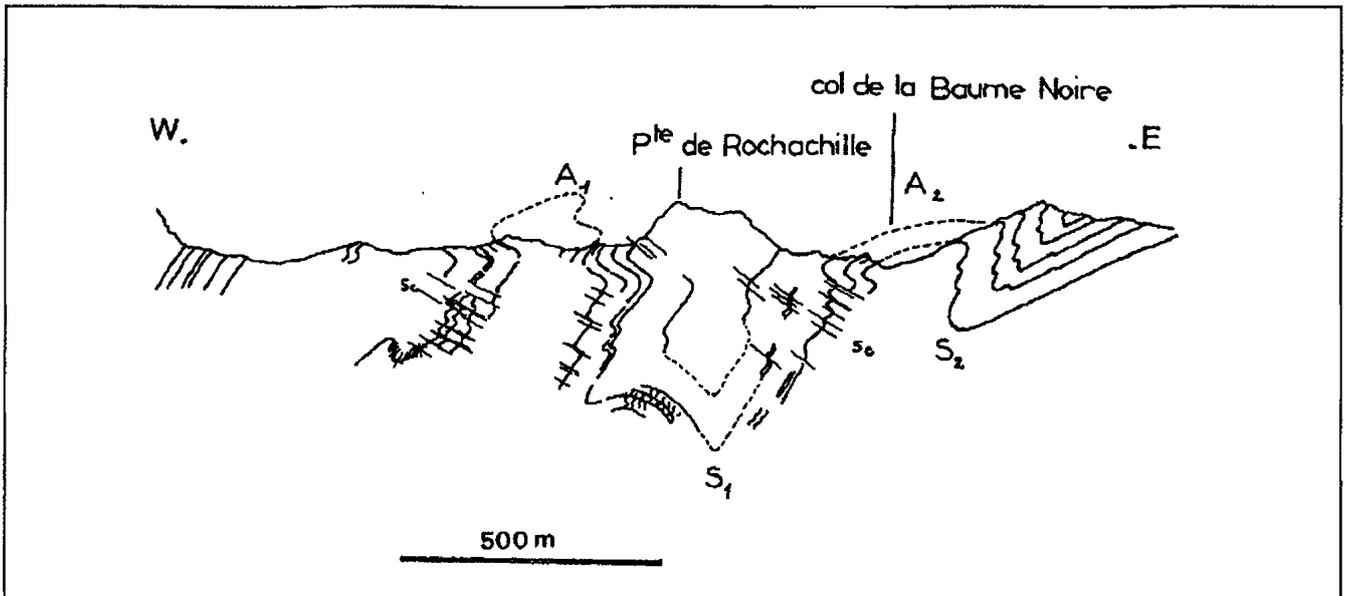


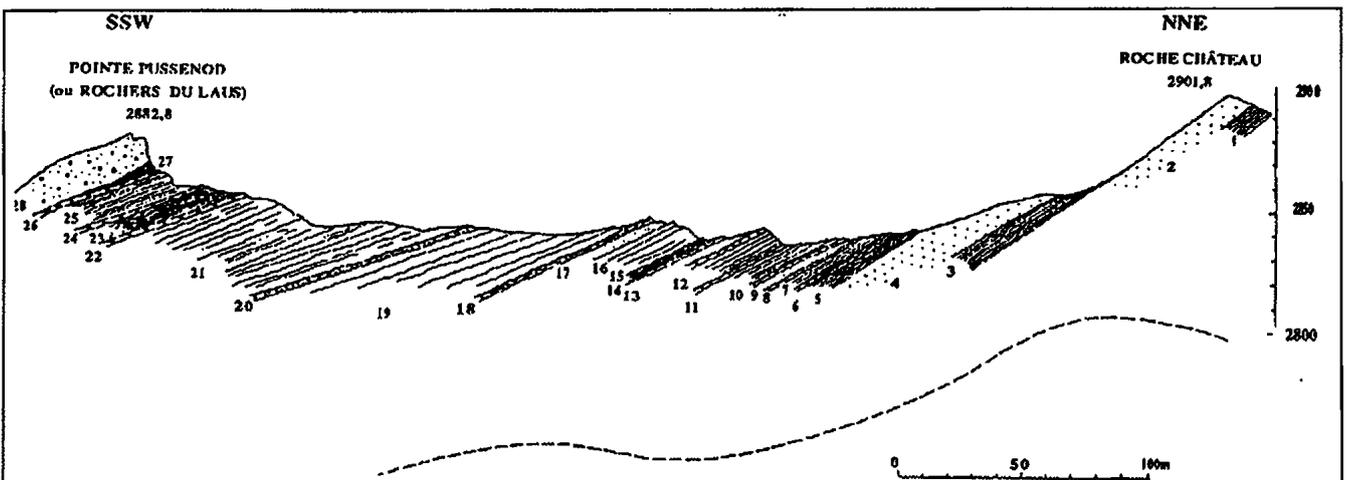
Fig. J2.2b.- Structure d'ensemble de la série permienne (extrait de R.Fabre et al., 1982, fig. 10).

Le refuge des Drayères se trouve au centre du bloc avant. Le Houiller de la rive orientale de la vallée est en contact avec le Stéphano-Permien des Rochilles par une faille, l'accident des Drayères, dont le pendage s'inverse du Nord au Sud. On peut envisager de l'interpréter comme un ancien chevauchement à vergence ouest basculé ultérieurement vers l'Est.



**Fig.J2.3 Les deux schistosités dans le Permien** (tirée de R.Fabre et al., 1982, fig.9).

Coupe suivant l'arête de Rochachille montrant la superposition de plis Pc aux plis Pp. A1, S1, A2, S2 sont des plis Pp Ils sont déformés par des plis Pc, plus modestes et à vergence Ouest. La schistosité Sc qui les accompagne a été indiquée schématiquement.



**Fig. J2.4.- Lever de détail de l'Éopermien à calcaires** (reproduit de Fabre, 1961, fig. 23).

La discordance angulaire de base du Néopermien passe au pied de la Pointe Pussenot, au mur de 28.

1o Schistes noirs à patine argentée. 02o Grès gris. 03o Schistes noirs. 04o Grès gris. 05o Schistes noirs ou noir verdâtre à empreintes ramifiées énigmatiques (R. FEYS) . 06o Calcaire à patine rouge, 0,50 m. 07o Schistes gris. 08o Calcaire, 0,20 m. 09o Grès fin schisteux à patine gris argenté et schistes noirs. 010o Calcaire ou dolomie à zones siliceuses noires, 0,80 m. 011o Calcaire, 0,20 m. 012o Calcaire, 1 m. 013o Calcaire, 0,20 m. 014o Calcschistes: schistes noirs contenant des filets glanduleux de calcaire à patine jaune paille. 015o Schistes gris clair surmontés par des grès schisteux mélangés de schiste noir. 016o Schistes verts. 017o Grès schisteux rouges. 018o Calcaire gris clair à délits ondulés de schiste gris. 019o Schistes rouges et verts. 020o Calcaire gris contenant des fragments anguleux d'un autre calcaire noir, de grains de quartz et de petites cloisons siliceuses simulant des tests de fossiles, 2 à 3 m d'épaisseur. 021o Schistes violets et verts, grès gris feuilletés ou gris vert. Quelques petits lits calcaires. 022o Brèche à ciment calcaire, 0,50 m. 023o Schistes rouges, rubanés de petits bancs calcaires. 024o Brèche à ciment calcaire contenant des lentilles de schistes rouges, 2,50 m env. 025o Schistes rouges contenant de petits bancs calcaires. 026o Brèche à ciment calcaire: éléments arrondis et anguleux de l'ordre du centimètre: calcaire gris ou blond (calcisphères), schiste rouge et vert, roche à grain fin verte ou rouge. Lentilles de schiste gréseux rouge. 027o Schistes rouges, 0 à 5 m. 028o Grès grossiers verts et, d'après R. FEYS, conglomérats polygéniques à liant lie de vin. Recouvre en discordance les couches sous jacentes.

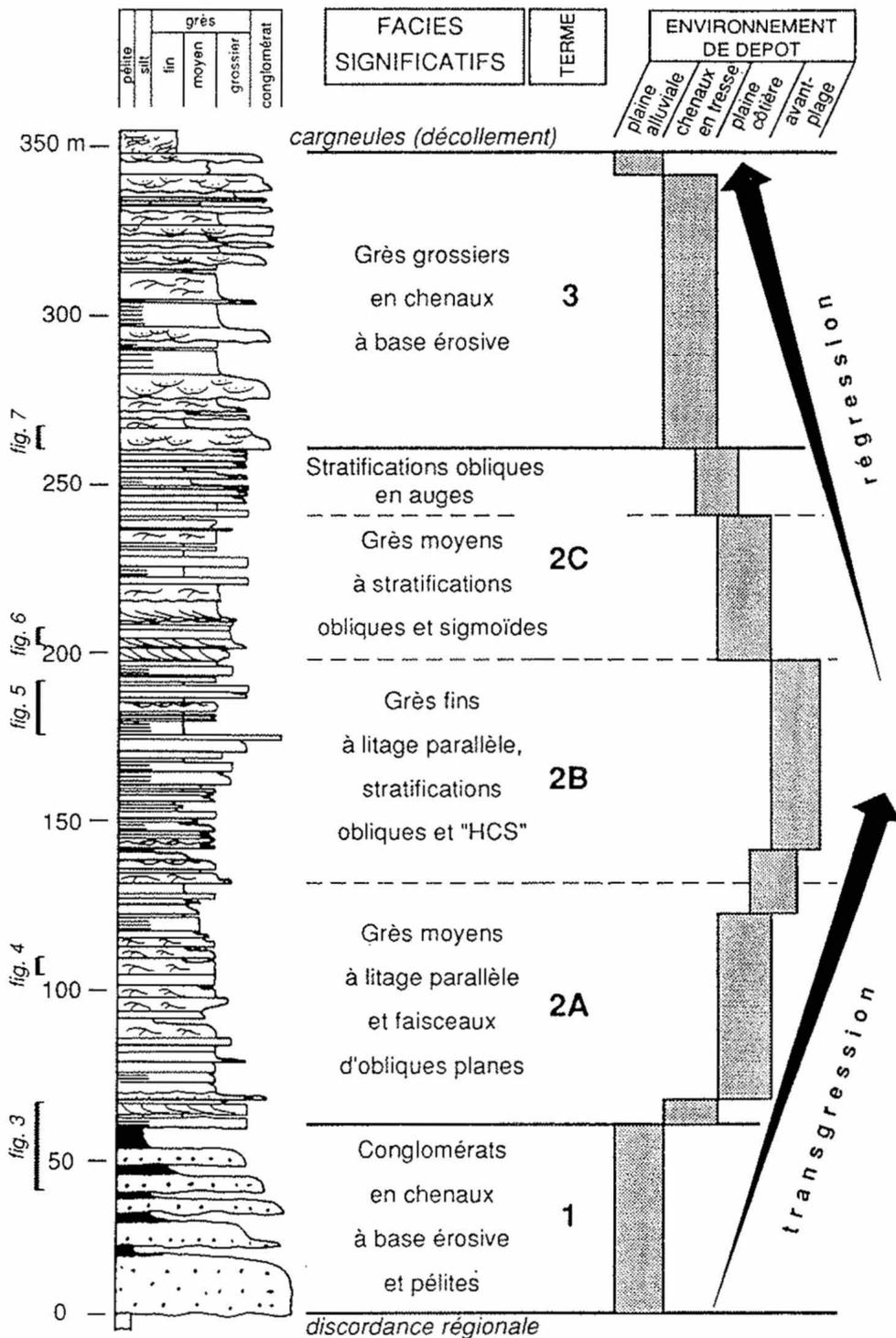


Fig. J2.5.- Colonne sédimentaire schématique des quartzites infratriasiques au Seuil des Rochilles, interprétation en termes de milieux de sédimentation. Extrait de Guillot et al., 1994, fig. 2.

o Conglomérats, grès et schistes rouges, Néopermien (300 à 500m) : ce terme rouge, à conglomérats, grès et pélites, reposant en discordance angulaire sur le terme précédent, comporte localement à sa base des grès verts (R.Fabre, 1982), et se termine par quelques décamètres de grès grossiers livides selon R.Feys (1963). Ce même auteur a étudié la nature des galets : nombreuses roches cristallines ou volcaniques d'origine inconnue ; phanites, grès, arkoses, calcaires et dolomies pouvant provenir des formations inférieures ; à noter aussi deux galets de grès à ciment de tourmalinite, faciès que j'ai également trouvé en Vanoise (cf. J4).

o Quartzites conglomératiques à galets de quartz rosé, Permo-Trias, Verrucano (50m) : grès grossiers clairs à dragées de quartz rosé, en chenaux décamétriques au sein de pélites versicolores (fig. J2.5). Ailleurs en zone briançonnaise, ce terme repose souvent directement sur le Houiller, voire (en Vanoise ou dans l'unité des Gneiss du Sapey : cf. J4) sur des socles métamorphiques plus anciens. Il a été vu en général comme le conglomérat de base, transgressif, du terme suivant.

o Quartzites infratriasiques, Scythien (?), Werfénien [parfois avec la mention *inférieur*] (300 à 500m) : grès-quartzites blancs assez purs en bancs bien réglés (fig. J2.5), qui font suite rapidement, mais avec des récurrences du faciès à galets roses, au terme précédent. Ils sont couronnés par des grès verdis ou rubéfiés, à ciment d'hématite ou de carbonates ferrugineux, et mouches de gypse (quelques mètres)

## Structures alpines.

La cartographie et la structure du secteur ont été précisées et/ou interprétées par J.Fabre (1961), R.Feys (1963), R.Caby (1964, 1992), R.Fabre (1982) et R.Fabre *et al.* (1982). Deux schistosités (fig. J2.3) affectent la série, correspondant à deux phases de plissement homoaxiales. La première schistosité (Sp en fig. J2.3), générale dans la région, est plan axial des plis principaux, hectométriques, déversés à l'Est ; le déversement s'accroît vers le haut de l'édifice (R.Caby, en 1992, a proposé une interprétation de ce "surdéversement"). La seconde schistosité (Sc), locale car connue seulement dans le Permien de Rochachille, est plan axial de plis mineurs à vergence Ouest. L'accident des Drayères décrit par R.Fabre (1982), qui met en contact la série sur le Houiller à l'Est, semble *pro parte* postérieur aux schistosités (fig. J2.2).

## Sédimentologie.

J.Fabre (1961) a fourni la coupe reproduite ici (fig. J2.4) du terme à calcaires ; R.Feys (1963) a décrit en détail les galets de la formation versicolore médiane, et R.Fabre (1982) présente des levers dans les formations conglomératiques. Leur interprétation est qu'il s'agit de séries continentales, les calcaires pouvant pourtant selon R.Feys (1963) être d'origine marine, notamment un galet de conglomérat à empreintes évoquant des lamellibranches.

Nous avons récemment levé banc par banc les quartzites (Guillot *et al.*, 1994), sur le site des Rochilles, exceptionnel en zone briançonnaise par la qualité et la continuité de ses affleurements de quartzites (fig. J2.5). Alors que les auteurs antérieurs hésitaient entre des dépôts éoliens, lacustres, ou côtiers, nous pensons que leur dépôt serait pour l'essentiel

marin, et présentons des critères permettant de fixer le contexte : intertidal dans le premier tiers, passant à infratidal, avant un retour à des conditions plus proximales. J. Beauchamp (1993), dans un travail réalisé indépendamment, a apporté des arguments géochimiques en faveur d'un dépôt marin.

## **Magmatisme.**

J. Fabre et R. Feys (1966) ont signalé que les deux premiers termes contiennent des galets et coulées d'andésites riches en soude, alors que le potassium prédomine ensuite dans les rhyolites (fait également noté dans leurs équivalents en Vanoise par Guillot et Raoult, 1985, et considéré comme un élément de corrélation possible : fig. J2.6). Le principal travail géochimique sur le magmatisme "Permo-Carbonifère" est dû à P. Piantone (1980), mais il concernait au premier chef l'appareil intrusif dans le Houiller, de nature surtout dioritique (filons, laccolite de la Cée Haute) : pour cet auteur, il s'agirait d'une lignée de type calco-alkalin. Il notait l'absence de connexion reconnue, entre cet appareil magmatique basique à intermédiaire du Houiller, et les épanchements interstratifiés dans le Permien.

Des levés détaillés faits depuis quelques années, notamment à la suite de visites en groupe de ce site de 1988 à 1992 (J.Fabre, Fr.Guillot, D.Mercier, J.-C. Barféty, M.Burri), ont révélé le rôle important du volcanisme, en volume, dans l'édification de la série de Rochachille. Ces résultats (Vatin-Pérignon *et al.*, 1993) n'ont pas encore fait l'objet de publication détaillée. Mme Vatin-Pérignon, MM. M.Piboule et J.Fabre (tr. en cours, Grenoble) ont entrepris une nouvelle série d'analyses (avec les Terres Rares), notamment sur les dernières rhyolites découvertes :

- des necks et filons-couches de rhyolite (ex-"grès verts massifs") existent dans le terme à calcaires, où ils semblent à la source d'un important cortège d'épanchements ignimbricitiques (ex-"pélites vert clair", à quartz rhyolitiques remarqués par R.Caby en 1991) ;

- vers le sommet du terme à calcaires, au col de Baume Noire, J.Fabre et moi-même avons découvert des cinérites d'andésites, ces faciès andésitiques étant eux-mêmes fréquents ensuite en galets, voire en bombes (?) dans les conglomérats versicolores, identiques aux andésites de la Ponsonnière (cf. J1) ;

- des rhyolites sont également présentes à la base des quartzites à dragées roses au-dessus du lac des Cerces (cf. J1), mais n'ont pas été reconnues à Rochachille ; peut-être faudrait-il leur chercher un équivalent dans les bancs livides du sommet de l'assise conglomératique ;

- peut-être est-ce encore un autre épisode volcanique qui aurait produit les galets rouge vif de "liparite", une probable rhyolite ou rhyodacite altérée, caractéristiques des quartzites grossiers à dragées roses.

## **Agés des formations.**

Peu de fossiles sont mentionnés par les auteurs, et aucun ne fournit d'âge. Je n'ai observé qu'un test d'ostracode dans le "Stéphano-Permien" de Roche Château, quelques calcisphères provenant d'un galet du conglomérat à la base de la Pointe Pussenot, gisements tous déjà signalés en 1961 par J.Fabre (fig.J2.4), plus des traces problématiques dans les quartzites du seuil des Rochilles (terriers de *Balanoglossites* ?). En somme, les

formations versicolores ont été attribuées au Permien et les quartzites au début du Trias sans preuve directe, mais par une combinaison d'arguments d'*encadrement* et d'arguments d'*analogies de faciès*. Nous en faisons une énumération critique ci-après.

(1) **Borne inférieure.** Les derniers âges du Houiller seraient du Stéphanien moyen-supérieur d'après Ch.Greber (1965), R.Feys (1963) et J.Fabre (1961), mais ces âges n'ont été signalés qu'en Tarentaise pour des assises analogues au conglomérat de Roche Château. En nous limitant aux abords immédiats de Rochachille, il ne reste de flores fossiles que dans le Houiller du Col de La Madeleine : Ch.Greber (1965) l'attribuait au Wesphalien C.

Mais, suite à la découverte d'incohérences par le regretté Ch.Greber lui-même (des alternances de flores Namurien-Westphalien, D.Mercier, comm. orale) les datations des flores du Houiller briançonnais sont en voie de révision. Les premiers résultats incitent à une prudence accrue. Brousmiche-Delcambre *et al.* (1995) signalent par exemple que *la plupart* des déterminations de Westphalien A ou C, faites sur les plus riches gisements, seraient à réviser en Namurien. C'est le cas notamment pour l'Assise de la Madeleine (ex Westphalien C), qui forme justement le substrat de la série de Rochachille à l'Est. Pour notre part, nous devons signaler un âge radiométrique de 333 Ma (Bertrand *et al.*, 1996), que l'on peut faire correspondre au Viséen, pour des granites hypovolcaniques intrusifs dans du "Houiller" présumé à la frontière italo-suisse : cet indice va aussi dans le sens d'une révision à la hausse de l'âge, pour tout ou partie du Houiller briançonnais.

Outre ces réserves, les contraintes sur l'âge de la base de la série sont encore affaiblies par le fait que le contact sur le Houiller serait un accident tectonique alpin selon R.Fabre (1982). Il serait donc souhaitable de parvenir à étudier les Ostracodes signalés dans le conglomérat de Roche Château.

(2) **Borne supérieure.** Les calcaires triasiques surmontant les quartzites ont livré des fossiles permettant de rapporter leur base à l'Anisien inférieur. Sur le présent terrain, comme c'est souvent le cas en zone briançonnaise, la masse des calcaires mésozoïques est désolidarisée des quartzites, fait attribué à la présence originelle, entre quartzites et calcaires, de formations évaporitiques qui auraient joué systématiquement comme niveau de décollement.

De nouveau, ce "décollement systématique de la couverture carbonatée" (Ellenberger, 1958) introduit une incertitude, cette fois sur la borne supérieure de l'encadrement, et ce malgré les résultats évoqués ci-après.

(3) **Isotopes du soufre.** Schade (1983b) a estimé, du fait des rapports isotopiques du soufre des gypses que l'on rencontre au sommet des quartzites, et par analogie avec ceux connus dans le Trias germanique, que les gypses seraient du "Werfénien supérieur" (op.cit.), et donc probablement autochtones sur les quartzites. Les grandes masses de gypse et d'anhydrite, jalonnant par exemple le Front pennique ou la base de la Nappe des Schistes lustrés, qui ont livré des plantes du Keuper, ont un rapport isotopique différent.

Il semble que les résultats de Schade ne constituent un argument en faveur des âges cités qu'à la condition expresse que ceux-ci soient admis au préalable. Nous y verrions tout au plus des indications sur le milieu de sédimentation des évaporites.

#### (4) Arguments faciologiques.

o analogies avec le Permien daté de France

- le terme à calcaires, par ses calcaires et ses faciès réducteurs, évoque l'Autunien (J.Fabre, 1961) ;

- le terme conglomératique rouge peut être assimilé au Saxonien ou au Thuringien du fait de sa couleur (J.Fabre, 1961 ; Feys, 1963) ;

o analogies entre les quartzites briançonnais et le Buntsandstein germanique, venant lui aussi avant des calcaires du Trias (Muschelkalk) ; Ellenberger (1958) évoquait ainsi la "trilogie briançonnaise" comprenant (1) quartzites werféniens, (2) calcaires datés de l'Anisien au Ladinien, (3) évaporites du Keuper.

Nos objections portent sur ce type de comparaisons entre l'Europe, notamment les zones externes des Alpes, et la zone briançonnaise, qu'à notre avis tout oppose, dans les caractères des socles antéhouillers, dans les faciès et les âges et les épaisseurs du Houiller, du Trias, puis de tout le Mésozoïque. Pour nous, les singularités du Briançonnais interdisent d'y voir un élément de la marge européenne de la Thétys. Nous considérons la zone briançonnaise comme allochtone, d'origine sud-ibérique (Stampfli, 1993) ou gondwanienne (Guillot *et al.*, 1993).

(5) **Arguments sédimentologiques.** L'étude des figures sédimentaires des quartzites (Guillot *et al.*, 1994, et fig. J2.5) suggère que le début de leur dépôt marque l'arrivée de la mer. S'il s'agit d'un phénomène eustatique, il pourrait être corrélé à tel ou tel événement mondial, et ainsi être daté. De plus les cyclicités relevées dans les quartzites pourraient donner une idée de la durée de leur dépôt. Mais l'influence tectonique locale ne peut pour le moment être appréciée, ni exclue, faute d'autres études du mode de dépôt des quartzites dans le reste du Briançonnais.

(6) **Géochronologie.** D.Mercier et F.Bussy envisagent une étude radiochronologique des niveaux volcaniques du présent secteur. Dans les zones alpines internes, la géochronologie est rendue difficile par l'empreinte du métamorphisme alpin. Il semble que les techniques Rb/Sr et K/Ar soient utilisables seulement pour estimer l'âge des épisodes métamorphiques alpins. La technique U-Pb sur zircon serait la plus efficace pour les âges ante alpins. Elle est malheureusement chère, difficile d'emploi pour les âges de l'ordre de 200 à 350 Ma (moins précise pour l'Hercynien s.l. que pour le Précambrien), et les chiffres obtenus sont souvent d'interprétation délicate (héritages, altérations). Les rares résultats publiés jusqu'ici pour le Briançonnais s.l. mériteront des confirmations, mais n'en représentent pas moins des nouveautés à considérer.

**D'ex-Permocarbonifères donnent des âges précambriens** (Bertrand *et al.*, 1996), **ou du Paléozoïque inférieur** (Guillot *et al.*, 1991 ; Bussy *et al.*, sous presse). Le "Permocarbonifère", où certains pensaient ranger tous les "terrains siliceux" et autres "socles" (Argand *in* Amstutz, 1962 ; Ellenberger, 1958) est donc un vocable à abandonner, tout comme "Permo-Houiller". En particulier les Gneiss du Sapey ne peuvent plus être considérés comme des migmatites permiennes, mais auraient plutôt valeur de socle ante namurien (cf. J4).

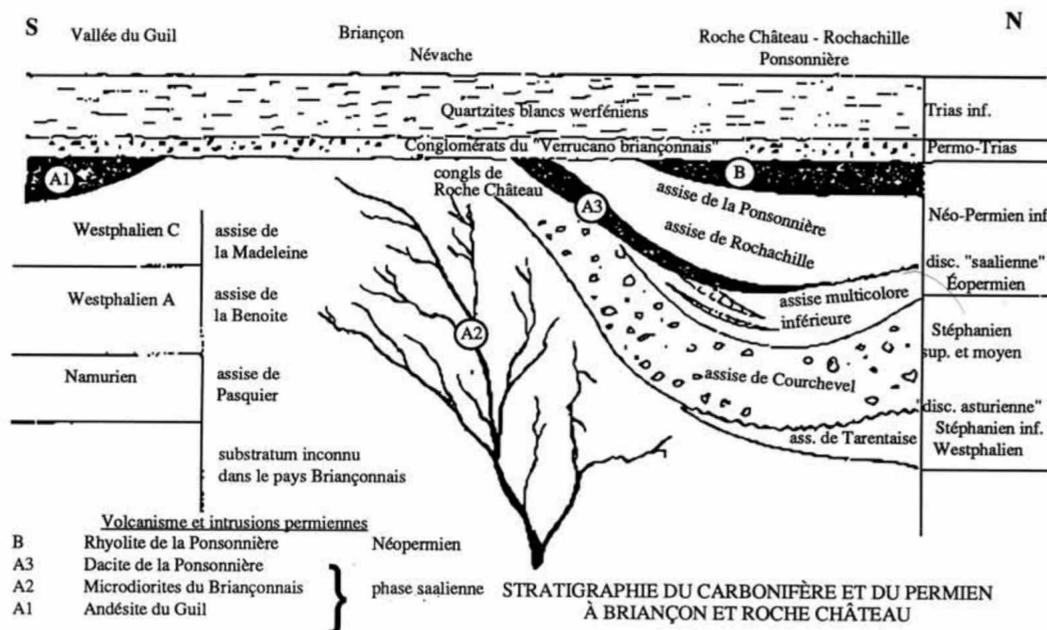
**Deux âges viséens** sont proposés, vers 330 Ma, l'un pour le métamorphisme HT-BP du socle ante houiller (Bussy *et al.*, 1996), l'autre pour un granitoïde intrusif dans le Houiller voisin (Bertrand *et al.*, 1996).

**Des âges permien ont été trouvés** pour des formations analogues en position et en faciès à celles du Permien de Rochachille par Bussy *et al.* (1996). Les granites

hypovolcaniques de Randa (près de Zermatt), présumés permien car intrusifs dans un "Permien" similaire à celui de Rochachille, ont donné  $275 \pm 2$  Ma. Les tufs ignimbritiques du Laget (près de Verbier) donnent 267 à 282 Ma. La série permienne comporte à cet endroit, de bas en haut, je souligne (1) des conglomérats à dragées roses (2) des carbonates massifs lacustres (3) des tufs volcaniques déposés en milieu fluviatile (4) des microquartzites de delta lacustre, et c'est de la base de ces derniers que provient l'ignimbrite datée. Selon Bussy *et al.* (ibid.) les termes (1), (2), (3) sont, d'après l'âge obtenu, du Permien inférieur ou plus anciens. Rappelons qu'à Rochachille les dragées roses sont considérées comme la marque du "Permotrias" : cette acception est sans doute prématurée.

## Conclusions.

Les vocables Stéphano-Autunien, Éopermien, Néopermien, Permotrias, Werfénien employés habituellement ne reposent sur aucun argument biostratigraphique *in situ*, voire géochronologique, et sont donc à abandonner. Les analogies de faciès avec d'autres séries, pour ces probables sédiments continentaux, restent peu convaincantes, surtout à notre avis avec celles de l'Europe du Nord. Le mot même de Permien est lui-même discutable, faute de la moindre preuve paléontologique directe à ce jour dans la série de Rochachille. Rien n'interdit qu'il s'agisse *pro parte* de Carbonifère supérieur et/ou de Trias, le Permien ne représentant somme toute qu'une moyenne de possibilités encore ouvertes.



**Fig. J2.6.- Évolution du magmatisme (d'après J.Fabre et R.Feys, 1966, fig.7).**

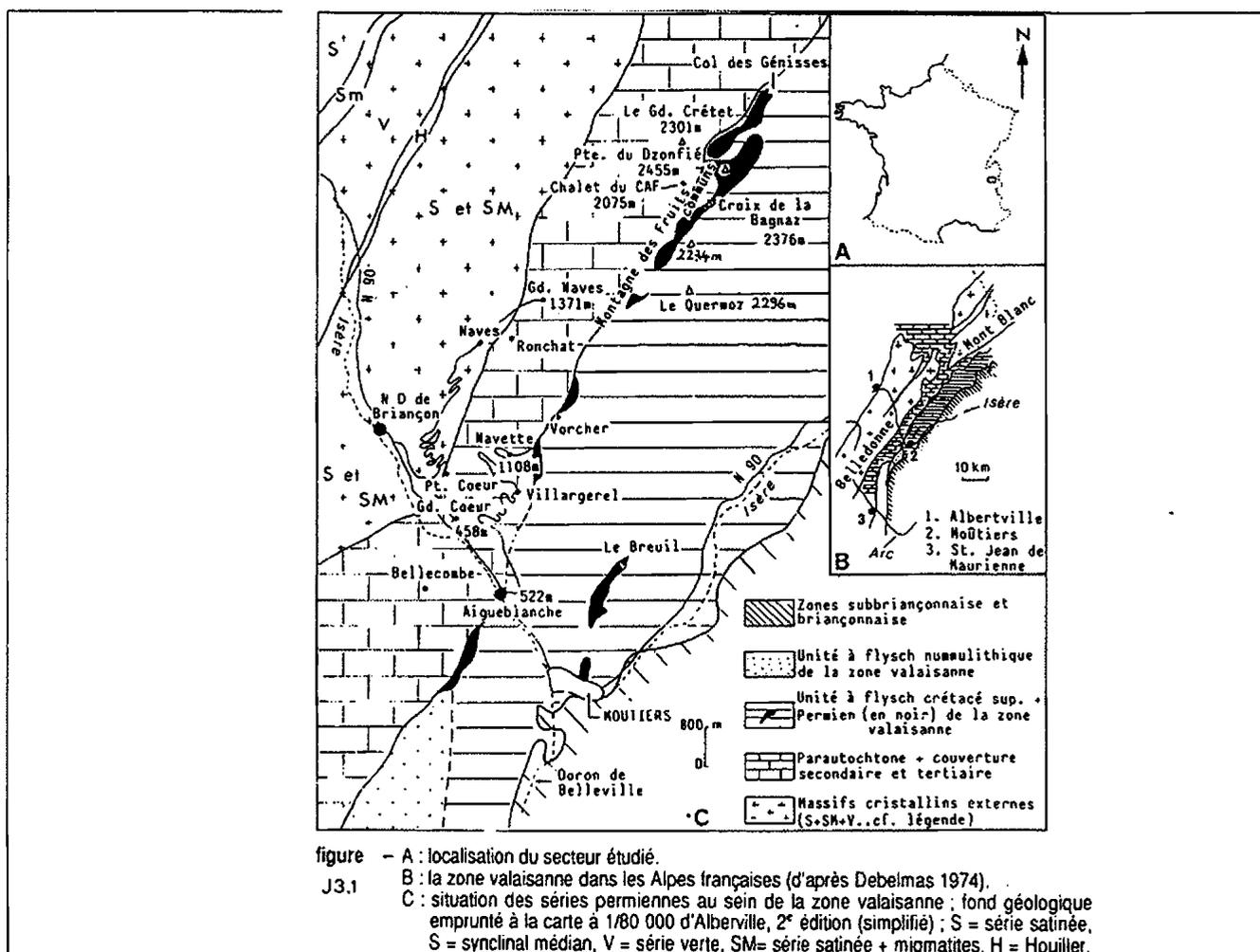
Depuis ce premier inventaire des corps intrusifs et volcaniques, d'autres roches ignées ont été découvertes dans la formation à calcaires ("assise multicolore inférieure") : necks de rhyolite et ignimbrites associées, cinérites andésitiques. La géochimie a été étudiée par Piantone (1980) et par Vatin-Pérignon (travaux en cours). Noter le repos du Néopermien sur l'"assise de Courchevel", pour partie remis en cause par les résultats de R.Fabre (1982) : le contact avec le Houiller serait tectonique.



## La Zone valaisanne et/ou ultradauphinoise

### La Montagne des Fruits Communs, entre les Grandes Naves et le col des Génisses. Le "Permien" de la Pointe du Dzonfié.

\*Le Permien à l'affleurement. Situation.



Les formations attribuées au Permien ( en noir sur cette figure) appartiennent à la zone valaisanne si on se réfère à la carte à 1/80 000 d'Albertville (Antoine P. & Kerckhove C., 1966) ou au domaine d'affinités ultradauphinoises et/ou valaisannes d'après la carte à 1/50 000 de Bourg-Saint-Maurice (Antoine *et al.* 1992 et 1993).

\* Les formations "permo-triasiques" dans le paysage.

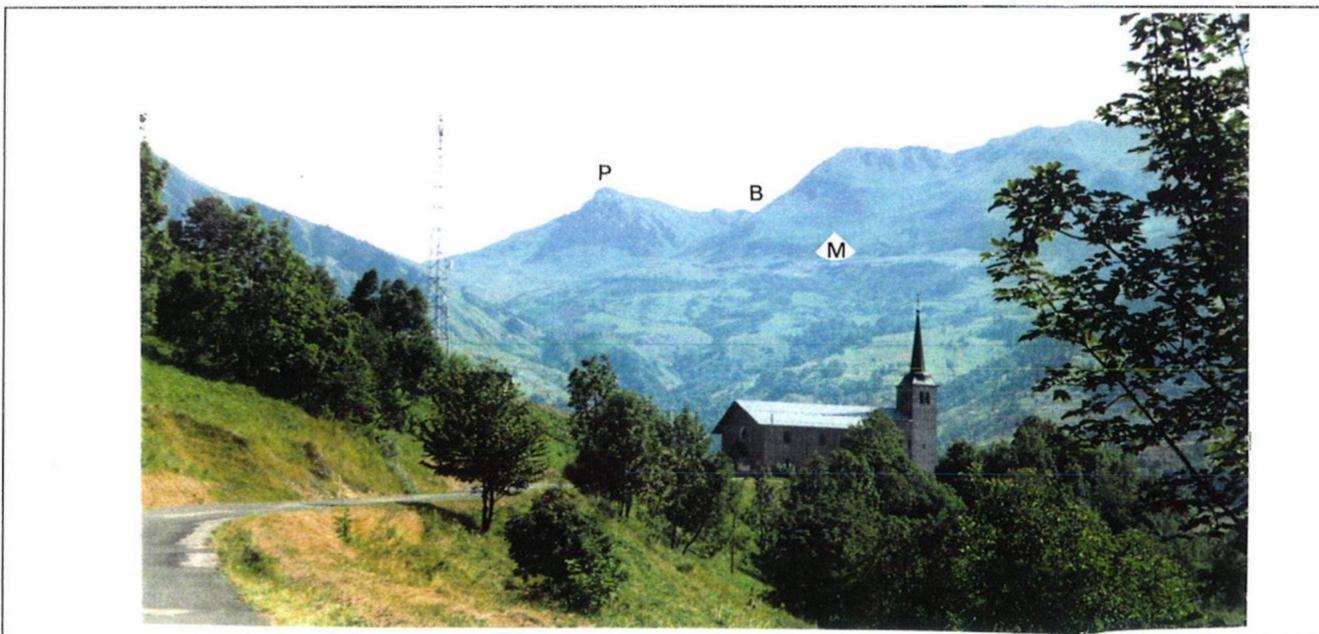


Fig J3.2 = En montant vers le Chalet du Nant-du-Beurre.

En bordure de la zone valaisanne, on observe successivement les formations "permiennes" de la Pointe du Dzonfié (=P), des "Schistes de la Bagnaz" (=B), de la Montagne des Fruits Communs (=M).

\* Itinéraire et principaux arrêts.

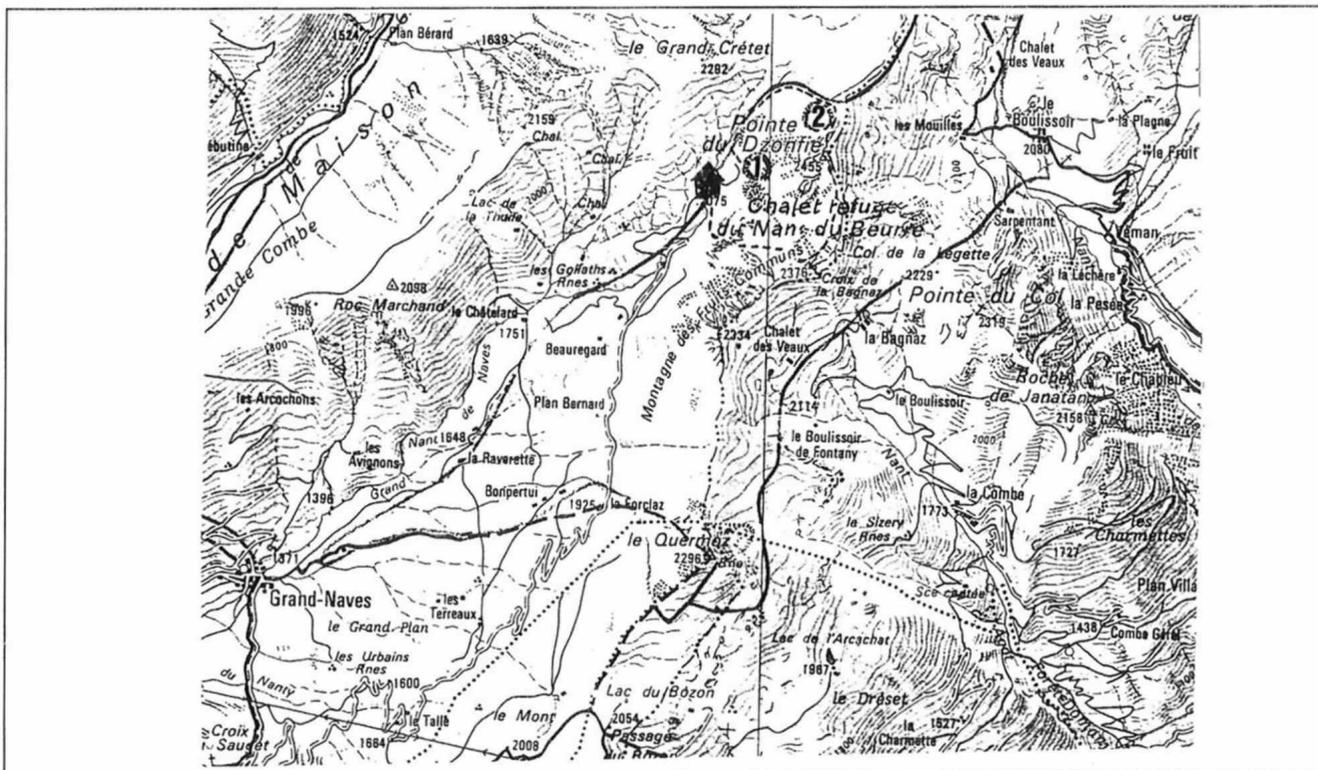
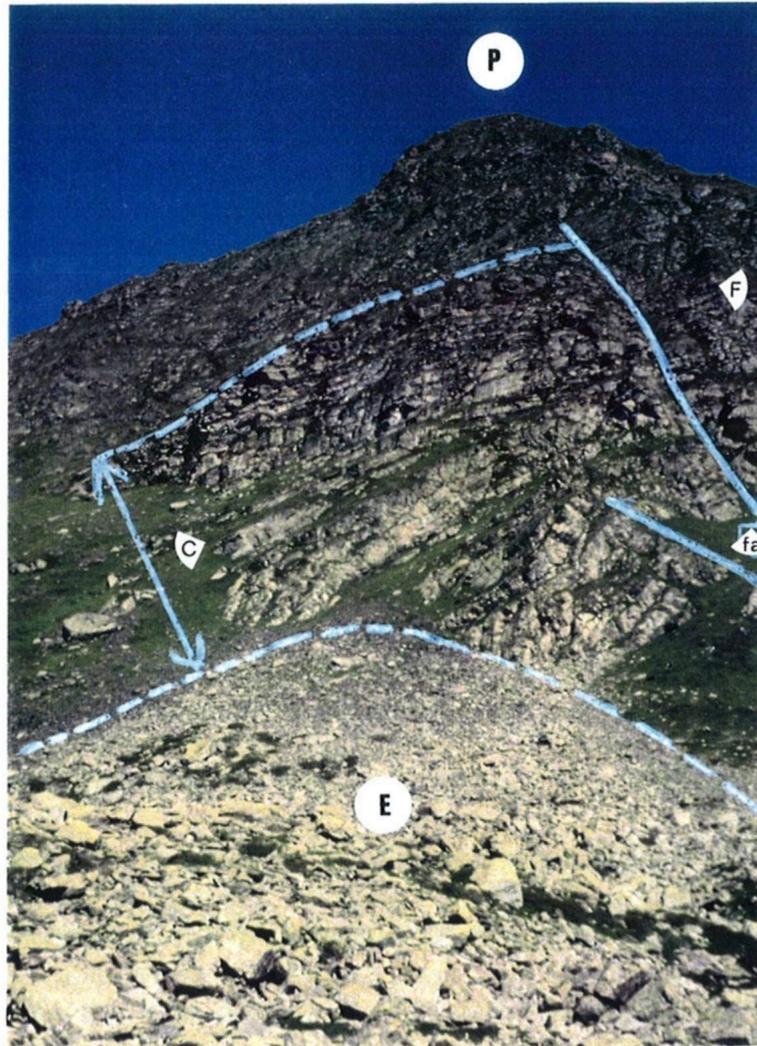


Fig J3.3 : 1 et 2 = principaux arrêts ; 1 = le "Permo-Trias de la Pointe du Dzonfié" ; 2 indique le trajet circulaire permettant d'avoir une vue panoramique sur le Massif de Belledonne, la Zone Ultra-dauphinoise, le Mont-Blanc, la zone Briançonnaise, etc.

## Arrêt n° 1 : la Pointe du Dzonfié.

### o La formation dans le paysage.



**Fig J3.4** : La formation "Permo-triasique" forme une falaise (= F), d'environ 80 m de hauteur, au pied de laquelle on observe d'énormes blocs plurimétriques (= E); C = partie conglomératique; Fa = Failles; P = Pointe du Dzonfié = 2455 m.

### o Description (d'après Gand 1980).

#### **À l'échelle de l'affleurement.**

Le Permien versicolore aux couleurs vives de la Pointe du Dzonfié et de la Croix de la Bagnaz est constitué par un ensemble de siltites et d'argilites rouge-violacé ou vertes dans lesquelles se développent des niveaux conglomératiques assez importants. Ceux-ci sont localisés à la base de bancs métriques à plurimétriques, en général d'épaisseur régulière et organisés de manière séquentielle. Ces bancs représentent une succession de conglomérats, de grès, de siltites et d'argilites. Les deux derniers termes peuvent être répétés plusieurs fois. Ils sont rarement érodés par le dépôt suivant.

Les niveaux conglomératiques, épais de quelques cm à une quarantaine de cm, comportent des galets de rhyolite surtout gris ou noirs mais également rougeâtres (liparite). Ils sont quelquefois imbriqués, mais généralement disposés sans ordre dans une matrice gréseuse ou microconglomératique assez abondante, de couleur grisâtre à pourpre. Leur taille est variable. Un comptage fait à partir d'un bloc a permis de définir une longueur moyenne de 8 cm. Le galet le plus long qui ait été observé mesure 17 cm.

De manière rapide, la partie conglomératique est relayée vers le haut par un niveau de grès, d'autant plus épais que sa granulométrie est grossière. Il existe un litage oblique, mais souvent peu apparent en raison de la forte recristallisation de la matrice et du ciment et à cause du développement de nombreuses diaclases minéralisées par le quartz et l'hématite. Ces grès blanchâtres à grisâtres s'affinent verticalement. Ils sont relayés par de minces niveaux répétés de siltites micacées et d'argilites, à litage oblique pour les premiers et horizontal pour les seconds. Ceux-ci sont, selon le cas, verdâtres, rouges ou violacés.

Dans la partie supérieure des bancs, nous avons observé, parfois en relative abondance, des septaria et des nodules dolomitiques centimétriques à décimétriques. Les septaria montrent des filonnets curvilignes de calcite et d'hématite. Certains d'entre eux sont recoupés par des filons de quartz. La dolomite y est épigénisée par le quartz et l'hématite y forme de grandes tablettes hexagonales de couleur irisée.

#### **À l'échelle du microscope.**

Les galets des niveaux conglomératiques examinés sont tous des fragments hétérométriques de rhyolite plus ou moins usés. Dans les échantillons noirs ou gris-foncé, les phénocristaux sont constitués par des quartz automorphes, corrodés, quelquefois de forme hexagonale, par de nombreux plagioclases et par quelques sanidines.

Les galets sont cimentés par une matrice gréseuse ou microconglomératique faite de petits fragments rhyolitiques anguleux, de quartz d'origine rhyolitique, de plagioclases assez nombreux et de sanidine assez rare. Quelques minéraux opaques d'hématite soulignent parfois la forme géométrique d'anciens minéraux ferromagnésiens. Le ciment est diversement recristallisé en plage de quartz mosaïque selon les endroits. Il y a également des parties dolomitisées.

Dans les grès et les siltites, on observe essentiellement des quartz monocristallins, anguleux, souvent à section hexagonale et des plagioclases répartis dans un abondant ciment phylliteux. Il y a peu de feldspaths potassiques. Ces deux roches contiennent également de l'hématite et des parties dolomitisées. Dans un échantillon de siltite existent quelques quartz polycristallins, des biotites chloritisées et hématisées. Dans le ciment, la muscovite n'est pas rare. L'ensemble est mal classé et hétérométrique.

Les argilites montrent de manière uniforme un fond phylliteux comportant de la muscovite et de l'hématite et quelques passées de quartz monocristallins, assez anguleux, à section hexagonale assez fréquente.

#### **Nature des traces d'origine climatique et biologique.**

Dans les éboulis, à la surface des siltites ou des argilites, nous avons trouvé des fentes de sécheresse et des traces de gouttes d'eau, quelquefois à impact oblique. De nombreux terriers *Scoyenia* attribuables à des crustacés (Frey *et al.* 1984 ) ont été aussi

observés ainsi que des traces végétales. Celles-ci correspondent à des racines, mais également à des débris de tiges ou de feuilles non identifiables.

Dans l'ensemble, les fossiles sont très rares car nous avons pu examiner de très nombreuses dalles à grande surface. Mais il est vrai que les conditions d'observation ne sont pas toujours favorables en raison du développement de la schistosité, de celui de cannelures et de l'existence de polissages d'origine tectonique. Ceux-ci brouillent assez souvent les surfaces des niveaux de siltites ou d'argilites appartenant à des bancs qui ont été énergiquement déformés et minéralisés lors de l'orogénèse alpine.

### o **Interprétation sédimentologique**

Autant qu'on puisse s'en rendre compte, du fait de l'importance des ciments dans les niveaux gréseux, la formation permienne de la Pointe du Dzonfié et de la Croix de la Bagnaz paraît peu chenalisée. Le matériel conglomératique, d'origine volcanique, semble s'être déposé sur les bords d'un bassin continental sous la forme de coulées boueuses, en domaine distal d'un cône alluvionnaire. Ont sédimenté ensuite des matériaux, toujours d'origine rhyolitique mais de plus en plus fins, peu usés, mélangés à des muscovites provenant d'un socle inconnu. Ces sables et ces argiles semblent s'être déposés non loin de leur sources et rapidement, dans un milieu aquatique peu profond.

L'absence de figure sédimentaire exprimant une marque de courant indique un milieu calme. Les terriers *Scoyenia* suggèrent en outre (Bromley et Asgaard, 1979 ; Frey et al, 1984), une bioturbation à la limite d'une zone émergée et d'une nappe d'eau permanente. Ce milieu à *Scoyenia* était également humide, mais quelquefois exondé comme le montre l'existence de fentes de sécheresse et des traces de gouttes de pluie. Les empreintes végétales (traces de racines) attestent la présence d'une végétation palustre installée dans un paléoenvironnement qui pouvait correspondre à une plaine d'inondation.

Comme pour la formation du Viala du bassin de Lodève, dans laquelle abondent les septarias et les nodules dolomitiques (Odin, 1986), des carbonates sont observés dans le sommet des séquences des séries permienes étudiées. Selon Odin, l'existence de ces nodules dolomitiques serait à relier à des paléo-surfaces, donc à des exondations de longue durée, dues à un climat de type alternant (semi-désertique) comportant de longues périodes de sécheresse.

### **Arrêt n°2 au cours d'un petit circuit pédestre (cf.fig.J3.2).**

De l'arrêt n° 1 vers la pointe du Dzonfié, nous verrons les zones alpines suivantes :

- à l'ouest et au nord-ouest :

- + le Massif Cristallin de Belledonne prolongé par le Massif du Mont-Blanc,
- + sa couverture mésozoïque et tertiaire,
- + le domaine d'affinités ultradauphinoises et/ou valaisannes dans lequel nous avons étudié le Permo-Trias de la Pointe du Dzonfié (Unité de la Bagnaz). Celui est emballé dans le Trias dolomitico-gypseux et le Lias.

- au nord-est et à l'est :

- + la zone valaisanne à flysch du Crétacé supérieur.
- + les zones subbriançonnaise et briançonnaise (Vanoise).



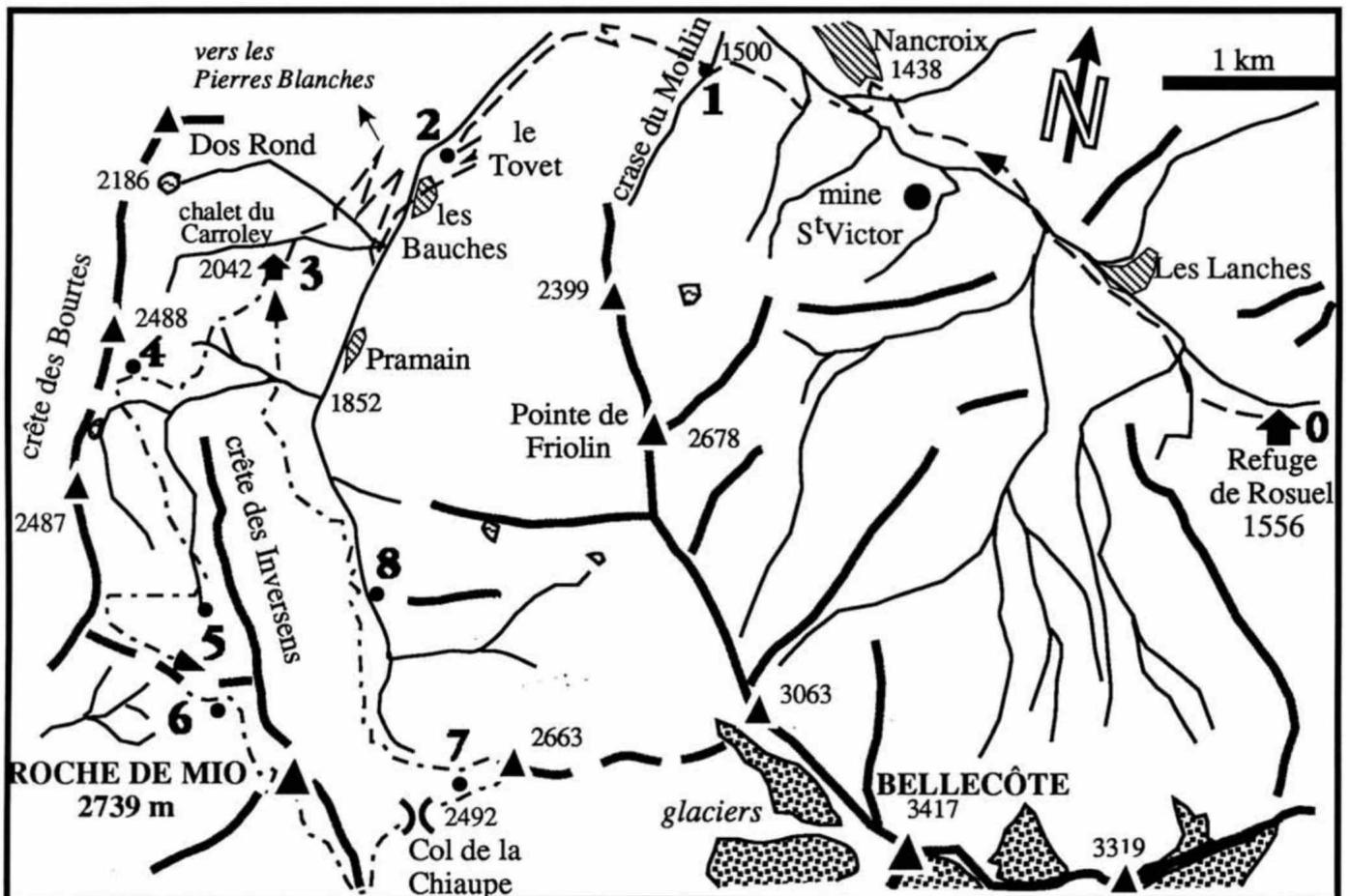
## **La Zone briançonnaise**

### **Permien de Vanoise et du bord interne de la zone houillère dans la région de Peisey-Nancroix**

#### **Itinéraire** (fig. J4.1).

Cette journée a pour cadre la partie interne de la zone briançonnaise, dont deux sous-zones sont ici superposées tectoniquement : le bord oriental, interne, du Houiller briançonnais, avec sa couverture "permo-triasique", est chevauché par les unités de Vanoise dans lesquelles le Houiller est absent, les terrains permien reposant directement sur un substratum du Paléozoïque inférieur probable (fig. J4.2 à J4.5). Le circuit proposé inclut une marche à pied de quelques heures (dénivelée : 700 à 900m) nécessaire pour observer la série permienne la plus complète. Des alternatives sont prévues en cas de temps trop médiocre.

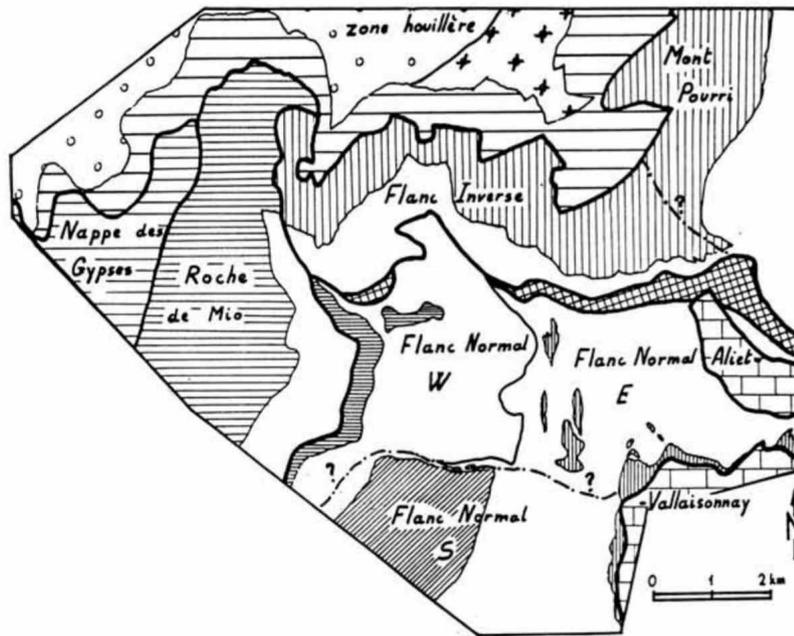
La Vanoise comporte un Permien présumé assez complet pour la région, en tout cas épais et à faciès variés, celui de la Roche de Mio (fig. J4.1, points 4 à 6, et fig. J4.4, J4.5). La série permienne de la Roche de Mio est adhérente stratigraphiquement à, et discordante sur son substratum. Elle inclut des faciès carbonatés de base, une Formation versicolore médiane, et au sommet une Formation Argentée, à métapélites claires et quartzites feuilletés, qui passent vers le haut en continuité aux quartzites infra triasiques.



**Fig. J4.1.- Schéma oro-hydrographique, avec itinéraire.**

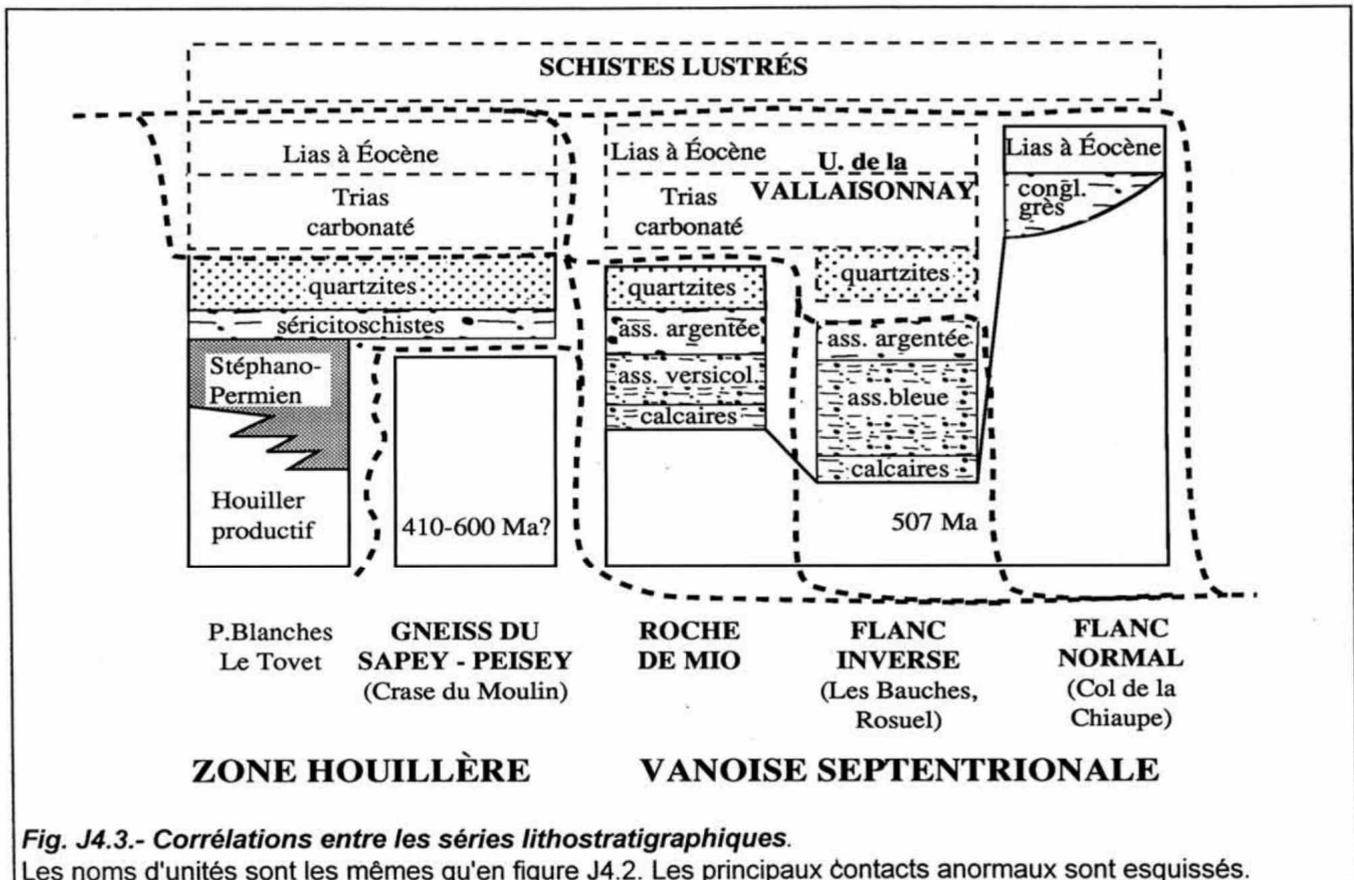
Liste des arrêts :

- 0 : hébergement, petit déjeuner, rassemblement, départ des voitures
- 1 : Gneiss du Sapey, faciès de micaschistes à biotite
- 2 : conglomérat à gros blocs ("Stéphano-Permien") au voisinage habituel des Gneiss
- 3 : arrêt des voitures, départ de la boucle pédestre
- 4 : passage du sommet des faciès permien aux quartzites infra triasiques
- 5 : bancs calcaires et faciès carbonatés de la base du Permien
- 6 : série permienne de la Roche de Mio
- 7 : lambeaux de quartzites feuilletés à dragées roses, buttes-témoins de calcaires mésozoïques
- 8 : série volcano-sédimentaire du Paléozoïque inférieur



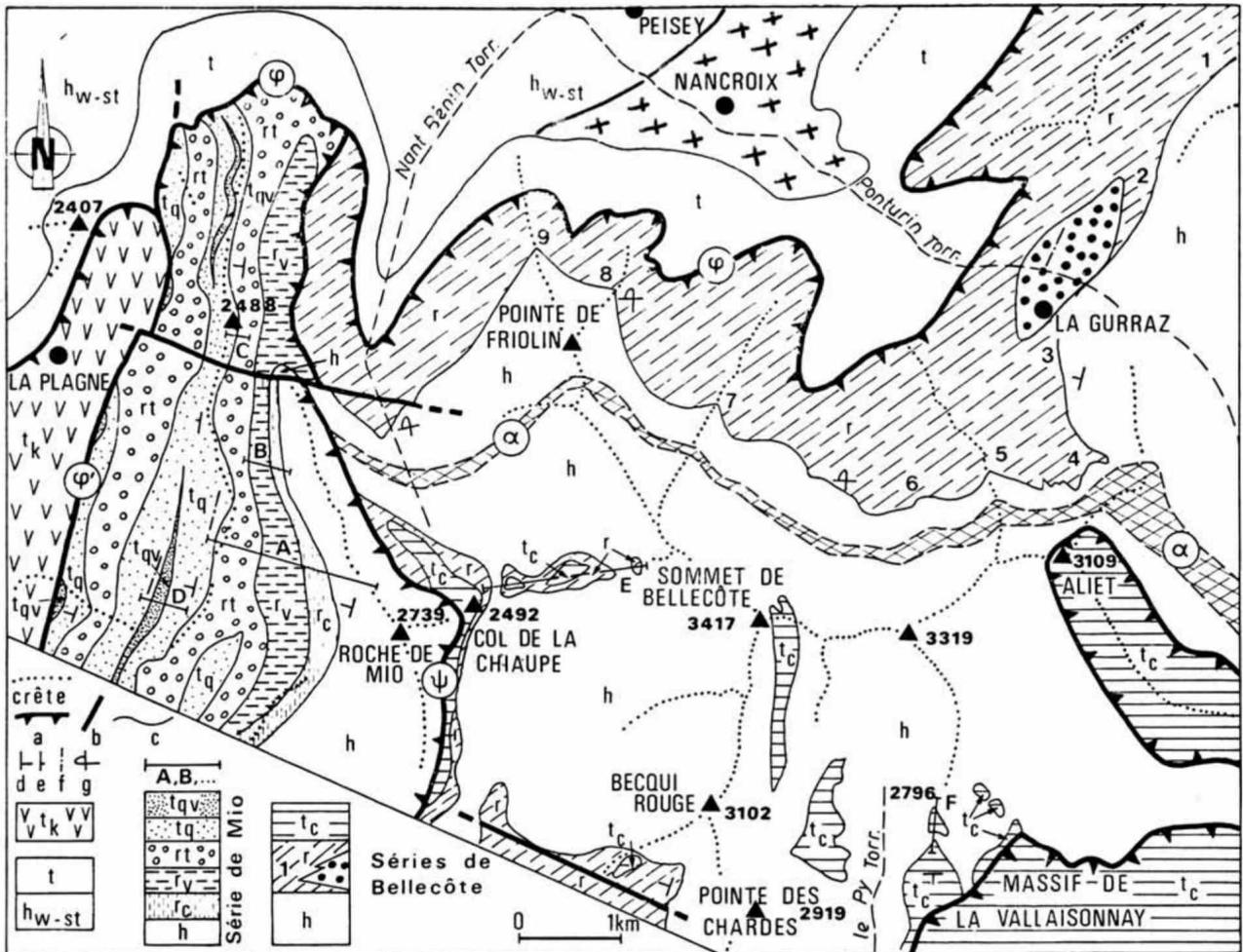
**Fig. J4.2.- Schéma structural, noms des unités tectoniques.**

Blanc : socle ante permien de Vanoise. Croix : Gneiss du Sapey-Peisey. Hachures, caissons : terrains permien ou plus récents. Croisillons : mylonites alpines. Voir la figure J4.3 pour la situation des séries des diverses unités, et la figure J4.4 pour la cartographie du Permien.



**Fig. J4.3.- Corrélations entre les séries lithostratigraphiques.**

Les noms d'unités sont les mêmes qu'en figure J4.2. Les principaux contacts anormaux sont esquissés.



· Schéma géologique des massifs de Bellecôte et Roche de Mio.

Contacts : a, chevauchement. — b, faille. — c, contact normal.

Pendages : d, moyen. — e, fort. — f, vertical. — g, série renversée. — A, B, ..., F, situation des coupes.

Formations : t<sub>k</sub>, gypses et cargneules de la nappe des gypses. — Zone houillère : t, couverture permo-triasique avec quartzites, écailles calcaréo-dolomitiques, lames de gypses et cargneules. — h<sub>w-st</sub> : Westphalien à Stéphano-Permien. — Série de Mio : t<sub>qv</sub>, quartzites versicolores et cargneules terreuses. — t<sub>q</sub>, quartzites blancs du Werfénien. — r<sub>t</sub>, série argentée (Permo-Trias). — r<sub>v</sub>, série versicolore. — r<sub>c</sub>, série calcareuse de base. — h, Carbonifère présumé. — Série de Bellecôte : t<sub>c</sub>, Trias moyen calcaréo-dolomitique. — r, Permien et Permo-Trias (schistes bleutés dominants du flanc nord avec niveaux calcaireux aux points 1 à 9, et conglomérats grossiers de La Gurraz [ronds noirs]; conglomérats et quartzites dominants du flanc sud). — h, Carbonifère présumé. — Limites d'unités : φ', contact occidental (décrochement senestre de Modane - Chavière - Champigny). — φ, chevauchement frontal nord de la Vanoise. — ψ, chevauchement de l'unité de Mio. — α, zone mylonitique séparant la série renversée au Nord de la série normale au Sud.

*Bellecôte and Roche de Mio massifs : geological sketch.*

Contacts : a, thrust. — b, fault. — c, stratigraphic contact.

Dips : d, moderate. — e, strong. — f, vertical. — g, reverse. — A, B, ..., F : cross-sections location.

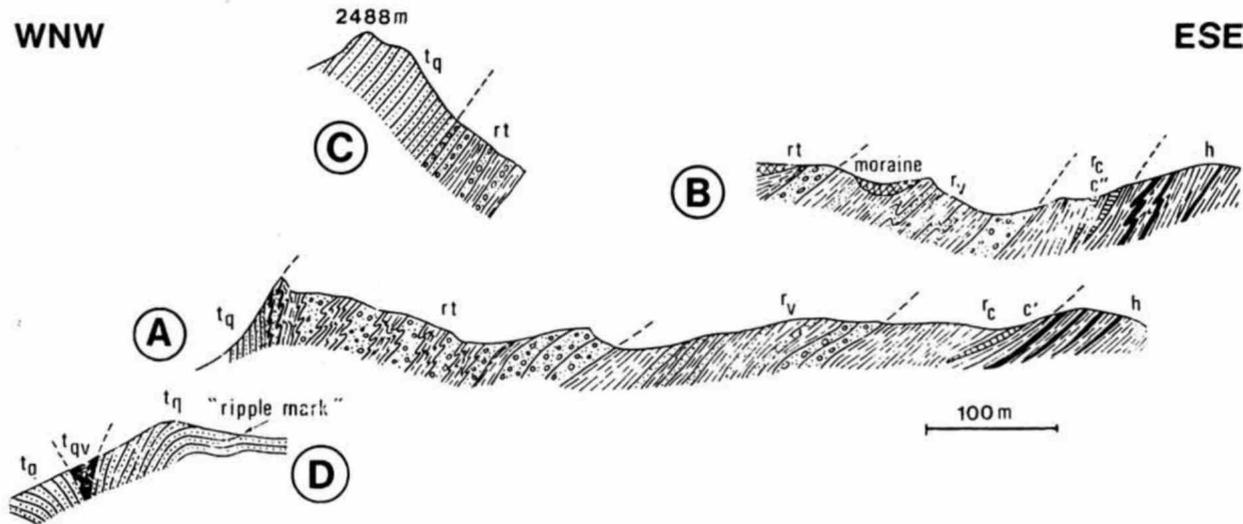
Formations : t<sub>k</sub>, gypsum and « cargneules » (dolomitic breccias) of the « Nappe des Gypses ». — Zone houillère : t, Permo-Triassic cover with Scythian sandstones, calcareo-dolomitic slices, gypsum and « cargneules ». — h<sub>w-st</sub>, Westphalian and Stephano-Permian. — Roche de Mio series : t<sub>qv</sub>, dark green and dark red hematitic sandstones. — t<sub>q</sub>, white, well-bedded pure sandstones (Scythian). — r<sub>t</sub>, Permo-Triassic silver-plated sericitoschists and coarse grits. — r<sub>v</sub>, variegated schists. — r<sub>c</sub>, basal calcareous schists. — h, Carboniferous (?). — Bellecôte series : t<sub>c</sub>, limestone and dolomite (Middle Triassic). — r, Permian and Permo-Triassic (northern slopes : mainly bluey schists, with calcareous levels seen on the spots 1 to 9; coarse conglomerate around La Gurraz [black circles]; southern slopes : conglomerates, grits). — h, Carboniferous (?). — Units boundaries : φ', western limit of Vanoise units, i.e. senestral strike-slip fault of Modane - Chavière - Champigny. — φ, northern thrust of Vanoise. — ψ, Roche de Mio unit eastern overthrust. — α, mylonitic zone between overturned series (North) and normal series (South) of Bellecôte units.

**Fig. J4.4.- Carte du Permien et des quartzites infra triasiques.**

Schéma géologique des massifs de Bellecôte et Roche de Mio, reproduit avec sa légende de Guillot et Raoult (1985). Localisation des coupes (fig. J4.5 et J4.6). La mention "Carbonifère présumé" est à remplacer par "Paléozoïque inférieur probable".

WNW

ESE



Coupes A à D dans la série de Mio.

elles montrent les relations entre le Permien *s.l.* (rt, r<sub>v</sub>, r<sub>c</sub>) et le Carbonifère (h), d'une part, le Werfénien (t<sub>a</sub>), d'autre part.

**Coupe A :** h, schistes noirs à passées grises ou verdâtres, à bancs (10 cm à 1 m) quartziteux gris-vert clair (niveaux sédimentaires et volcano-sédimentaires), à sills gabbroïques ou dioritiques avec texture grenue parfois préservée. — r<sub>c</sub>, schistes calcareux et calcschistes gris bleuté, gris violacé, vert pâle, avec un horizon basal (1 m) vert sombre très chloriteux (c'). — r<sub>v</sub>, barre (5 - 10 m) de quartzites feuilletés blancs, puis schistes violacés à petits galets rouge sombre mat, à fréquentes passées ankéritiques rousses. — rt, barre (50 m) de quartzites feuilletés, gris ou blanc livide, à galets quartziteux blancs (1 - 5 cm) dispersés; tiers central ankéritique; plus haut, bancs quartzitiques souvent chargés de petits galets de quartz rose, alternant avec des schistes à toucher onctueux, blanc nacré, violacés, gris ou vert pâle; sommet très schistosé. — t<sub>a</sub>, quartzites fins, blancs, en bancs réguliers de 10-15 cm, ici en contact mécanique avec rt.

**Coupe B :** mêmes successions (h, r<sub>c</sub>, r<sub>v</sub>) qu'en A; à sa base, r<sub>c</sub> toujours calcareux montre deux bancs de calcaire à grain fin, à patine jaune orangé à rouille, épais de 1 m environ (c'').

**Coupe C :** sur 5-6 m, le sommet de rt montre une alternance de bancs décimétriques de quartzites conglomératiques à quartz roses (faciès rt) et de quartzites fins à laminations millimétriques (faciès t<sub>a</sub>), ces derniers prédominant puis devenant exclusifs quand on monte dans la série.

**Coupe D :** t<sub>a</sub>, quartzites werféniens dont une dalle horizontale montre des « ripple-marks » réguliers. — t<sub>qv</sub>, 1 à 5 m de quartzites fins, en bancs de 5-15 cm, versicolores (vert ou rouge sombre), riches en hématite, puis grès brun à ciment carbonaté ou cargneules brunes d'aspect terreux, attribués au Werfénien supérieur (quelques mètres en cœur synclinal).

*Cross-sections A, B, C, D, in Roche de Mio series.*

*These sections show the stratigraphic contacts of Permian (rt, r<sub>v</sub>, r<sub>c</sub>) with « Carboniferous » (h) on the one hand, with Scythian (t<sub>a</sub>) on the other hand.*

*Cross-section A :* h, black, grey, or greenish schists, with quartzitic pale green to grey beds (10 cm to 1 m; sedimentary levels), with gabbroic or dioritic sills, the porphyritic texture of which is sometimes preserved. — r<sub>c</sub>, calcareous bluey, purple-grey, or pale green schists, with a basal 1 m thick dark green chlorite-rich layer (c'). — r<sub>v</sub>, ridge (5 - 10 m) of slaty white grit, overlain by variegated purple schists with centimetric dull dark red clasts (rhyolitic pebbles?), and metric reddish-brown ankeritic interlayers. — rt, ridge (50 m) of foliated white or pallid grits, with scattered white quartz pebbles (1 - 5 cm); the middle part of this ridge is more ankeritic; higher, metric alternances, of grits with small pink quartz pebbles, and of soft, pearly white, purple, grey, or pale green sericitoschists; the top of rt is very schistose. — t<sub>a</sub>, white, fine-grained, well-bedded (10 - 15 cm) sandstones, which are here in mechanical contact with rt.

*Cross-section B :* same succession (h, r<sub>c</sub>, r<sub>v</sub>) as in A; r<sub>c</sub> is still calcareous, with two fine-grained yellowish to reddish 1 m thick limestone bed (c'').

*Cross-section C :* on 5 - 6 m, top of rt is made of a decimetric alternance of pink-pebbled grits (rt facies) and of fine-grained white sandstone (t<sub>a</sub> facies); the latter remain exclusively, higher in this section.

*Cross-section D :* t<sub>a</sub>, Scythian sandstones in which an horizontal bed bears regular ripple-marks. — t<sub>qv</sub>, 1 to 5 m of dark green, dark red, or black hematite-rich sandstones forming 10 - 15 cm beds; then, inside a narrow syncline, brown sandstone with carbonated cement (no more than 5 m) or earthy brown cargneule (Upper Scythian?).

**Fig. J4.5.- Coupes A à D dans la série de la Roche de Mio.**

Reproduit avec sa légende de Guillot et Raoult (1985). La localisation des coupes est donnée en figure J4.4. La mention "Carbonifère présumé" est à remplacer par "Paléozoïque inférieur probable".

Cette série de la Roche de Mio se poursuit au Sud dans les gorges de la Pontille à Champagny-en-Vanoise, où l'on peut l'observer en bord de route (alternative en cas de mauvais temps), mais tronçonnée par des failles et dans des conditions d'affleurement plus médiocres. Cette coupe de référence a été décrite par Ellenberger (1958).

Le passage par le col de la Chiauppe en redescendant de la Roche de Mio (fig. J4.1, points 7 et 8, et J4.6) permet d'observer d'autres faciès présumés permien, de quartzites feuilletés à dragées roses, minces et plaqués sur le socle. Leur repos sur le socle pourrait être originel, ou dû à une superposition tectonique éoalpine.

La zone houillère est bordée ici à l'Est, entre Nancroix et le Tovet, par les Gneiss du Sapey-Peisey, dont Peisey-Nancroix est le second lieu éponyme. Cette formation cristalline a fait l'objet de nombreuses spéculations du fait de sa position apparente au sommet du Houiller, et a longtemps d'ailleurs été considérée comme permienne. Les quartzites infratriasiques et leurs séricitoschistes de base (faciès local dudit "Permo-Trias") semblent discordants cartographiquement sur les Gneiss (à Nancroix ; il faudrait, pour le soupçonner, explorer les abords et les galeries de la Mine St Victor, ancienne exploitation de plomb argentifère implantée à la base des quartzites) et sur le Houiller (aux Pierres Blanches, voir ci-après). Ces gneiss, et leur auréole conglomératique dite du "Stéphano-Permien", sont traversés par l'itinéraire d'accès en voiture (fig. J4.1, points 1 et 2), mais les conditions d'affleurement ne permettent guère d'apprécier ici leurs rapports avec le Houiller.

L'on pourrait visiter à proximité une coupe du Permien présumé du bord interne de la zone houillère, bien plus mince, le long du téléski des Pierres Blanches au nord du Dos Rond (loc. en fig. J4.1 ; véhicules 4x4 nécessaires, ou alternative à pied en cas d'intempéries). Le "Permo-Trias" sériciteux repose sur du Houiller conglomératique, et est riche en dragées roses. Là encore le passage vers le haut aux quartzites infratriasiques est continu, mais le sommet rubéfié de ceux-ci manque, comme la couverture carbonatée mésozoïque : des cargneules marquent la base tectonique des unités de la Vanoise, représentée à son tour par du "Permo-Trias" et par les quartzites.

## **Historique des recherches, éléments bibliographiques.**

Suite aux travaux d'équipement hydroélectrique de l'après-guerre, la première vue d'ensemble moderne sur la Vanoise est due à Ellenberger (1958), qui décrypta la série mésozoïque. Pour ce secteur, il notait d'ailleurs la présence de fossiles et de faciès anisiens, 500 m au NW des Lanches (fig. J4.1) dans une écaille de couverture carbonatée. Dénommant "série siliceuse" tout ce qui était plus ancien que l'Anisien, il considérait tous les socles comme d'âge permo-carbonifère. À l'Ouest, la zone houillère a été étudiée par Fabre (1961), dans le cadre de l'inventaire des ressources en charbon des Alpes. Nous renvoyons à ces deux auteurs pour un historique des idées antérieures sur la région.

Lors d'une excursion de la Société géologique de France menée par Ellenberger en 1954, de l'uranium fut découvert dans le Permien de la Roche de Mio (Bizard, 1955), qui fut ensuite étudié en grand détail par Ainardi (1976 : 60 analyses géochimiques). Rogel (1963) qui s'intéressait au gisement de plomb de la Plagne a produit une carte détaillée du secteur. Sous l'égide d'Ellenberger, Saliot (1973), Bocquet[Desmons] (1974), et Goffé (1975, 1982) ont apporté des contributions décisives en étudiant le métamorphisme, démontrant en Vanoise la présence de socles polymétamorphiques ante alpins, mais aussi que

l'enfouissement alpin des séries de Vanoise peut avoir atteint 20 voire 40 kilomètres.

À partir de 1980, avec l'aide du BRGM pour rénover la carte géologique de France à 1/50 000, sous la direction de MM. J.-F. Raoult, S. Fudral, J. Fabre et J. Debelmas, une série de thèses et de Diplômes ont renouvelé les connaissances sédimentologiques et structurales (Jaillard, 1984, Marion, 1984 ; Broudoux, 1985, Deville, 1988... : séries mésozoïques, schistes lustrés...), et/ou pétrologiques (Schade, 1983a ; Détraz, 1984 : Gneiss du Sapey ; Perruccio-Parison, 1984 : géochimie, morphologie des zircons ; Guillot, 1987 : socle de Vanoise ; Baudin, 1987 : socle du Rutor ; Beucler, 1995 : granophyres du Mont Pourri). Ces travaux ont permis, parmi d'autres cartes, de rééditer la feuille Moutiers (Debelmas *et al.*, 1988). Le profil principal du programme ECORS-Alpes (Bayer *et al.*, 1987) a traversé la zone houillère et la Vanoise par Bourg-Saint-Maurice et Val d'Isère, et ses résultats, surtout d'ordre géophysique, ont pour nous l'intérêt de relancer le débat sur la limite interne/externe dans les Alpes (Polino *et al.*, 1990 ; Tardy *et al.*, 1990). Actuellement, les projets de grands travaux (tunnel routier sous le col du Petit-Saint-Bernard, tunnel ferroviaire TGV Chambéry-Turin) permettent une veille géologique (programme GéoFrance-3D).

## **Base du Permien : la question du Permocarbonifère.**

Ce terme Permocarbonifère, employé par Argand vers 1900, a été largement utilisé pour désigner tous les terrains "siliceux" mal datés infratriasiques. Ellenberger (1958) a perpétué cette tradition en considérant comme Permocarbonifère s.l. ou autre "Carbonifère métamorphique" presque tous les terrains venant sous les quartzites. Il y incluait les Gneiss du Sapey et le socle de Vanoise. Il importe, dans cette revue du Permien présumé, de mieux délimiter ce qui est susceptible d'en être, et ce qui n'en est sûrement pas, à la lumière des résultats obtenus depuis une vingtaine d'années.

Ellenberger (1958, 1966) a proposé que la genèse des Gneiss du Sapey se serait faite au début du Permien par "migmatization latérale en tache d'huile" du sommet du Houiller, sous une couverture peu épaisse. Cette opinion est maintenant à rejeter. L'itinéraire permet d'observer des micaschistes à biotite (point 1), forcément ante alpins vu la relative modération du métamorphisme alpin (schistes verts). Il est tout aussi invraisemblable qu'il s'agisse d'un hypovolcanisme permien : la genèse de tels micaschistes à biotite, comme celle des migmatites de Nancroix, ou des faciès à disthène découverts plus au sud (Détraz et Loubat, 1984), implique un épisode métamorphique de style MP-HT que le Houiller voisin n'a jamais enduré. Les Gneiss représentent donc nécessairement un socle polymétamorphique d'âge au moins ante houiller. Leur position apparente au sommet du Houiller serait due à la tectonique alpine et/ou à une exhumation avant le dépôt du "Permo-Trias". Nous avons commencé à en trouver des preuves dans la géochronologie, avec un âge vers 410 Ma, mais aussi en essayant de mieux comprendre la position structurale de ces éléments de socle (Bertrand *et al.*, 1996) et des conglomérats qui semblent les border.

En Vanoise les faciès "permiens", analogues à ceux de Rochachille (cf. journée J2), surmontent une puissante série riche en roches vertes (métabasaltes) et en niveaux noirs charbonneux. Ellenberger (1958) a parallélisé ce magmatisme infra permien à la genèse "migmatitique" des Gneiss du Sapey, pour lui éopermienne : les roches vertes seraient ainsi éopermiennes, et les niveaux charbonneux du Houiller. L'objectif principal de mes travaux en Vanoise a été de tenter de vieillir ce matériel ante permien (Guillot *et al.*, 1986 ; Guillot,

1987 ; Guillot *et al.*, 1991 ; Guillot *et al.*, 1993). J'avais conjecturé qu'il serait original dans les Alpes par son âge, Paléozoïque inférieur, par le contexte géodynamique anorogénique que révèle sa géochimie, et par la faible empreinte du métamorphisme hercynien, qui semble l'avoir épargné. Ces hypothèses ont reçu un début de confirmation par la datation d'un granophyre à 507 Ma (limite Cambrien-Ordovicien), granophyre auparavant considéré par Ellenberger (1958) comme du Permocarbonifère analogue aux Gneiss du Sapey.

Le versant nord de la Roche de Mio (point 5) est le site où l'on observe le mieux la base du Permien : ses faciès continentaux reposent sur un substratum métasédimentaire radicalement différent du Houiller (et d'origine marine distale ?), lardé de sills à chimisme de MORB. Cette coupure suggère un repos en discordance, d'autant plus que les sills de roche verte ne pénètrent pas le Permien.

## **Sommet du Permien : la question du Permo-Trias.**

Faute de fossiles, le problème reste aussi indécis que dans la série de Rochachille (journée J2). En l'absence de fait nouveau (datation de zircons volcaniques à envisager ?), il est prudent, ici aussi, de préconiser l'abandon du terme "Permo-Trias".

## **Contexte structural.**

Avant de me préoccuper du socle, j'ai eu l'occasion de m'intéresser au Permien (Guillot et Raoult, 1985) car c'est le premier terme de la couverture adhérente au socle. La Vanoise est un pays de nappes et de terrains métamorphiques. La plupart des fossiles et des structures sédimentaires ont été effacés. L'identification de la nature des contacts est donc primordiale. Le Permien, même d'âge non assuré, joue ici un rôle éminent, car son contact avec les terrains antérieurs paraît en général stratigraphique. Cette hypothèse est à la base du schéma structural proposé pour le massif de Bellecôte.

Du Nord-Ouest au Sud-Est, quatre domaines sont superposés tectoniquement, avec de bas en haut (fig. J2.2 et J2.3) :

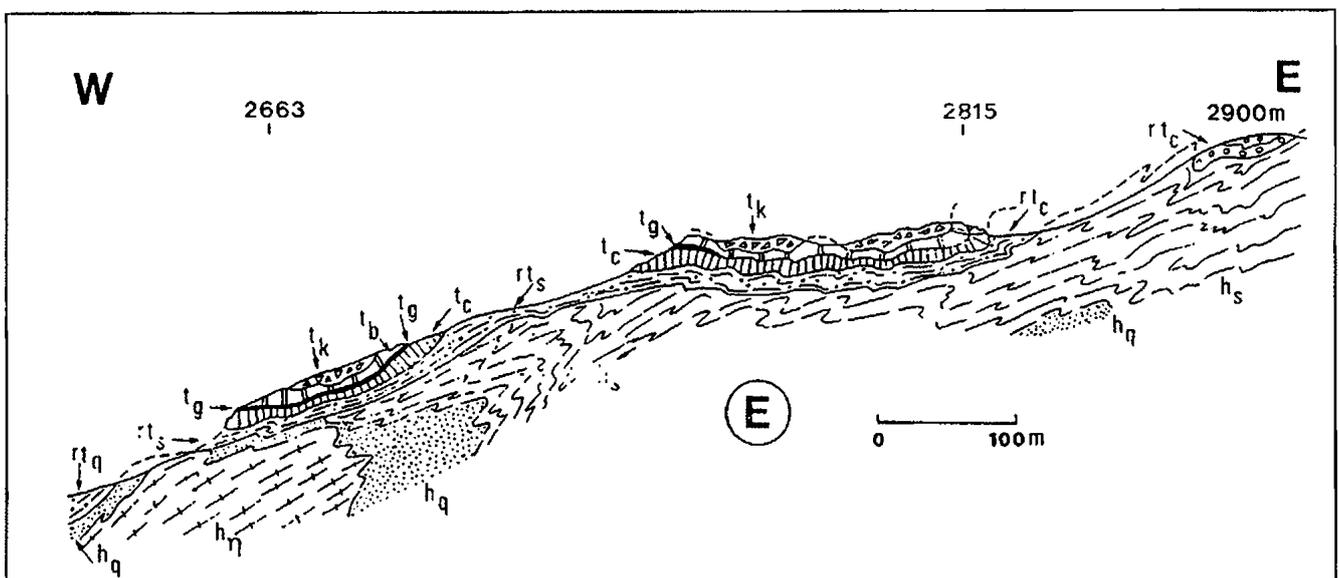
**Le Houiller briançonnais** : épaisse série de grès micacés et de schistes noirs charbonneux, avec des veines de charbon ; ce sont les seuls terrains antépermieniens ayant fourni des fossiles, et ils sont ainsi datés du Namurien au Stéphanien ; les assises sommitales, dépourvues de fossiles, souvent conglomératiques et versicolores, sont classiquement attribuées au Stéphano-Permien ; le passage aux faciès du "Permo-Trias" est progressif, puis après quelques dizaines de mètres de ces séricitoschistes clairs à dragées roses, on passe aux quartzites (téléski des Pierres Blanches) ;

**Les Gneiss du Sapey-Peisey** sont des micaschistes, des granitoïdes et des gneiss migmatitiques ; on peut penser qu'il s'agissait du socle hercynien, voire précambrien, sur lequel ou à côté duquel le Houiller s'est déposé ; leur couverture autochtone est réduite ici à quelques dizaines de mètres de séricitoschistes clairs ("Permo-Trias"), souvent décollés et laminés tectoniquement (mine Saint-Victor), passant progressivement aux quartzites infratriasiques ; cette couverture, sans doute discordante, paraît identique à celle du Houiller, et la position des Gneiss à côté (et non au-dessus) du Houiller pourrait

donc dater du Permien ;

**Les unités de Vanoise** ; elles comportent chacune une série de socle et du Permien discordant ; la structure d'ensemble est encore discutée, mais il existe des indices en faveur d'une adhérence en grand du Permien là où il est épais : il débute en effet régulièrement par des passées calcaires ou carbonatées, dans la face nord de Bellecôte et dans l'unité de la Roche de Mio ; de l'acceptation ou de la négation de la valeur de couverture adhérente des quelques lambeaux de Permien et de calcaires du flanc sud de Bellecôte (point 7) dépend le découpage structural : une série en grand à l'envers selon Ellenberger (1958), Jaillard et Debelmas (tr. inédits), ou un pli couché avec flanc inverse à Permien épais et flanc normal à couverture réduite (fig. J4.2 ; Raoult, 1980 ; Guillot, 1987).

**La couverture triasique décollée** du massif de la Vallaisonnay et de l'Aliet (Broudoux, 1985) ; des quartzites infratriasiques y sont connus, mais détachés de leur substratum.



Coupe E à l'Est du col de la Chiaupe.

elle montre les relations entre Carbonifère, Permo-Trias et Anisien-Ladinien inférieur.

$h_7$ , métadiorites et métagabbros massifs, vert clair. —  $h_a$ , roches leucocrates quartzo-albitiques, finement feuilletées. —  $h_s$ , schistes noirs pyriteux, à lits charbonneux, à passées décimétriques vert pâle (cinérites ?). —  $rt$ , Permo-Trias (faciès évoquant le sommet de  $rt$  de la série de Mio) avec des quartzites ankéritiques ( $rt_a$ ), des schistes séricito-quartzo-albitiques ( $rt_s$ ), clairs, onctueux, à rares quartz roses, à niveaux ankéritiques roux, des quartzites ankéritiques et conglomératiques ( $rt_c$ ) à galets (0,5 - 2 cm) de quartz blancs ou roses, et de schistes noirs. —  $t_c$ , calcaires gris, lités (4 - 5 m). —  $t_g$ , banc (1 m) de grès noir, à débris ou lits centimétriques charbonneux. —  $t_k$ , brèche calcaréo-dolomitique synsédimentaire, à ciment dolomitique gris clair (10 m). —  $t_s$ , cargneules. Par leurs faciès,  $t_c$  et  $t_g$  évoquent l'Anisien ou le Ladinien inférieur ;  $t_k$  peut être du Ladinien, ou du Carnien (?).

*Cross-section E, eastwards of col de la Chiaupe*

Here is an example (see also next fig.) of carbonated Middle Triassic occurrences over Carboniferous, which are common in the southern part of Bellecôte. These occurrences were formerly interpreted as tectonic sheets (Ellenberger, 1958, 1966). They might in fact be a stratigraphic but unconformable cover of Carboniferous, as suggested by the presence of Permian (not mentioned yet) and by their stratiform appearance.

« Carboniferous » :  $h_7$ , massive pale green metadiorite or metagabbros. —  $h_a$ , foliated orthoquartzite. —  $h_s$ , coaly and pyritous black schists, with pale green decimetric bands (cinerites?).

Permian :  $rt$ , (similar to  $rt$  in Roche de Mio, attr. Permo-Triassic) ankeritic grits ( $rt_a$ ), pale soft sericitoschists ( $rt_s$ ) with pink pebbles and reddish ankeritic veins, and ( $rt_c$ ) reddish-brown conglomeratic grits with white or pink quartz pebbles and black schist clasts.

Middle Triassic :  $t_c$ , grey, slaty limestone (4 - 5 m). —  $t_g$ , 1 m of dark hard sandstone with black coaly clasts. —  $t_k$ , syndepositional calcaréo-dolomitic breccia, with a grey dolomitic matrix (10 m). —  $t_s$  and  $t_c$ , facies suggest Anisian or Lower Ladinian ;  $t_k$  might be Ladinian or Carnian (?).

**Fig. J4.6.- Coupe E à l'Est du Col de la Chiaupe.**

Reproduit avec sa légende de Guillot et Raoult (1985). La localisation des coupes est donnée en figure J4.4. La mention "Carbonifère présumé" est à remplacer par "Paléozoïque inférieur probable".

## Sédimentologie du Permien.

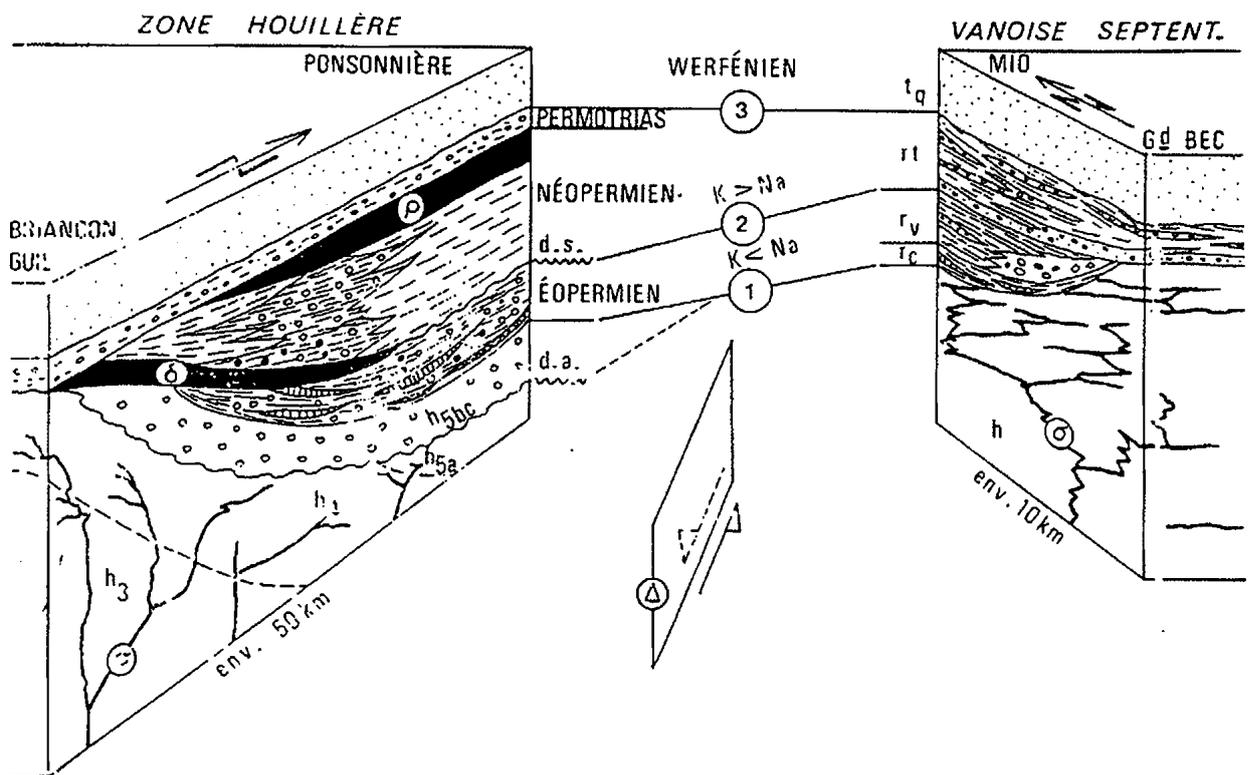
La couleur rouge ou violacée habituelle du Permien continental est modifiée par le métamorphisme, et le faciès le plus fréquent est clair, bleuté, sériciteux, imperméable et fissile. Ce matériel donne des pentes douces, modelées par la solifluxion et les glissements superficiels, et des replats marécageux. Les faciès sont multiples dans le détail, l'ensemble restant monotone et confus à cause de la déformation alpine, avec au moins deux schistosités, ce qui a oblitéré la plupart des structures sédimentaires ; même dans les quartzites infratriasiques, très fracturés, seul le litage en grand est encore décelable, mais l'on ne parvient presque plus à discerner les structures de dépôt décimétriques que nous avons vues aux Rochilles (cf. J2).

Par analogies de faciès avec la série de Rochachille, on peut supposer que le volcanisme a contribué de façon notable à l'édification de la série, avec des épanchements andésitiques à rhyolitiques : des quartzites feuilletés à reliques de quartz rhyolitiques évoquent des tufs ignimbrériques ; le feldspath est abondant dans tous les faciès ; la découverte d'un conglomérat à ciment de tourmalinite permet de considérer la tourmaline, omniprésente en plaques minces, comme issue de phénomènes hydrothermaux. La part exacte du volcanisme reste difficile à faire, mais serait notable (Schade, 1983a). Perruccio-Parison (1984) et moi-même avons étudié la morphologie des zircons, toujours abondants dans le Permien : il s'agit toujours d'un mélange de zircons d'origine volcanique et de zircons d'origine sialique, granitique.

Ainardi (1976), du fait des teneurs en gallium et bore, a suggéré une évolution du continental vers le marin depuis la Formation Versicolore vers la Formation Argentée. Mais les variations géochimiques peuvent aussi être dues aux évolutions minéralogiques, avec une omniprésence de l'albite dans la Formation Versicolore ( $Na > K$  dans les analyses), une prépondérance du quartz et de la séricite dans la Formation Argentée ( $K > Na$ ). La pechblende se localiserait de préférence dans les quartzites feuilletés à mouches carbonatées et patine rouille de la Formation Argentée, où sa présence serait liée à celle de pyrite cuprifère.

## Conclusions.

Ce secteur réduit compte cinq séries que l'on peut présumer permiennes (fig. J4.3), ce qui suggère la grande variabilité latérale du Permien, en faciès et en épaisseur, bien en accord avec l'hypothèse d'un cadre continental pour ces dépôts. La découverte de fossiles dans ces "Permien" risque de prendre encore du temps, si elle se produit un jour en Vanoise. La géochronologie, malgré des progrès techniques récents, est encore gênée par l'effet du métamorphisme alpin, et a été peu pratiquée dans les zones alpines internes en France. Son application serait opportune pour les niveaux volcaniques de la série de la Roche de Mio. Les meilleurs arguments pour voir du Permien en Vanoise restent les analogies de faciès et de succession lithostratigraphique avec la série de Rochachille (fig. J4.7), elle-même encore à dater.



ε ε Corrélations hypothétiques entre le Permien de la Zone houillère (d'après Fabre et Feys, 1966) et celui de la série de Mio

Zone houillère : h<sub>3</sub>, Namurien. — h<sub>1</sub>, Westphalien. — h<sub>5a</sub>, Stéphanien inférieur. — h<sub>5bc</sub>, Stéphanien moyen-supérieur passant au Permien probable. — σ, diorites (filons et sills). — δ, dacites. — ρ, rhyolites. — d.a., discordance asturienne. — d.s., discordance saalienne (?).

Série de Mio : h, Carbonifère présumé indifférencié. — σ, diorites et gabbros. — r<sub>c</sub>, r<sub>v</sub>, r<sub>t</sub>, t<sub>q</sub> : voir fig. 2 et 3. 1, 2, 3, corrélation; envisagées. — Δ, décrochement senestre intrabriançonnais.

ε ε Tentative correlations between Permian in the « Zone houillère » (Fabre et Feys, 1966) and Permian of northern Vanoise

Zone houillère : h<sub>3</sub>, Namurian. — h<sub>1</sub>, Westphalian. — h<sub>5a</sub>, Early Stephanian. — h<sub>5bc</sub>, Middle and Upper Stephanian, with a continuous transition to Permian (?). — σ, dioritic sills and veins. — δ, dacite. — ρ, rhyolite. — d.a., Asturian unconformity. — d.s., Saalian (?) unconformity.

Roche de Mio series : h, « Carboniferous ». — σ, dioritic and gabbroic sills. — r<sub>c</sub>, r<sub>v</sub>, r<sub>t</sub>, t<sub>q</sub> : see fig. 2 and 3. 1, 2, 3, correlations proposed by the authors. — Δ, sinistral strike-slip alpine fault between Zone houillère and Vanoise.

Fig. J4.7.- Corrélations hypothétiques avec le Permien de Rochachille (cf. J2).

Reproduit avec sa légende de Guillot et Raoult (1985). En Vanoise, la mention "Carbonifère présumé" est à remplacer par "Paléozoïque inférieur probable".



## La Zone externe (dauphinoise)

### Allevard et le Collet-d'Allevard Formations du Stéphanien au Trias

#### Objectif :

*L'itinéraire permettra d'étudier la zone des dépôts dits " grès d'Allevard ", rapportés au Permien par analogie faciale et quelques preuves paléontologiques. Il aura aussi pour but d'observer les relations géométriques de ces " grès " avec le socle et Houiller sous-jacents et le Trias sus-jacent, dans l'environnement du **synclinal médian**.*

#### o Les grès d'Allevard.

Guettard donne la première description régionale en 1779 ; E. de Beaumont, dans son célèbre mémoire sur l'explication de la première carte géologique de la France (1848), parle des " *poudingues* " d'Allevard et de la Ferrière qu'il considère comme les " *premières assises du Secondaire reposant sur le Primitif* ". Auparavant, en 1831, Gueymard lève la coupe du Bréda, en amont d'Allevard, qui sert encore de référence et dont on peut suivre le contact avec le Mésozoïque. Sc. Gras (1839 & 1854) décrit les formations du Collet qu'il dénomme " *grauwackes d'Allevard* ". J. Fournet (1850), puis Ch. Lory (1857 & 1861-1864) positionnent les grès d'Allevard à la base du Trias.

C'est finalement P. Lory (1893) qui range les grès d'Allevard dans le Permien par analogie avec les faciès du *Verrucano* lombard des Alpes internes. Cependant, l'absence de certains faciès caractéristiques de la transition permo-triasique (quartzites du Briançonnais) fait encore hésiter W. Killian qui replace les grès d'Allevard à la base du Trias (Killian & Revil, 1908).

Les grès d'Allevard constituent une formation d'origine continentale, aux faciès versicolores ; ils sont discordants sur le socle cristallin (amphibolites inférieures de la série verte) et le Houiller plissé, et sont recouverts par le Trias sus-jacent (dolomie cavernueuse ou cargneule visible à la Frey, par exemple). Les faciès les plus communs sont les arkoses et les conglomérats gris à ocres, les argilites rouge violacé et les schistes noirs localement microconglomératiques ; les véritables grès sont rares. L'ensemble de la formation aurait une puissance inférieure à 200 m.

Gignoux & Moret (1948), sur des considérations de faciès, datent les grès d'Allevard " soit du Trias inférieur, mais avec des faciès lithologiques et une puissance inconnus ailleurs, soit bien plutôt un (du) Permien supérieur".

**o Terrains métamorphiques et plutoniques : socle de la couverture d'âge paléozoïque supérieur à mésozoïque inférieur.**

Les terrains de la partie septentrionale du massif cristallin externe de Belledonne se divisent classiquement en deux rameaux : l'un externe et l'autre interne, séparés par le **synclinal médian** jalonné par le Carbonifère supérieur (Westphalien-Stéphanien).

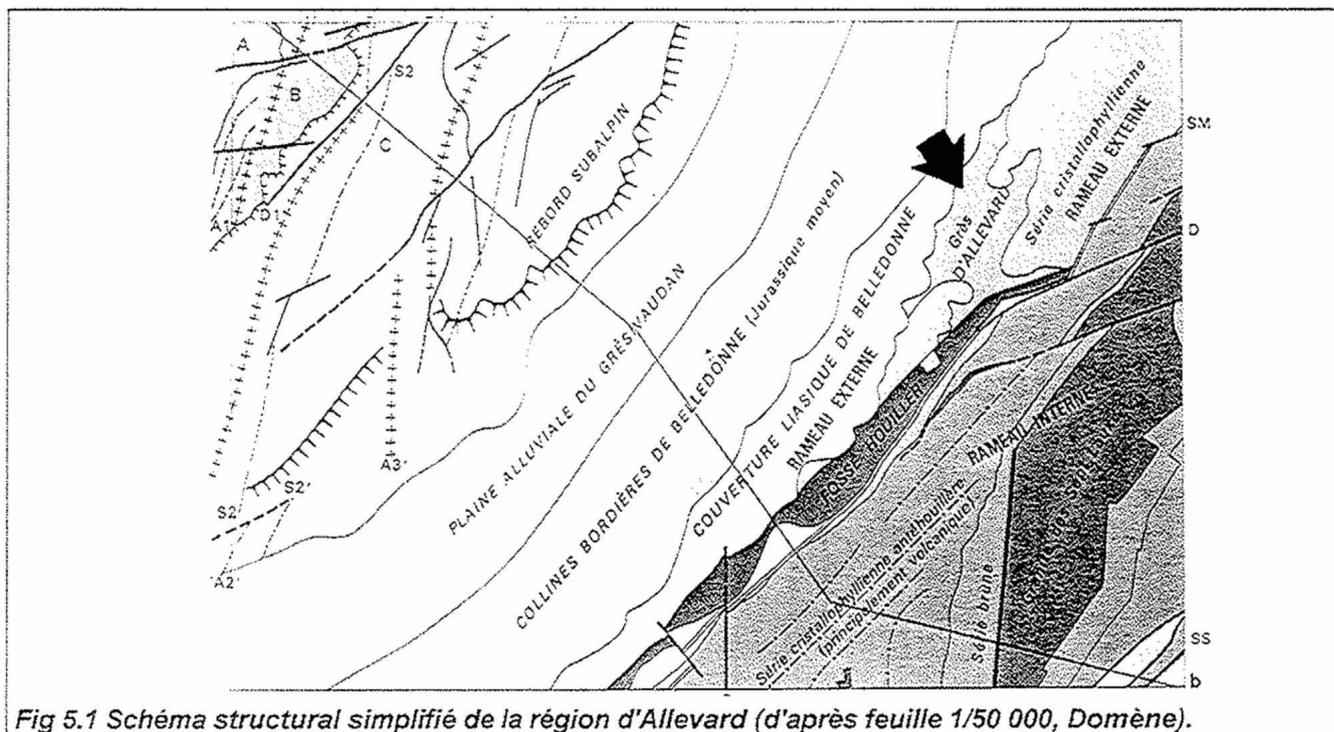


Fig 5.1 Schéma structural simplifié de la région d'Allevard (d'après feuille 1/50 000, Domène).

**Le rameau externe** : il est essentiellement composé de séricitoschistes et de chloritoschistes feldspathiques, le tout étant de lithologie peu différenciée. On y retrouve principalement des schistes satinés, de teinte gris bleuté, à alternance milli- à décimétrique de lits quartzeux et de lits phylliteux. Ces schistes passent en alternance d'un type plus détritique, quartzo-feldspathique formant de gros bancs à débits en dalles, à un type plus phylliteux formant des passées schisteuses intercalaires. On y trouve assez fréquemment des niveaux verdâtres à petits feldspaths ocellaires. Les quartz d'exsudation sont très fréquents.

La schistosité est orientée N.10°E à N.30°E, mais peut tourner N.45°E au voisinage d'accidents, en particulier près du synclinal médian. Elle pend uniformément vers l'ESE, de plus en plus fortement depuis le bord externe du massif de Belledonne jusqu'au **synclinal médian**. L'axe des petits plis est souligné par une linéation minérale qui plonge généralement de 10 à 20° vers le NNE, et est plus rarement subhorizontale, voire à faible plongement vers le sud.

**Le rameau interne** : il est constitué de la série satinée interne, de la série verte et de la série brune. La série satinée interne est composée de séricitoschistes feldspathiques et de conglomérats métamorphiques. Elle est limitée d'un côté par le bord interne et faillé du massif cristallin, et, de l'autre, par une zone d'accidents qui la sépare de la série verte, stratigraphiquement inférieure. Cet accident est jalonné par des schistes carburés rapportés au Houiller. La série satinée est intensément plissée et schistosée, la schistosité étant de N.10°E à N.20°E et de pendage toujours élevé vers l'est ; elle est recoupée par une seconde schistosité N.40°E à N.50°E, en particulier près du bord interne du massif cristallin.

La série verte est représentée, entre le granite de la Lauzière et la zone d'Allevard, par des schistes verts albitiques (série verte supérieure) et des amphibolites et leptynites (série verte inférieure).

La série brune est composée de micaschistes, de gneiss et de leptynites plagioclasiques, à biotite et muscovite, parfois grenat. La granitisation est diffuse dans tout l'affleurement de la série, sous forme de gneiss œillés ou sous forme de filons aplopegmatitiques souvent sécants. C'est par le développement de tels gneiss œillés que l'on passe progressivement vers l'ouest à la zone de bordure du granite des Sept-Laux.

L'ensemble de ces formations métamorphiques, en cours de réexamen (travaux de R.P Menot, 2e édition Domène, 1/ 50 000), pourrait être rapporté à des terrains du Paléozoïque inférieur.

**Le granite des Sept-Laux** : il s'agit d'un granite à biotite, gris, homogène, localement porphyroïde. Sa mise en place semble s'être effectuée par phases successives, ainsi que le prouvent des phénomènes d'auto-enclaves et d'auto-injection.

Il convient de remarquer que les dépôts post namuriens (westphaliens à triasiques) ne sont jamais au contact direct des granitoïdes datés d'environ 320 Ma.



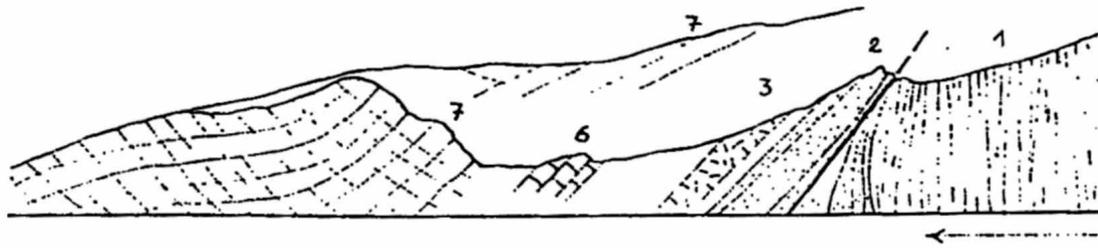
**Fig. 5.2.**

*Vue vers l'Est, depuis le Grand Rocher montrant le rameau interne (zone essentiellement boisée) et les granitoïdes (Valloire) de la ligne de crêtes.*



N W

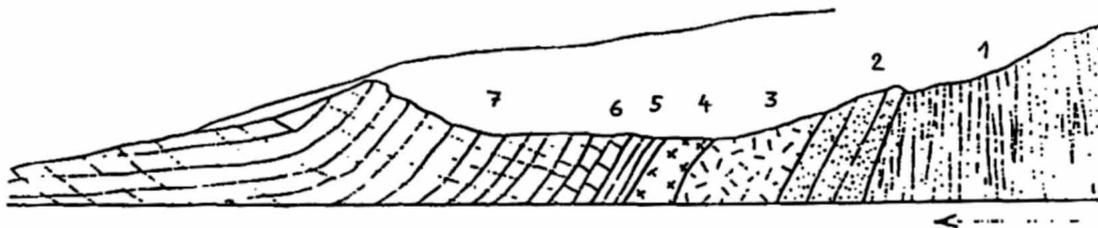
S E



Coupe Rive gauche

N W

S E



Coupe Rive droite.

Échelle 1/2500<sup>ème</sup>

~100 m



- |   |                        |              |
|---|------------------------|--------------|
| 1 | Socle Série satinée.   |              |
| 2 | Grès d'Alleverd.       | PERMIEN      |
| 3 | gypses                 | } TRIAS      |
| 4 | calcaires dolomitiques |              |
| 5 | Infra-Lias             | } JURASSIQUE |
| 6 | Lias inférieur ?       |              |
| 7 | Lias moyen ?           |              |

Fig 5.4. Coupes du Bréda en rive gauche (A) et en rive droite (B), extrait de Ph. Liard (1970).  
 1. Socle (série satinée), 2. Grès d'Alleverd (Permien), 3. Gypse (Trias), 4. Calcaires dolomitiques (Trias),  
 5. Infra-Lias (Trias), 6 et 7. Lias (Jurassique).

INFRA-LIAS  
(RHÉTIEN)

TRIAS

GRÈS d'ALLEVARD

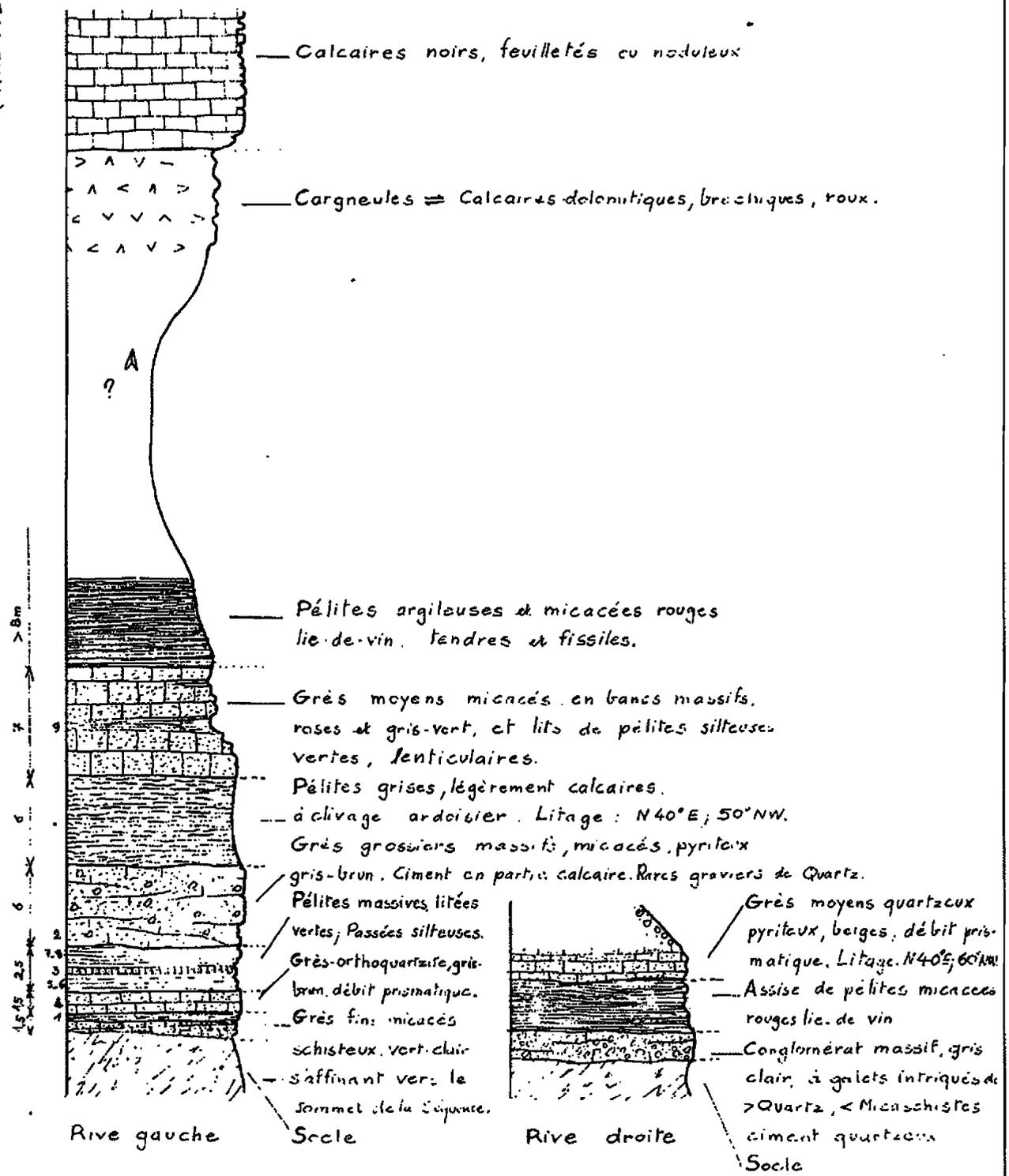


Fig 5.5. Coupe lithologique de la série du Bréda (Ph. Liard, 1970).

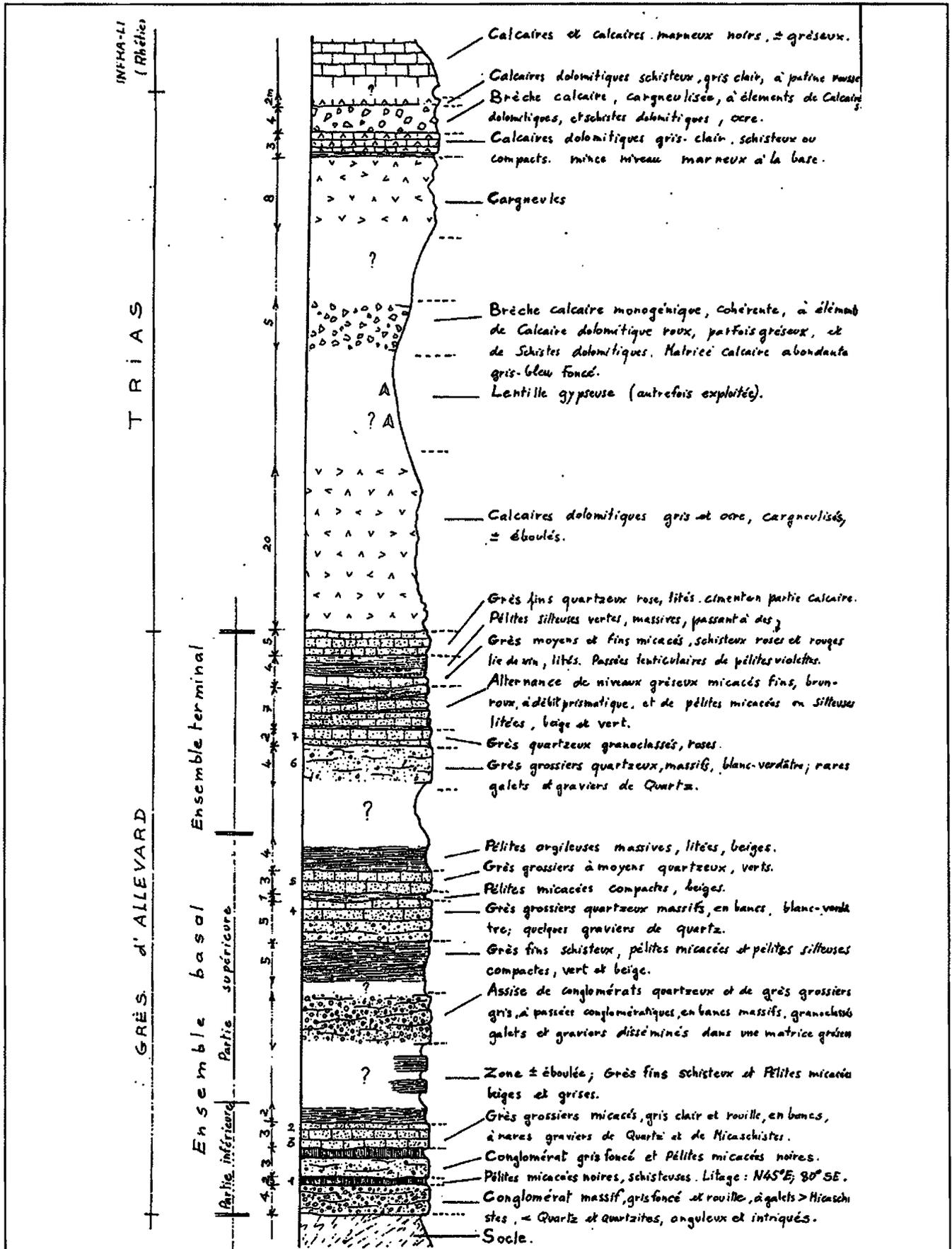


Fig 5.6. Coupe du Permien de la Jeannotte (Ph. Liard, 1970).

## Arrêt 2. Le Super Collet.

Un ensemble dit " Permo-Houiller " est visible le long d'un faisceau d'accidents de socle orientés NNR-SSW, allant du Mont Mayen à la vallée du Haut Gelon. Il comporte des conglomérats et des pélites réparties en trois ensembles (Fig. 7 & 8) :

**Westphalien-Stéphanien** : il s'agit de conglomérats, de grès et de schistes noirs transgressifs sur le socle. Ils n'affleurent que dans les structures profondes (torrent du Veyton, Nant des Fruitières, etc.).

Le conglomérat est formé de galets de quartz, micaschistes, gneiss, granite ou amphibolite à ciment quartzeux et micacé ; les schistes, où quelques veines de charbon ont pu être exploitées aux Ramiettes (rive droite du Joudron), ont livré des empreintes végétales, ainsi qu'à Prétermont : *Callipteridium pteridium*, *Alethopteris grandini*, *Dicksonites plückenetii*, permettant de comparer ces terrains au Houiller de l'ensemble des massifs cristallins externes (Westphalien D-Stéphanien A-B).

**Stéphanien supérieur-Autunien inférieur** : il s'agit de conglomérats, de grès clairs et de schistes gris. Cette série détritique comporte, vers la base, des grès fins et des pélites gris sombre très fossilifères : *Pecopteris cyathea*, *P. affinis*, *P. monyi*, *P. unita*, *P. pseudo-oreopteridia*, *Odontopteris minor*, *Taeniopteris tenuis*, *Annularia radiata*, *A. stellata*, *Sterophyllites equisetiformis*, *Calamites cisti*, *Sphenophyllum emarginatum*, *Calamites undulatus*, *Mixoneura alpina*. Cette flore donne un âge s'étendant du Stéphanien à l'Autunien.

**Permien** : il s'agit de conglomérats, de grès et de pélites violettes ou vertes. Plus épais que le terme précédent, il n'a pas fourni de flore, sauf dans la formation du Grand Rocher (cf J6) dont les auteurs en font un équivalent.

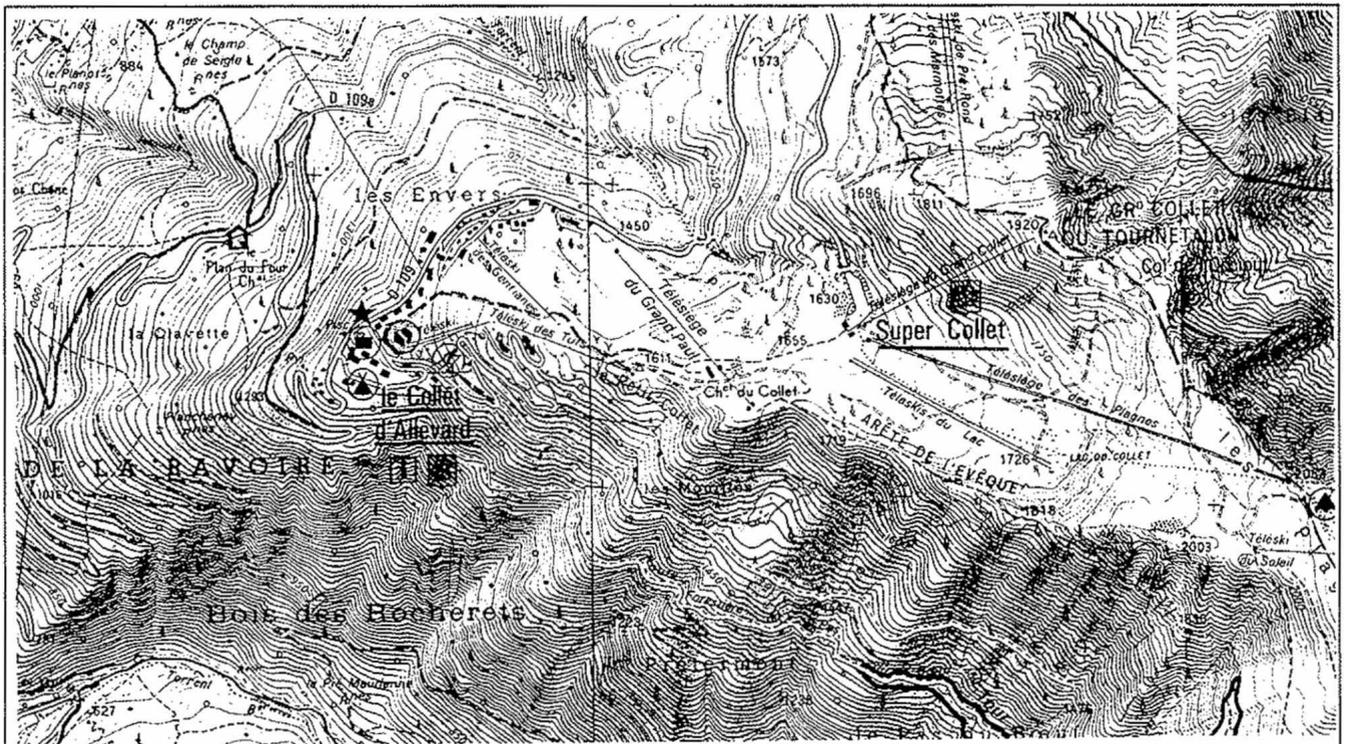


Fig 5.7. Carte topographique du secteur Collet-d'Allevard, Super Collet.

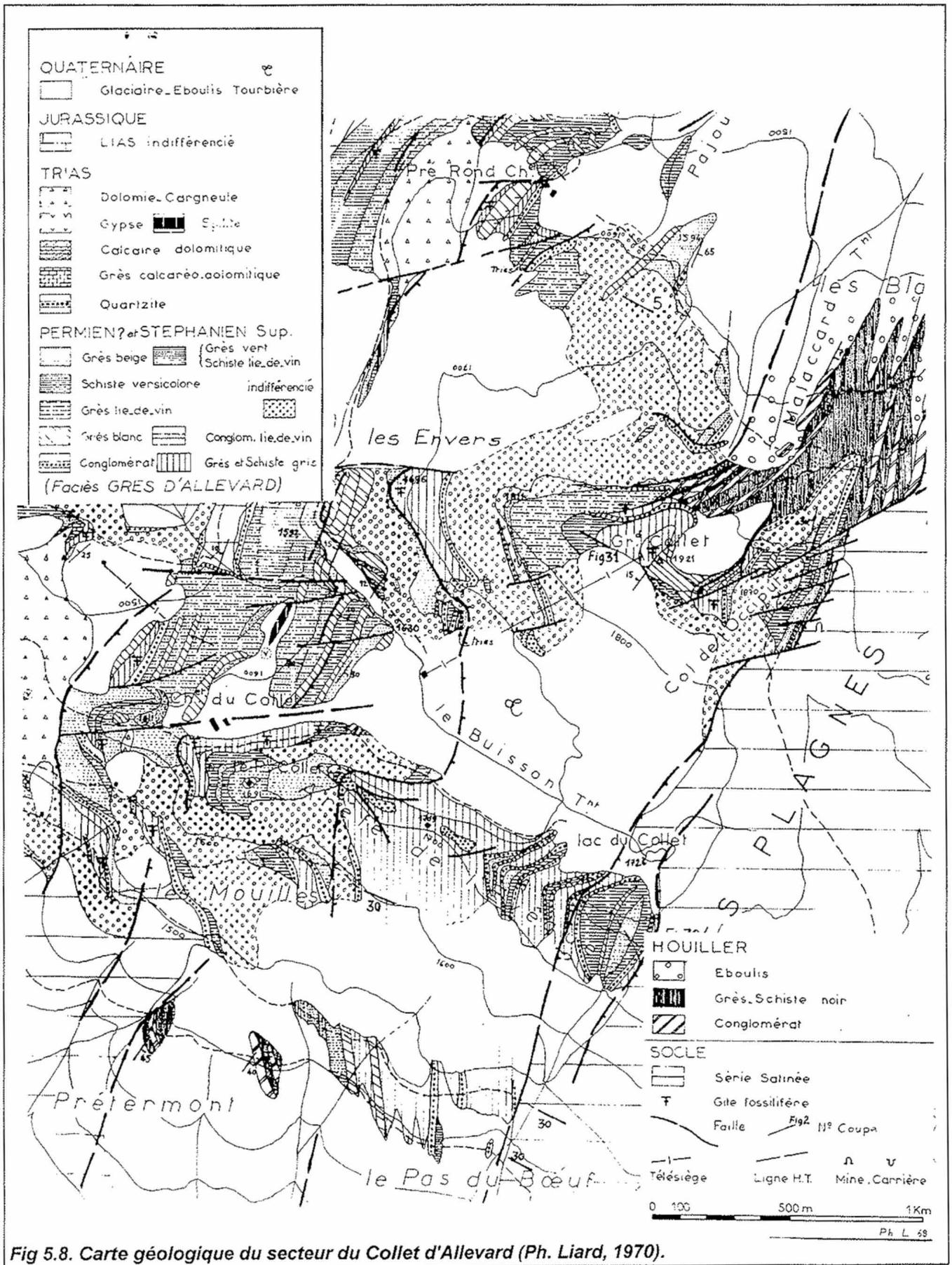


Fig 5.8. Carte géologique du secteur du Collet d'Allevard (Ph. Liard, 1970).

## o l'exploitation du fer.

Le " pays d'Allevard " recèle des traces d'anciennes exploitations minières. Il fut abondamment exploité pour ses pierres de taille (calcaire bajocien), ses gypses, ses ardoises, ses grès réfractaires, ses charbons (anthracite de Saint-Mury, la Boutière, etc.) mais, surtout, pour ses minerais de fer ( $\text{FeCO}_3$ ) activement recherchés depuis le XIIe siècle. Les " grès d'Allevard ", en raison de leur faible intérêt économique, ont ainsi fait l'objet de peu d'études ; leur position structurale a donné lieu à des interprétations controversées.

Les travaux miniers se sont développés à partir du Moyen Age (Sciafert, 1926). Il existe encore de nombreuses traces dans le paysage : anciennes mines, scories, puits, échantillons de sidérose, etc. L'activité minière a aussi laissé sa marque dans la toponymie, principalement à la Ferrière, toponyme connu depuis le XIe siècle. Les moines de l'abbaye de Saint-Hugon ont été parmi les premiers à promouvoir la sidérurgie dans la région d'Allevard. Cette industrie s'est poursuivie jusqu'au XXe siècle.

Il n'existe pas de relation directe entre les dépôts permien et les filons quartzeux à sidérose ; il est cependant intéressant de constater la liaison entre les processus hydrothermaux ayant permis la minéralisation et des fractures situées à proximité du contact (généralement invisible) entre les sédiments permien et le socle.

La minéralisation (Ducros, 1974) pourrait être datée de phases orogéniques tardives, postérieures à la déformation du Houiller, mais antérieure au dépôt du Permien.

## La Zone externe (dauphinoise)

### Le Permien du Grand Rocher

#### Objectif :

*La journée sera consacrée à la coupe du Grand-Rocher, depuis la station du Pleynet jusqu'au Crêt Luisard. Il s'agit de la coupe la plus complète du Permien de la zone externe septentrionale.*

#### o Itinéraire pédestre le long de la crête du Grand Rocher.

Les premiers éléments paléontologiques reconnus dans les grès d'Alleverd datent de 1950, lorsque Gidon découvrit à l'aplomb du Grand Rocher, dans un niveau de grès fins, gris noirâtre, schistoïdes, contenant vers le sommet une intercalation de 0,20 m de dolomie, un fragment unique d'une Équisétinée appartenant au genre *Calamites*. D'après J. Ricour, ce *Calamites* serait antérieur au Trias. Ch. Greber lui attribua un nom générique : *Calamites cisti* qui n'est pas connu au-dessus du Permien inférieur. Gidon conclut que les grès d'Alleverd représentent " une formation s'étendant sur à peu près tout le Permien ", la base (Autunien) étant absente du fait de la discordance sur le Houiller que l'auteur attribue à la tectonique allobrogiennne au sens de M. Lugeon (1930).

Corsin & Tobi (1954) trouvèrent un niveau plus riche dans un autre secteur du Grand Rocher, à 1 300 m au SW du point sommital, dans un grès gris, argileux, à muscovite avec de très minces couches jaunâtres d'un grès un peu plus grossier. C'est grâce à ces petits lits, de nature lithologique différente, que la roche se fend parfois selon la stratification et montre des empreintes végétales de deux sortes : d'une part, de nombreuses feuilles de *Cordaites* qu'on ne peut pas déterminer spécifiquement, d'autre part un rameau de Conifère du genre *Walchia* (*Lebachia* ou *Ernestiodendron*) ou plutôt *Pseudovoltzia*.

Les *Cordaites* ne sont connues avec certitude que jusqu'au Permien inférieur. Les *Pseudovoltzia* apparaissent au Permien et s'éteignent à la fin du Trias. En conséquence l'âge des grès serait permien inférieur. Il faut noter que les niveaux fossilifères identifiés par Gidon d'une part, Corsin & Tobi d'autre part, seraient situés à la base de la formation des grès d'Alleverd.

Tobi (1958), au cours d'une étude minéralogique détaillée des éléments constituant les grès d'Alleverd, signale l'absence de tout granite dans les niveaux conglomératiques et la présence de fragments d'une rhyolite inconnue à l'affleurement dans le massif de Belledonne. Ces traces d'un magmatisme aérien d'âge paléozoïque supérieur semblent indiquer que le volcanisme a pu jouer un rôle important dans la sédimentation de la formation des grès d'Alleverd.

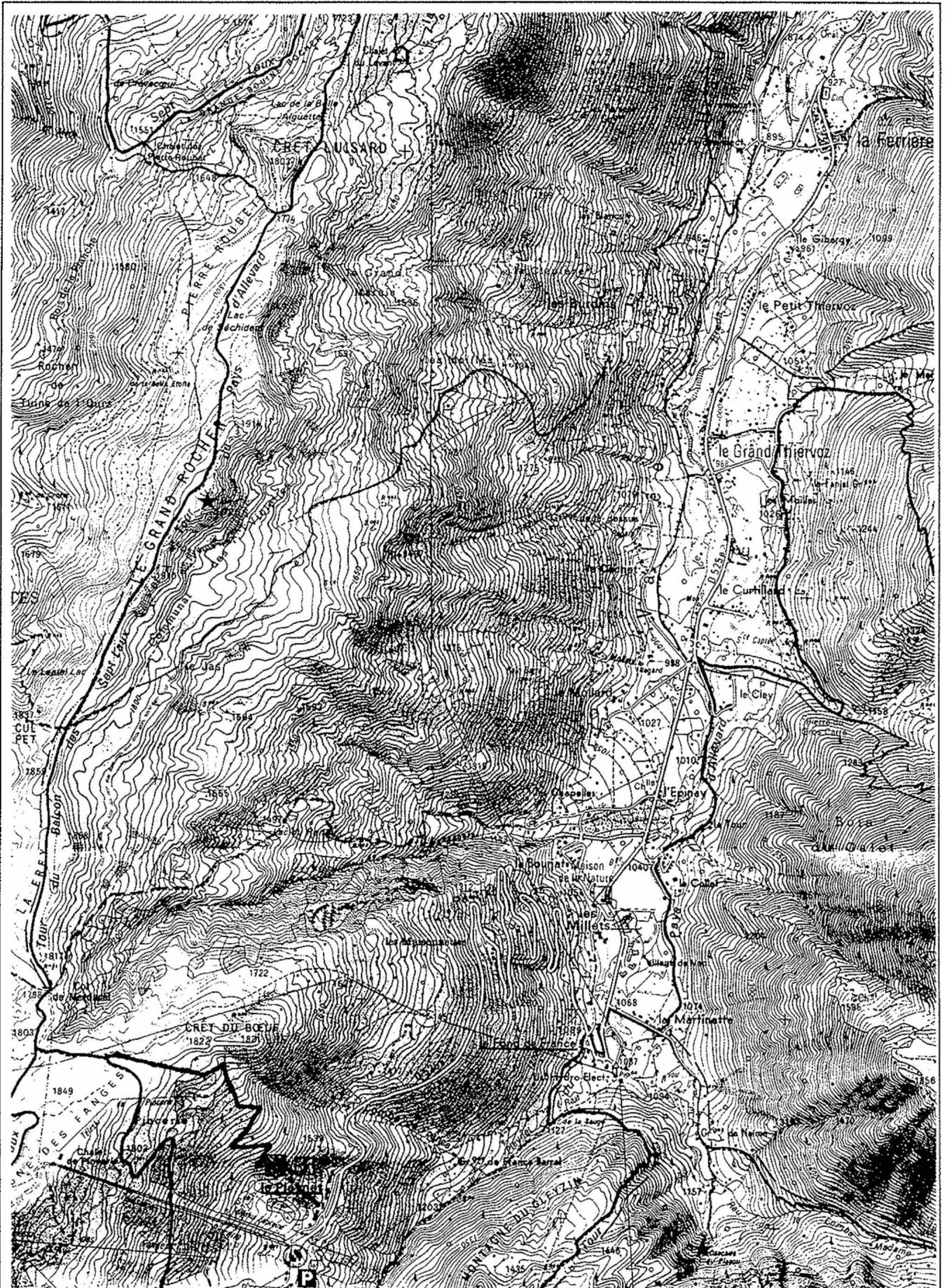


Fig 6.1. Carte topographique du secteur Pleynet-Grand Rocher-Crêt Luisard.

La coupe du Grand Rocher a été levée par B. Pomerol (1967). Le versant sud-est du Grand Rocher forme une falaise de quelque 70 m dans laquelle peut être faite la coupe la plus complète (Fig 6.2.)

Les rapports entre les formations gréseuses ("grès d'Alleverd") et le socle métamorphique sont difficiles à observer dans ce secteur. Ils sont visibles localement sur le rebord ouest, en redescendant vers la vallée du Grésivausan (J.-Cl. Barféty, comm. pers.).

Dans le secteur du Communal des Violettes, à la base, la série comporte des schistes gréseux très fins interstratifiés dans des grès à galets de quartz, et des conglomérats. Au-dessus on trouve des schistes gréseux violacés. La coupe n'est pas continue avec la falaise du Grand Rocher *sensu stricto*.

La coupe type comprend :

- à la base des grès grossiers gris à galets de quartz avec quelques stratifications entrecroisées peu marquées de direction NE-SW avec un pendage de 10°, visibles sur 5 à 6 m. Les galets de quartz sont plus ou moins disposés à plat.

- 10 m de grès fin, à patine rousse ou noire, gris ocre, en petits bancs. Intercalé dans ces grès se trouve un banc de dolomie compacte, grise, à patine rousse.

- 8 m de grès gris grossier en bancs séparés par des intercalations pélitiques avec des petits galets de quartz.

- 2,5 m de grès schisteux gris noir.

- 1,5 m de dolomie.

- 1,5 m de grès schisteux identiques au précédent.

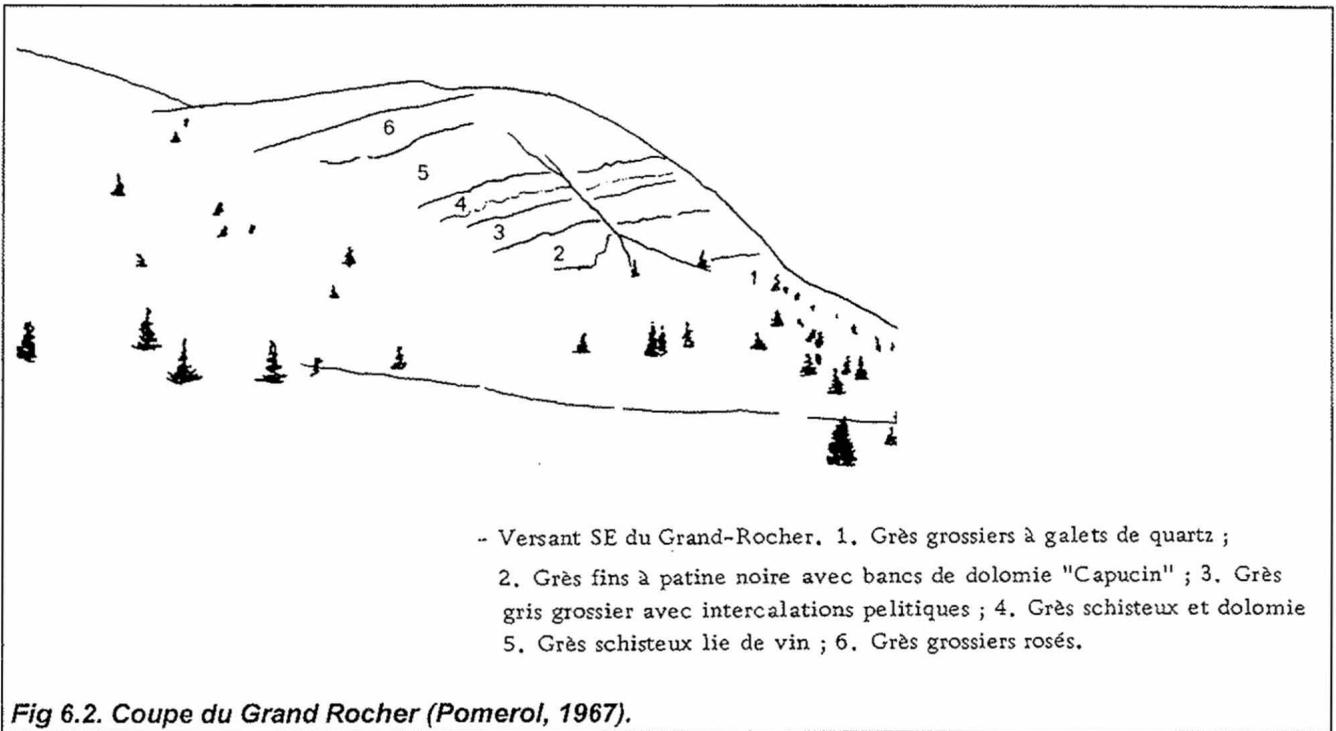
- 3 m de grès fin noir, à patine noire.

- 8 à 10 m de grès grossiers à galets de quartz situés à la base des bancs.

- schistes gréseux lie de vin très visible dans la topographie, avec des nodules pyriteux sur une épaisseur de 10 m, passant vers le sommet à des grès grossiers à galets de quartz (6 m) et de nouveau des schistes gréseux versicolores.

La lithologie des formations du Grand Rocher est régulièrement agencée : direction des bancs N. 040°E, pendage 50 à 60° vers l'ouest. La schistosité est très nette, mais plus irrégulière dans le détail.

On peut alors distinguer deux ensembles principaux : Une partie inférieure à sédimentation grossière prédominante et de couleur sombre. Une partie supérieure plus pélitique, avec cependant quelques apports grossiers, de couleur lie de vin caractéristique.



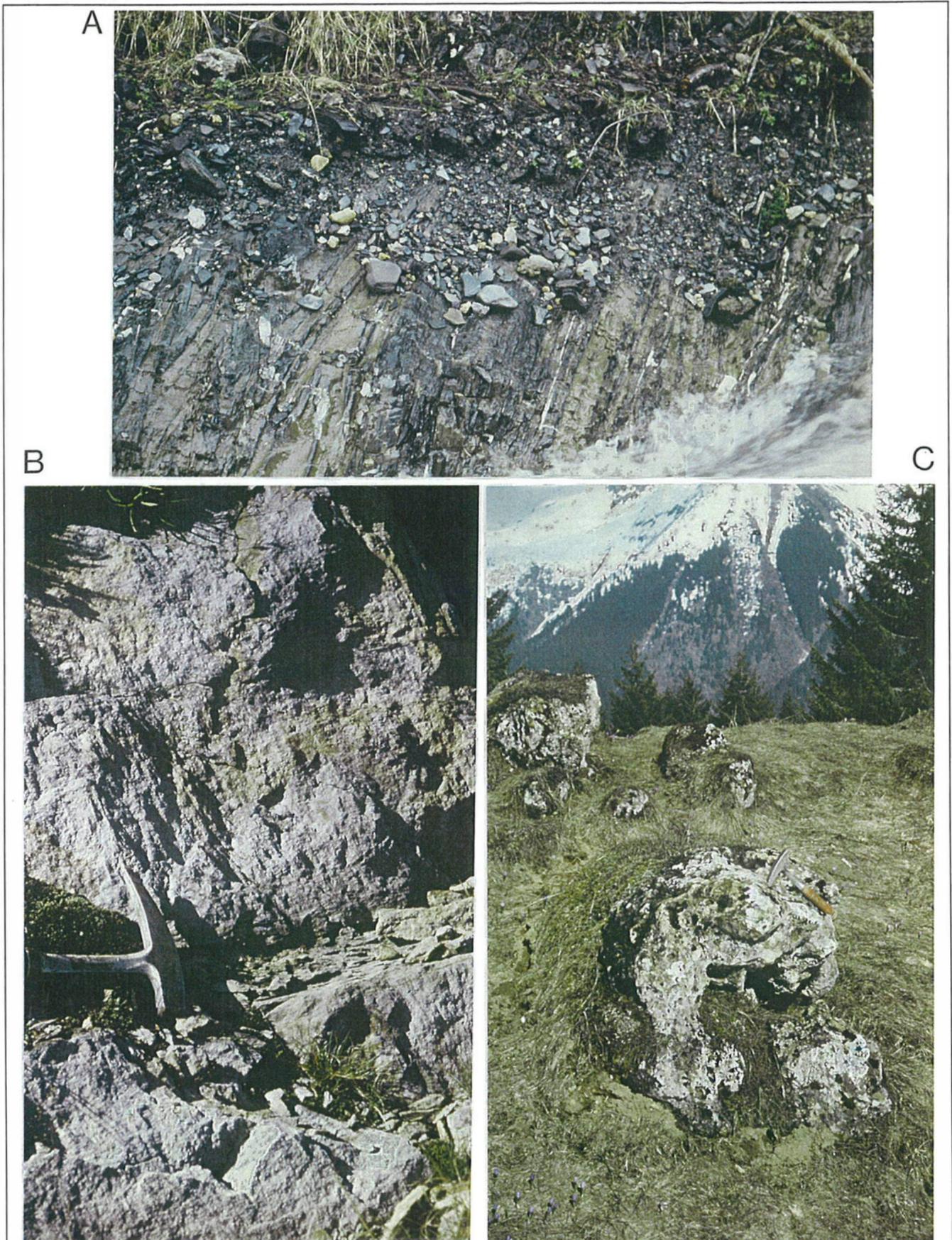
En plus du Permien, les observations de terrain permettront de voir les différents faciès caractéristiques du Houiller et du Trias (Fig 6.3.).

Le Houiller est représenté par l'affleurement du Vaugelat, qui s'étend sur environ 4 km entre la Bourjat et la Montagne des Fanges. Il se prolonge vers le NE et le SW, le long du synclinal médian. Il s'agit de schistes noirs intensément déformés qui ont donné lieu à l'exploitation d'ardoises (Montagne de Pipay notamment). Azoïque dans le secteur observé, ce Houiller a révélé ailleurs des empreintes de *Mixoneura ovata* et de *Pecopteris arborescens* caractéristiques respectivement du Westphalien D et du Stéphanien A.

Le Trias est fréquemment rencontré sous un faciès de cargneules (ou dolomies cavernieuses recristallisées). Il repose sur les grès permien dans le secteur de la Frey, ainsi que, plus localement, entre le Grand Rocher et le Crêt Luisard. Il existe également un faciès de gypse bien visible dans le paysage (partie supérieure du ravin du Vaugelat) et près des fermes ruinées à la Frey (Fig. 6.3).

**o Dernier arrêt (La Ferrière, vers 18h00).**

La lithologie spécifique de cet affleurement révèle de nombreux hydroxyles sur radicaux  $C_nH_{2n+1}$ . Une forte concentration de Permophiles est attendue en ce lieu ...

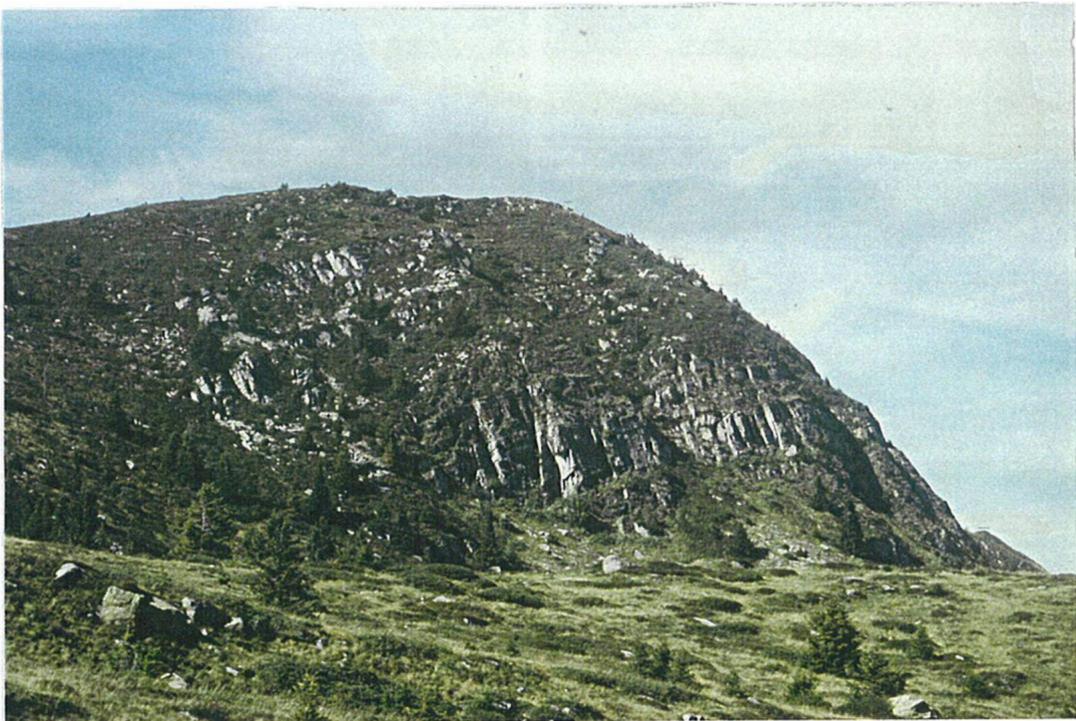


**Fig 6.3. Faciès caractéristiques.**

(A) Houiller (ravin du Vaugelat), (B) Grès d'Allevard (base du Grand Rocher), (C) Cargneules du Trias (près du col de Merdaret).



A



B

**Fig. 6.4. Le Grand Rocher dans le paysage.**

A. Vue depuis l'Est sur l'ensemble de la crête. B. Vue de la falaise du Grand Rocher (cf aussi 6.2).

# Cartographie

## ***Cartes géologiques de la France à 1/50 000 (édition BRGM) :***

Bourg-Saint-Maurice (727), Domène (773), La Grave (798), La Rochette (750), Modane (775), Montmélian (749), Moûtiers (751), Saint-Jean-de-Maurienne (774)

## ***Cartes géologiques de la France à 1/80 000 (édition BRGM) :***

Saint-Jean-de-Maurienne (179), Briançon (189)

## ***Cartes géologiques de la France à 1/250 000 (édition BRGM) :***

Gap (30) , Annecy (35).



## Bibliographie

- AINARDI J.-L. (1976).- Le Permo-Trias épimétamorphique de la région de La Plagne-Champagny-en-Vanoise (Alpes Occidentales Françaises). Caractères pétrographiques et géochimiques des minéralisations uranifères et de leur environnement. - Thèse Doct. Spéc., Univ. Nancy I, 118 p.
- AMSTUTZ A. (1962). - Notice pour une carte géologique de la vallée de Cogne et de quelques autres espaces au sud d'Aoste. - *Archives des Sciences*, Soc. Phys. Hist. Nat. Genève eds., 15, fasc.1, p.1-104.
- ANTOINE P. et KERCKHOVE C. (1966). - Feuille d'Albertville, 2ème édition, *Notice explicative de la Carte géologique à 1/80 000*, Service de la Carte Géologique, Paris, 12 p.
- ANTOINE P., BARFÉTY J.-C., VIVIER G., DEBELMAS J., DESMONS J., FABRE J., LOUBAT H. et VAUTRELLE C. (1992). - *Notice explicative de la Carte géologique de France*, 1/50 000, feuille Bourg-Saint-Maurice, 727, BRGM.
- ANTOINE P., BARFÉTY J.-C., VIVIER G., GROS Y., FUDRAL S., LANDRY P. et FABRE J. (1993). - *Carte géologique de France (1/50 000)*, feuille Bourg-Saint-Maurice, 727, BRGM.
- BARBIER R. (1948). - Les zones ultradauphinoise et subbriançonnaise entre l'Arc et l'Isère. - *Mém. Serv. carte géol. Fr.*, 291 p., Paris.
- BARBIER R., BARFÉTY J.-C., BOCQUET A., BORDET P., LE FORT P., MELOUX J., MOUTERDE R., PÊCHER A. et PETITEVILLE M. (1976). - *Notice explicative de la Carte géologique de France (1/50.000)*, feuille La Grave, 798, BRGM.
- BARBIER R., BARFÉTY J.-CL., BORDET P., BULARD P.F., DEBELMAS J., FABRE J., FEYS R., GREBER C., GILLOT-BARBIERI C., LACOMBE J.-C., LE FORT P., MOUTERDE R., PÊCHER A., PETITEVILLE M., RIVOIRARD R., TISSOT B. et VIALON P. (1976). - *Carte géologique de France (1/50.000)*, feuille la Grave, 798, BRGM.
- BAUDIN T. (1987).- Étude Géologique du Massif du Ruitor (Alpes franco-italiennes) : évolution structurale d'un socle briançonnais.- Thèse Doct. Univ. Grenoble, 259 p.
- BAYER R., CAZES M., DAL PIAZ G.V., DAMOTTE B., ELTER G., GOSSO G., HIRN A., LANZA R., LOMBARDO B., MUGNIER J.L., NICOLAS A., NICOLICH R., POLINO R., ROURE F., SACCHI R., SCARASCIA S., TABACCO I., TAPPONNIER P., TARDY M., TAYLOR M., THOUVENOT F., TORREILES G. et VILLIEN A. (1987). - Premiers résultats de la traversée des Alpes occidentales par sismique réflexion verticale (programme ECORS-CROP). - *C.R. Acad. Sci. Paris*, 305, série II, n° 18, p.1461-1470.
- BEAUCHAMP J. (1993).- Teneur en bore/lithium et paléoenvironnements du Trias détritique du Briançonnais. - *Actes 116ème Congr. nat. soc. sav.*, éd. C.T.H.S. Paris, sect. Sciences, p.23-31.
- BERTRAND J.-M., GUILLOT F., LETERRIER J., PERRUCHOT M.-P., AILLÈRES L. et MACAUDIÈRE J. (1996). - Granitoïdes de la zone houillère briançonnaise, géologie et géochronologie U-Pb. - 16ème Réun. Sci. Terre, Orléans, Soc. Géol. Fr. eds, p.50.
- BEUCLER M. (1995).- Les granophyres du Mont Pourri, position lithostratigraphique et pétrologie. - Mém. Diplôme Univ. Lausanne (inédit), 132 p.
- BIZARD C. (1955). - Présence de pechblende dans le Permo-Trias épimétamorphique des Alpes françaises. - *C.R. Acad. Sci. Paris*, 240, p.791-793.
- BOCQUET [DESMONS] J. (1974). - Études minéralogiques et pétrologiques sur les métamorphismes d'âge alpin dans les Alpes françaises. - Thèse Etat, Univ. Grenoble, 490 p.
- BONIN B. (1987). - Réflexions à propos de la répartition des granitoïdes dans les massifs cristallins externes des Alpes françaises. - *Géologie Alpine*, 63, p. 137-149.
- BONIN B. (coordinateur), BRANDLEIN P., BUSSY F., DESMONS J., EGGENBERGER U., FINGER F., GRAF

- K., MARRO Ch., MERCOLLI I., OBERHÄNSLI R., PLOQUIN A., von QUADT A., von RAUMER J., SCHALTEGGER U., STEYRER H.P., VISONÀ D. et VIVIER G. (1993). - Late Variscan magmatic evolution of the Alpine Basement. - In: Von Raumer et Neubauer Eds., Pre-Mesozoic geology in the Alps, SpringerVerlag, p. 171-201.
- BROMLEY R.G et ASGAARD V. (1972). - Notes on Greenland trace fossils. I. Freshwater cruziana from Upper Triassic of Jameson Land, E. Greenland. - *Gronlands geol.unders rapp*, 49, p.7-13.
- BRONNER G.& DEMATHIEU G.(1977). - Premières traces de Reptiles archosauriens dans le Trias autochtone des Aiguilles Rouges (Col des Corbeaux, Viel Eموsson, Valais, Suisse). Conséquences paléogéographiques et chronostratigraphiques. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 285, série D, p.649-652.
- BROUDOUX B. (1985). - Géologie des unités de Vanoise septentrionale et méridionale de Pralognan à Tignes (Alpes de Savoie). - (inédit) Thèse 3ème cycle, Univ. Lille, 229 p.
- BROUSMICHE-DELCAMBRE C., MERCIER D. et COQUEL R. (1995).- Implications stratigraphiques de la révision de la flore carbonifère au Sud de Briançon. - *C.R. Acad. Sci. Paris*, 320, IIa, p.335-340.
- BUSSY F., DERRON M.-H., JACQUOD J., SARTORI M. et THÉLIN P. (1996). - The 500 Ma-old Thyon metagranite: a new A-type granite occurrence in the western Penninic Alps (Wallis, Switzerland). - *Eur. J. Mineralogy*, 8, p.565-575.
- BUSSY F., SARTORI M. et THÉLIN P. (1996). - U-Pb zircon dating in the middle Penninic basement of the Western Alps (Valais, Switzerland). - *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.*, 76, p. 81-84.
- CABY R. (1964). - Étude géologique du bord interne de la zone briançonnaise et de la bordure des schistes lustrés entre Modane et la Vallée Etroite (Savoie, haut Val de Suse). - *Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Grenoble*, 40, p.131-186.
- CABY R. (1992).- Hiérarchie des déplacements et exhumation du socle de la Zone Briançonnaise, des Alpes Cottiennes aux Alpes Graies. - *C.R. Acad. Sci. Paris*, 315, série II, p.1517-1523.
- CANNIC S., LAPIERRE H., SCHÄRER U. & MUGNIER J.-L. (1996).- Les tholéiites du domaine valaisan (Alpes occidentales) : magmatisme carbonifère lié à une extension crustale.- 16ème Réun. Sci. Terre Orléans, Soc. Géol. Fr. eds, p.74.
- CASSINIS G. et NERI C. (1992). - Sedimentary and palaeotectonic evolution of some Permian continental basins in the central Southern Alps, Italy. - *Cuadernos de Geologia Ibérica*, 16, p.145-176.
- CHATEAUNEUF J.-J. et FARJANEL G. (1989). - Synthèse géologique des bassins permien français. - *Mém. BRGM*, 128, 288 p.
- CORSIN P. et TOBI A.C. (1954). - Nouvelles données sur l'âge des "grès d'Alleverd" (massif de Belledonne, Isère). - *C.R. Acad. Sci. Paris*, 239, 16, p.984-986.
- D'AMICO C. (1986). - Volcanic sequence in Trentino-Alto Adige. Field Conference on Permian and Permian-Triassic boundary in the South-Alpine segment of the Western Tethys. - *Mem. Soc. Geol. Italiana*, p. 16-22.
- D'AMICO C. et DEL MORO A. (1988). - Permian and Triassic Rb-Sr dating in the Permian rhyodacitic ignimbrites of Trentino (Southern Alps). - *Rend. Soc. Ital. Mineral. Petrol.*, 43, p. 171-180.
- DEBELMAS J. (1974). - Géologie de la France. 2 - Les Chaînes plissées du cycle alpin et leur avant-pays. - Doin éditeur, Paris, 531 p.
- DEBELMAS J. et collaborateurs (1970). -Alpes (Savoie et Dauphiné). Coll. *Guides Géologiques régionaux*, Masson et Cie, Edit., 216 p.
- DEBELMAS J. et collaborateurs (1983).-Alpes du Dauphiné. Coll. *Guides Géologiques régionaux*, Masson et Cie, Edit., 198 p.
- DEBELMAS J., BARFÉTY J.-C., DABROVSKY H., DESMONS J., ELLENBERGER F., GOFFÉ B., GUILLOT F.,

- JAILLARD É., PACHOUD A. et RAOULT J.-F. (1989). - Notice explicative de la feuille Moûtiers, *Carte géol. France à 1/50 000*, BRGM, n° 751, 53 p.
- DEBELMAS J., DESMONS J., CARRARO F., GIRAUD P., MONTJUVENT G. et SACCHI R. (1979). - Notice explicative de la feuille Annecy, *Carte géol. France à 1/250 000*. - BRGM, 56 p.
- DEMATHIEU G. et WEIDMANN M. (1982). - Les empreintes de pas de Reptiles dans le Trias du Vieux Emosson (Finhaut, Valais, Suisse). *Eclog. geol. Helv.*, 75/3, p.721-757.
- DÉTRAZ G. (1984). - Étude géologique du bord interne de la zone houillère briançonnaise entre la vallée de l'Arc et le massif de Péclet-Polset (Alpes de Savoie). - Thèse 3ème cycle, Univ. Grenoble, (inédit), 176 p.
- DÉTRAZ G. et LOUBAT H. (1984).- Faciès à disthène, staurotide et grenat dans un micaschiste appartenant à l'unité des (Vanoise, Alpes centrales).- *Géol. Alpine*, Grenoble, t. 60, p. 5-12.
- DUCROS J.-B. (1974). - Étude géologique et gîtologique du massif d'Allevard. Chaîne de Belledonne (Savoie). - Thèse 3ème cycle, Grenoble, 123 p., 57 pl.
- ELLENBERGER F. (1958). - Étude géologique du pays de Vanoise. - *Mém. carte géol. Fr.*, 561 p.
- ELLENBERGER F. (1966). - Le Permien du pays de Vanoise. - Atti del Symposium sul Verrucano, Pisa, septembre 1965, Soc. Tosc. Sc. Nat., p.170-211.
- FABRE J. (1961).- Contribution à l'étude de la zone houillère en Maurienne et en Tarentaise (Alpes de Savoie). - *Mém. BRGM*, Orléans, n° 2, 315 p.
- FABRE J. et FEYS R. (1966).-Les séries bariolées du Massif de Rochachille, leurs rapports avec le "Verrucano" de Briançon et les "permien" de Maurienne et de Tarentaise. - Atti del symposium sul Verrucano, Pisa, septembre 1965, Soc. Tosc. Sc. Nat., p. 143-169.
- FABRE J., FEYS R. et GREBER Ch. (1958).- L'importance de l'orogénèse hercynienne dans les Alpes occidentales. *Bull. Soc. géol. France*, 6, V, p.233-242.
- FABRE R. (1982).- Le Paléozoïque briançonnais au Nord de Névache : analyse des déformations alpines d'un secteur de la zone "axiale" briançonnaise. - Thèse Doct. Spéc., Univ Grenoble (inédit), 318 p.
- FABRE R., GIDON M. et TRICART P. (1982). - La structure du Paléozoïque de la zone briançonnaise axiale au Nord de Névache. - *Géologie Alpine*, 58, p.31-52.
- FERRARA G. et MALARODA R. (1969). - Radiometric age of granitic rocks from the Argentera Massif (Maritime Alps). - *Bull. Soc. Geol. Ital.*, 88, p.311-320.
- FEYS R. (1963). - Étude géologique du Carbonifère français. - *Mém. BRGM*, n° 6, 397 p.
- FEYS R. et GREBER C. (1972). - L'Autunien et le Saxonien en France. In: Rotliegend. Essays on european lower Permian, FALKE. H. édit., E. J. BRILL, p. 114-136.
- FOURNET J. (1850). - Notes sur quelques résultats d'une excursion dans les Alpes. - *Bull. Soc. géol. France*, VII, p.548.
- FREY R.W., PEMBERTON G.S. et FAGERSTROM J.A. (1984). - Morphological, ethological and environmental significance of the ichnogenera *Scoyenia* and *Ancorichnus*. - *J. Paleontology*, 58, 2 , p.511-528.
- GAND G. (1973). - Contribution à l'étude géologique des formations permo-triasiques de la partie septentrionale de Belledonne, de la vallée de l'Arly au lac de la Girotte ; Savoie. - Thèse de 3ème cycle, Univ.de Grenoble, 173 p.
- GAND G. (1990). - Observations sédimentologiques et paléontologiques dans le Permien de la zone valaisanne, Savoie, France. Conséquences paléoenvironnementales. *Bull. Soc. Hist, natur. Autun*, n°133, p.27-36.
- GIDON P. (1950). - L'âge des "grès d'Allevard" (massif de Belledonne, Isère). *C.R. Acad. Sci., Paris*, 231, 19,

p.974-975. ”

- GIGNOUX M. et coll. (1931). - Carte géologique de la France à 1/80 000, feuille de Saint-Jean-de-Maurienne, 2<sup>e</sup> édit.
- GIGNOUX M. et MORET L. (1948).- Le Permien des zones externes des Alpes françaises. -*C.R. Acad. Sci., Paris*, 226, p.853-856.
- GODET G. et KERN B. (1988). La Vie et la Terre : sciences et techniques biologiques et géologiques, 1<sup>re</sup> S, Istra editions, Paris.
- GOFFÉ B. (1975). - Étude structurale et pétrographique du versant occidental du massif paléozoïque de Chasseforêt (Vanoise méridionale). - Thèse Univ. Paris-Sud, ronéot., 200 p.
- GOFFÉ B. (1982).- Définition du faciès à Fe-Mg-carpholite-chloritoïde, un marqueur du métamorphisme de HP-BT dans les métasédiments alumineux. - Thèse Univ. Paris 6, 2 vol., 233 p.
- GRAS Sc. (1839). - Sur l'âge géologique des couches anthracifères du département de l'Isère. -*Ann. des Mines*, 16, p.402.
- GRAS Sc. (1854). - Mémoires sur le terrain anthracifère des Alpes de France et de Savoie. -*Ann. des Mines*, V, p.473.
- GREBER C. (1965). - Flore et stratigraphie du Carbonifère des Alpes françaises. - *Mém. BRGM*, 21,380 p.
- GUETTARD M. (1779). - Observations sur les grès et gypses de la gorge d'Alleverd. - In: *Mém. Minéralogie du Dauphiné*, II, p.389.
- GUEYMARD E. (1831). - Sur la minéralogie, la géologie et la métallurgie du département de l'Isère. -*Bull. Soc. stat. Départ. Isère*, p.87.
- GUILLOT F. (1987).- Géologie de l'Antépermien de Vanoise septentrionale (zone briançonnaise interne, Alpes occidentales, Savoie, France). - Thèse Doct. Univ. Lille, 280 p.
- GUILLOT F. et RAOULT J.-F. (1985).- Permien et base du Trias en Vanoise septentrionale : données nouvelles et hypothèses (zone briançonnaise interne, Alpes françaises). - *Ann. Soc. géol. Nord*, 104, p.183-192.
- GUILLOT F., CIBAJ I. et DELVAL T. (1994).- Milieux de dépôt des quartzites infratriasiques briançonnais, Seuil des Rochilles, Hautes-Alpes, France. -*Ann. Soc. géol. Nord*, 3, 2, p.97-107.
- GUILLOT F., DESMONS J. et PLOQUIN A. (1993).- Lithostratigraphy and geochemical composition of the Mt. Pourri volcanic basement, Middle Penninic W-Alpine zone, France. - *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.*, 73, 3, p.319-334.
- GUILLOT F., LIÉGEOIS J.-P. et FABRE J. (1991).- Des granophyres du Cambrien terminal dans le Mont Pourri (Vanoise, zone briançonnaise) : première datation U-Pb sur zircon d'un socle des zones internes des Alpes françaises. - *C.R. Acad. Sci. Paris*, 313, p. 239-244.
- GUILLOT F., PLOQUIN A., RAOULT J.-F. et PERUCCIO-PARISON M.-D. (1986).- Les séries antépermiennes de Vanoise septentrionale (zone briançonnaise, Alpes de Savoie) : lithologie et géochimie dans le massif de Bellecôte ; arguments pour un âge antéhouiller. - *C.R. Acad. Sci. Paris*, 303, série II, p.1141-1146.
- JAILLARD É. (1984). - Étude géologique des unités briançonnaises de Vanoise occidentale au Sud-Ouest de Pralognan (Savoie), évolution sédimentaire et structurale. - Thèse 3<sup>ème</sup> cycle, Univ. Grenoble, 212 p.
- KILLIAN W. et REVIL J. (1908). - Études géologiques dans les Alpes occidentales. -*Mém. Carte géol. France*, 2, 1, p.108.
- KÖPPEL V. et GRÜNENFELDER M. (1975). Concordant U-Pb ages of monazite and xenotime from the central Alps and the timing of the high temperature Alpine metamorphism, a preliminar report. - *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.*, 55, p.129-132.
- LIARD P. (1970).- Contribution à l'étude de la couverture sédimentaire de Belledonne (Alpes françaises), le

massif d'Allevard (Isère). Thèse 3e cycle, Paris.

- LIARD P. et BORDET P. (1972). - Sur l'âge stéphanien supérieur d'une partie des Grès d'Allevard (Massif de Belledonne, Alpes françaises). - *C.R. Acad. Sci. Paris*, 274, p.3059-3060.
- LORY C. (1857). - Esquisse d'une carte géologique du Dauphiné. - *Bull. Soc. géol. France*, 2e série, 15, p.10.
- LORY C. (1861-1864).- Description géologique du Dauphiné (Isère, Drôme, Hautes-Alpes) pour servir à l'explication de la carte géologique de cette province. Ed. Savy, 3 vol., 747 p.
- LORY P. (1893). - Études géologiques dans la chaîne de Belledonne. Note sur la bordure Ouest du Massif d'Allevard. - *Ann. Enseign. sup.*, Grenoble, 5.
- LUGEON M. (1930). - Trois tempêtes orogéniques. In: Livre Jubilaire de la Soc. géol. France, tome II, p.499-512.
- MARION R. (1984). - Contribution à l'étude géologique de la Vanoise, Alpes occidentales. Le massif de la Grande Sassièrre et la région de Tignes-Val d'Isère. - Thèse 3ème cycle, Univ. Chambéry, 172 p.
- ODIN B. (1986). - Les formations permienes, Autunien supérieur à Thuringien, du "bassin" de Lodève (Hérault, France) : stratigraphie, minéralogie, paléoenvironnement, corrélations. - Thèse Doct. Sciences, Université d'Aix-Marseille, inédit, 375p.
- PAQUETTE J.-L., CHOPIN C. et PEUCAT J.-J. (1989).- U-Pb zircon, Rb-Sr and Sm-Nd geochronology of high- to very-high-pressure meta-acidic rocks from the Western Alps.- *Contrib. Mineral. Petrol.*, 101, p. 280-289.
- PERUCCIO-PARISON M.D. (1984). - Problèmes pétrochimiques et structuraux en Vanoise septentrionale. - Thèse 3ème cycle Paris-Orsay, 358 p.
- PIANTONE P. (1980). - Magmatisme et métamorphisme des roches intrusives calcoalcalines du Carbonifère briançonnais entre Arc et Durance : minéralogie, pétrographie, géochimie. - Thèse Doct, Univ. Grenoble, 215 p.
- POLINO R., DAL PIAZ G.V. et GOSSO G. (1990). - Tectonic erosion at the Adria margin and accretionary processes for the Cretaceous orogeny in the Alps. - In : Roure<sup>a</sup>, Heitzmann P. et Polino R., Eds., Deep structure of the Alps. - *Mém. Soc. géol. Fr.*, Paris, 156, p.345-367.
- POMEROL B. (1967). - Contribution à l'étude de la couverture permo-triasique du massif de Belledonne dans la région du Grand Rocher (Isère). - *Mém. DEA, Univ. Paris*, 54 p.
- RAOULT J.-F. (1980). - Interprétation nouvelle de la Vanoise (zone briançonnaise, Alpes françaises). - *Rev. Géol. Dyn. Géogr. Phys.*, 22, fasc. 4-5, p.203-212.
- RAOULT J.-F., LANGLET P. et BROUDOUX B. (1984). - Présence en Vanoise d'une série de type Acceglio (Briançonnais, Alpes françaises). Implications structurales et paléogéographiques. - *C. R. Acad. Sci. Paris*, 298, 2, p.535-538.
- ROGEL P. (1963). - Le gisement de plomb de La Plagne (Savoie), étude géologique et métallogénique. - Thèse 3ème cycle, Paris, 2 vol., 71 p.
- ROMER R.L., SCHÄRER U. et STECK A. (1996).- Alpine and pre-Alpine magmatism in the root-zone of the western Central Alps.- *Contrib. Mineral. Petrol.*, 123, p. 138-158.
- SALIOT P. (1973). - Le métamorphisme dans les Alpes françaises. - Thèse 3ème cycle, Univ. Paris-Orsay, 190 p.
- SCHADE J. (1983a). - Le synclinal de Saint-Martin de Belleville et son Permien uranifère ; zone houillère briançonnaise-Alpes de Savoie. - Thèse de spécialité, Grenoble, 250 p.
- SCHADE J. (1983b). - Utilisation des isotopes du soufre dans la caractérisation des gypses des Alpes de Savoie (France). - *C.R. Acad. Sci. Paris*, 296, série 11, p.769-772.

- SCHADE J. (1989).-Le Permien des Alpes françaises. 1e partie : Les Massifs alpins internes. In : Synthèse géologique des bassins permien français, Châteauneuf J.-J. et Farjanel G., *Mém. BRGM*, 128, p.122-134, 12 fig.
- SCHALTEGGER U. et CORFU F. (1995). - Late Variscan "Basin and Range" magmatism and tectonics in the Central Alps: evidence from U-Pb geochronology. - *Geodinamica Acta*, 8, 2, p.82-98.
- SCLAFERT T. (1926). - L'industrie du fer dans la région d'Alleverd au Moyen Age. - Thèse Doct. ès Lettres Univ. Paris (Impr. Allier, Grenoble).
- SERGEEV S.A. et STEIGER R.H. (1993). - High-precision U-Pb single zircon dating of Variscan and Caledonian magmatic cycles in the Gotthard Massif, Central Alps. - *Terra Abstracts*, 5, p.394-395.
- STAMPFLI G.M. (1993).- Le Briançonnais, terrain exotique dans les Alpes? - *Eclogae geol. Helv.*, 86,1, p.1-45.
- TARDY M., DEVILLE E., FUDRAL S., GUÉLLEC S., MÉNARD G., THOUVENOT F. et VIALON P. (1990).- Interprétation structurale des données du profil de sismique réflexion profonde Ecors-Crop Alpes entre le front Pennique et la ligne du Canavese (Alpes occidentales). - In : Roure F., Heitzmann P. et Polino R., Eds., Deep structure of the Alps, *Mém. Soc. géol. Fr.*, Paris, 156, p.217-226.
- TOBI A.C. (1958). - Volcanisme occulte dans les grès d'Alleverd (Permien) et dans le Houiller du Massif de Belledonne (Isère). - *C.R. Acad. Sci. Paris*, 246, p.3654-3656.
- VATIN-PÉRIGNON N., OLIVER R.A., PIBOULE M., FABRE J. et GUILLOT F. (1992). - Permian magmatism in the Briançonnais domain (Western Alps) : new geochemical data and geodynamic implications. - Géoatelier Alpin, Grenoble 12-14 nov.1992, résumé, 2p.
- VAVRA G., GEBAUER D., SCHMID R. et COMPSTON W. (1996).- Multiple zircon growth and recrystallisation during polyphase Late Carboniferous to Triassic metamorphism in granulites of the Ivrea Zone (Southern Alps) an ion microprobe (SHRIMP) study.- *Contrib. Mineral. Petrol.*, 122, p. 337-358.
- VON QUADT A., GRÜNENFELDER M. et BÜCHI H. (1994).- U-Pb zircon ages from igneous rocks of the Bernina nappe system (Grisons, Switzerland).- *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.*, 74, p. 373-382.
- WÜTHRICH H. (1965). - Rb-Sr Altersbestimmungen am alpin metamorph überprägten Aarmassiv. - *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.*, 45, p.875-971.