

**ÉTUDE GÉOLOGIQUE DU BORD INTERNE  
DE LA ZONE BRIANÇONNAISE  
ET DE LA BORDURE DES SCHISTES LUSTRÉS  
ENTRE MODANE ET LA VALLÉE ÉTROITE  
(SAVOIE, HAUT VAL DE SUSE)**

par **Renaud CABY**

---

**SOMMAIRE**

**INTRODUCTION.**

**PREMIÈRE PARTIE : STRATIGRAPHIE.**

**I. Stratigraphie de la zone briançonnaise :**

- A) Houiller;
- B) Permien;
- C) Quartzites du Trias inférieur;
- D) Schistes, Cagneules et gypses inférieurs;
- E) Trias calcaire.

**II. Le Keuper exotique.**

**III. Les séries d'affinités piémontaises :**

**A) La série du Grand Argentier-Mélézet :**

- 1. Les Dolomies triasiques;
- 2. Le Rhétien;
- 3. Le Lias prépiémontais.

**B) Les Schistes lustrés :**

- 1. Les Calcschistes;
- 2. Ophiolites et sédiments associés;
- 3. Brèches;
- 4. Schistes noirs et verts manganésifères.

**C) Conclusions.**

## DEUXIÈME PARTIE : TECTONIQUE.

## Généralités.

## I. La zone houillère et sa couverture :

- A) Accidents d'âge hercynien;
- B) Tectonique alpine.

## II. La zone des gypses et les massifs calcaires du Briançonnais interne :

- A) Les gypses et les cargneules;
- B) Les massifs calcaires.

## III. L'ensemble piémontais.

## TROISIÈME PARTIE : LE MÉTAMORPHISME.

## CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

## I. Evolution paléogéographique.

## II. Succession des événements tectoniques.

---

**INTRODUCTION**

La région étudiée se situe aux confins de la Savoie, des Hautes-Alpes et de l'Italie. Elle s'étend de Modane au Nord jusqu'en Vallée Etroite au Sud ; elle est limitée à l'Est par la vallée de Bardonecchia. Nous sommes là sur le prolongement vers le Nord de « l'éventail briançonnais ». La majeure partie du secteur étudié se situe sur le bord interne de la zone houillère, et sur sa couverture autochtone ou allochtone briançonnaise.

L'autre partie correspond à un « Briançonnais interne » et au pays des Schistes lustrés.

Notre secteur, situé loin des centres, a été moins parcouru que la Vanoise ou le Briançonnais, Ch. LORY, W. KILIAN et J. REVIL, G. de MORTILLET, S. FRANCHI, Ch. PUSSENOT, E. RAGUIN sont les principaux chercheurs (voir liste bibliographique et le chapitre « Historique des idées sur la Vanoise et la nappe des Schistes lustrés », F. ELLENBERGER, 1958).

## TRAVAUX RÉCENTS.

a) Pour les *terrains permo-houillers*, J. FABRE, R. FEYS et Ch. GREBER ont établi une stratigraphie dans la zone houillère, tandis que F. ELLENBERGER (1954) attribue définitivement au Permien les migmatites du Sapey, distinctes du métamorphisme alpin dont cet auteur a analysé en Vanoise les modalités, les différentes phases et les rapports avec la tectonique.

b) La stratigraphie des *terrains secondaires* de Vanoise, très similaire à celle de notre secteur, a été établie par F. ELLENBERGER et, plus au Sud, par M. LEMOINE.

c) De plus, ces deux auteurs se sont attaqués au problème des *Schistes lustrés* et à leurs rapports avec la zone du Briançonnais. Les preuves du charriage de la nappe des Schistes lustrés sur la Vanoise sont définitivement démontrées (F. ELLENBERGER), tandis que plus au Sud (M. LEMOINE) est posé le problème des rapports entre les Schistes lustrés et certaines séries (série du Gondran-Chaberton, Rochebrune, etc...).

d) Des levés partiels et inédits ont été faits par F. ELLENBERGER et J. FABRE dans la région étudiée.

A l'occasion de ce travail qui tend à faire la liaison entre les travaux de F. ELLENBERGER en Vanoise et de M. LEMOINE en Briançonnais, j'ai effectué un levé géologique au 1/20 000<sup>e</sup> représentant plus de 150 km<sup>2</sup>, à l'aide de photographies aériennes ainsi que de nombreux croquis et photos de terrain.

Je tiens à exprimer ici toute ma reconnaissance à M. le Professeur F. ELLENBERGER, qui a su me faire profiter de sa grande expérience et de sa connaissance des Alpes ; je remercie également M. le Professeur M. LEMOINE, qui a eu l'obligeance de s'intéresser à mon travail ; c'est lors de courses communes que furent faites de nombreuses observations sur la bordure des Schistes lustrés. Grâce à de fréquentes discussions, j'ai pu profiter de sa grande connaissance du Briançonnais et élargir le cadre de ce travail.

J'ai toujours trouvé auprès de M. J. FABRE, géologue houiller et alpin, un accueil enthousiaste et des conseils utiles.

## PREMIERE PARTIE

## STRATIGRAPHIE

## I. Stratigraphie de la zone Briançonnaise.

## A) Houiller.

Restée longtemps indéchiffrée, la stratigraphie de la zone houillère en Maurienne a été récemment établie par J. FABRE (1961).

L'étude se heurte en effet, surtout dans la partie interne, à de nombreuses difficultés, à savoir : la recristallisation et la schistosité des roches qui ont dissimulé ou rendu méconnaissables les fossiles déjà rares ; les glissements parfois importants et le fauchage généralisé des crêtes ; les contacts anormaux, difficilement repérables, même sur photographie aérienne.

Jusqu'en Vallée Etroite, au Sud, se retrouvent les subdivisions établies par J. FABRE au niveau de l'Arc, que nous allons passer en revue.

## 1. LE HOULLER STÉRILE (« Grès de la Pra »).

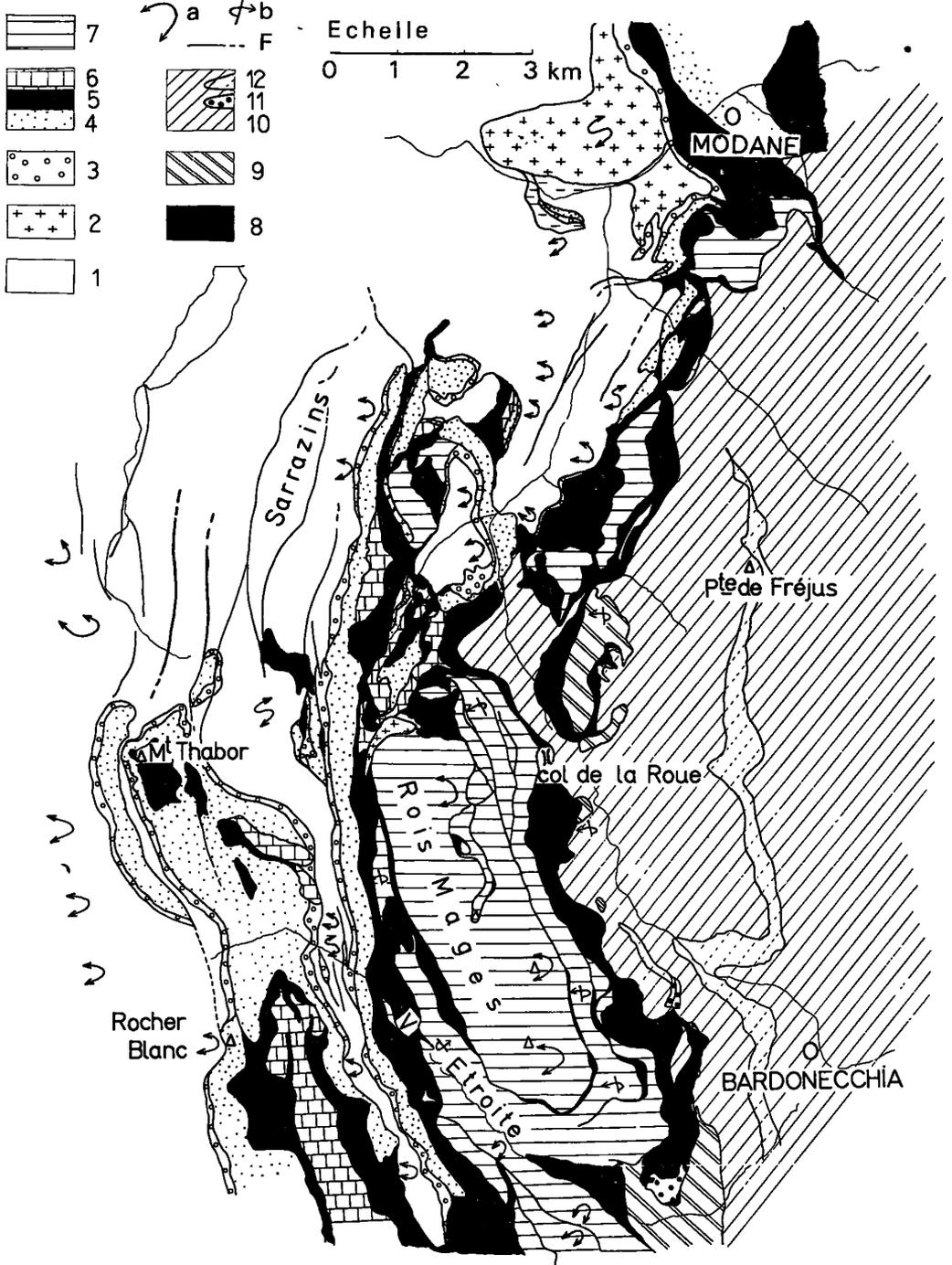
Cette épaisse et monotone formation de grès massifs, en bancs épais, forme la base du Houiller en Maurienne. Les grès, plus ou moins grossiers, sont souvent feldspathiques (presque exclusivement des plagioclases acides) ; les bancs de schistes sont peu épais, le charbon absent. Vers le sommet les passées grossières ou même conglomératiques sont fréquentes (galets de 1 à 5 cm de quartz laiteux, quartz noirs, phanite noir, rhyolite, quartzite blanc et vert).

Fig. 1. — Carte géologique simplifiée du Briançonnais interne et de la bordure des schistes lustrés, entre Modane et la Vallée Etroite.

*Zone Briançonnaise* : 1, Houiller; 2, Gneiss du Sapey; 3, Permien; 4, Quartzites triasiques; 5, Gypses et cargneules; 6, Trias calcaire et dolomitique autochtone; 7, Trias calcaire et dolomitique allochtone (Chaîne des Rois Mages).

*Zone piémontaise* : 8, Gypses et cargneules (Keuper exotique); 9, Série du Grand Argentier; 10, Schistes lustrés; 11, Brèches; 12, Schistes noirs et verts manganésifères (complexe de base du Flysch à Helminthoïdes).

*a*, charnières; *b*, couches renversées; F, failles.



Les critères de polarité sont rares : seules les stratifications entrecroisées, souvent dissimulées par la schistosité, peuvent localement donner une polarité aux couches.

Dans la vallée des Herbiers, le laminage et la recristallisation dus au métamorphisme alpin deviennent plus importants; les galets de quartz sont étirés en fuseau; dans les grès souvent plissotés, parfois à schistosité oblique, apparaissent micas blancs et albites de néoformation.

Ces couches stériles, nulle part datées, sont surmontées par le *Houiller productif*.

## 2. LE HOUILLER PRODUCTIF.

Les grès et schistes, à veines d'anhracite peu épaisses qui surmontent le Houiller stérile, semblent être l'équivalent des assises inférieures du Houiller productif beaucoup plus développé dans la partie occidentale de la zone houillère. Cette réduction peut être due ici à une subsidence plus faible à l'Est, mais aussi à une érosion anté-néopermienne (J. FABRE, 1961, p. 73).

Les couches d'anhracite sont nombreuses, rarement épaisses (maximum 2 mètres à la mine de Cote Vélín, près de Fourneaux), et présentent parfois des murs à *Stigmaria*. Très souvent, l'anhracite mêlé de quartz laiteux est injecté dans de petits accidents, et sa structure est mylonitique.

Localement datées du Westphalien moyen (passage du Pic du Thabor), et du Westphalien C. (au pied du Pic du Thabor), ces couches ne fournissent le plus souvent que des débris indéterminables ou des feuilles de *Sigillaria*, des *Calamites*, exceptionnellement quelques *Lepidodendrons* très déformés.

## 3. L'ASSISE CONGLOMÉRATIQUE SUPÉRIEURE (Stéphanien ?).

*Aux environs du Roc Valmeinier*, l'assise conglomératique supérieure forme un petit bassin compris entre le col des Roches au Nord, le Roc Valmeinier à l'Ouest, le Roc Blanc au Sud, les limites à l'Est étant moins nettes.

Au Roc Valmeinier cette assise surmonte le Houiller schisteux renfermant de minces couches d'anhracite. Elle est formée de 150 mètres au maximum de grès grossiers arkosiques gris verdâtre (feldspaths potassiques), de conglomérats à galets parfois anguleux de quartz rosé, blanc, gris ou verdi, de micaschistes, mais aussi, au sommet, de schistes verts et lie-de-vin à passées<sup>1</sup> et nodules d'oligiste.

---

<sup>1</sup> Au col des Roches (Sud des Sarrazins), de telles passées d'oligiste interstratifiées dans des schistes verts et lie-de-vin renferment quelques empreintes de *Calamites*.

Cette assise a été mise en parallèle avec la série de Roche-Château par R. FEYS, série attribuée par cet auteur et J. FABRE au Stéphanien.

*Dans la Vallée Etroite*, il n'existe plus que quelques mètres de grès grossiers clairs à passées schisteuses vertes et violettes et à lits d'oligiste, surmontant les grès contenant de minces couches d'antracite. A la mine du Banchet, ce niveau ferrugineux est localement épaissi dans une des écailles complexes affectant ici le Permo-Houiller : une couche d'oligiste de 1 m d'épaisseur au plus (jadis exploitée) est interstratifiée entre des grès schisteux verts et violets ou des conglomérats à passées d'oligiste, et le Néopermien.

La localisation du fer à un niveau stratigraphique précis (à la base du Néopermien) sur une vaste superficie (jusqu'au Lavoir) démontre le caractère sédimentaire de ce dépôt, interprété ailleurs (R. FEYS, 1963) comme filonien.

L'origine de ce fer, lié à des dépôts détritiques grossiers surmontant le Houiller productif, peut être recherchée dans le remaniement d'anciens sols de type latéritique installés sur le continent qui bordait le bassin houiller. Le démantèlement de tels sols serait lui-même lié à la destruction du couvert végétal et à une violente érosion (phase de rhéxistase) s'attaquant à des reliefs nouveaux ou rajeunis<sup>2</sup>.

Ce dépôt de fer est peut-être contemporain des couches conglomératiques *versi* colorés couronnant le sommet de l'assise de Courchevel (« Stéphano-permien ») qui sont toujours riches en oligiste. Nous avons donc peut-être là les éléments d'un raccord stratigraphique entre le Sud et le Nord de l'Arc.

En remontant vers Modane, apparaissent, surmontant le Houiller schisteux à anthracite (ancienne exploitation à l'Est des Herbiers), des grès vert clair grossiers, feldspathiques, à grandes muscovites détritiques et à quartz anguleux parfois rosés, ainsi que des conglomérats à galets de gneiss, micaschistes et quartz rosé.

Des grès semblables, parfois tachetés de violet, affleurent entre Notre-Dame du Charmaix et la cascade du Seuil, associés à des schistes verts dans des écailles verticales complexes. Un peu en aval de N.-D. du Charmaix, la gorge du torrent est taillée dans des schistes compacts, verts et micacés<sup>3</sup>. Ces schistes, très riches en chlorite brun olive en lumière polarisée, et en albite, contiennent aussi de très nombreuses aiguilles de rutile, de la tourmaline, du quartz et de la séricite ; ils s'opposent aux autres schistes houillers et dérivent peut-être d'un matériel partiellement pyroclastique ; de telles roches doivent être rapprochées des roches basiques de la zone Sapey-Peisey.

---

<sup>2</sup> J. FABRE (1961, p. 167) a envisagé pour d'autres niveaux ferrugineux du Westphalien, d'aspect très différent, une origine chimique par précipitation du fer (fer des marais).

<sup>3</sup> Des roches semblables affleurent aux Charmettes, au Nord de Modane.

## 4. LE STÉPHANO-PERMIEN MÉTAMORPHIQUE.

De la vallée de l'Isère au Nord, jusqu'à Modane au Sud, apparaît, on le sait, surmontant l'assise de Courchevel localement datée par des fossiles (Stéphaniens), un complexe métamorphique formé de micaschistes, gneiss œillés, leptynites et même granite d'anatexie. Selon F. ELLENBERGER, suivi par J. FABRE, il s'agit de migmatites surmontant le Houiller non métamorphique, et la migmatisation a un âge antérieur au Néopermien qui les remanie à Modane (F. ELLENBERGER, 1958, p. 72). Cette migmatisation singulière semble avoir préférentiellement « digéré » les conglomérats versicolores à nombreux galets de roches cristallophylliennes, formant le sommet de l'assise de Courchevel.

a) *Environs de Modane.*

A Modane, les gneiss du Sapey apparaissent très épais, et le front inférieur des migmatites semble être descendu plus bas, jusque dans le Houiller schisteux et gréseux. En effet, dans des enclaves gréseuses, il est possible de reconnaître les galets de quartz noir typiques des grès à anthracite (éboulis SW du Fort du Sapey). Le verrou du Sapey représente un gigantesque flanc inverse de pli déversé vers l'Est-Nord-Est, affecté de nombreux replis complexes peut-être d'âge ancien. Un second flanc inverse, distinct du précédent, forme les escarpements qui dominent, au Sud, la gare de triage de Fourneaux, tandis que les affleurements situés au Sud de Modane (traversés seulement par la deuxième galerie du tunnel ferroviaire) sont surmontés directement par le Permien légèrement discordant, et sont donc en position normale (voir coupes).

Il est intéressant de savoir ce que deviennent, plus au Sud, ces gneiss du Sapey. Du pied de la montagne 1944 au torrent du Seuil, et jusqu'au torrent d'Arrondas, on peut suivre dans la forêt un liseré discontinu de quelques mètres de micaschistes et gneiss verts, très laminés, toujours situés entre des grès et conglomérats verdâtres et le Néopermien à quartz roses très laminé. Plus au Sud, ainsi que dans le lambeau renversé de Fonge Lune, le Néopermien apparaît directement sur les grès houillers à anthracite (Pra Dieu, Le Jeu).

b) *Lambeaux allochtones.*

D'autres roches ressemblent en tous points aux roches du Stéphano-permien du massif de Pécelet-Polset ; elles peuvent être observées dans des lambeaux allochtones, reposant toujours au milieu de cargneules (Arplane, Le Clos) ou de calcaires triasiques (col de Fontaine Froide, massif des Rois Mages). Ce sont des micaschistes plissotés verts à grandes muscovites, riches en tourmaline, et des conglomérats versicolores à galets de quartz blancs ou rosés atteignant 10 cm, et à galets de roches cristal-

phylliennes méconnaissables, étirés parfois sur 0,5 mètre (col de Fontaine Froide). En lame mince. l'oligiste est toujours présent dans ces roches. Dans certains lambeaux, ces roches voisinent avec du Verrucano, et même avec des quartzites blancs phylliteux.

### *Conclusions.*

1° Pour tout ce qui se rapporte aux gneiss du Sapey, nous renvoyons le lecteur à F. ELLENBERGER (1958, chap. V et VI) et J. FABRE (1961).

Quelles que soient l'origine et la signification des gneiss du Sapey, il ne peut en aucun cas s'agir de la base du Houiller ; ce complexe métamorphique d'âge stéphano-permien est toujours intercalé entre le Houiller et le Néopermien, l'un et l'autre très peu métamorphiques.

2° Il est probable que les lambeaux allochtones décrits plus haut appartiennent à l'ensemble Stéphano-Permien, et que ces roches ont eu la même histoire que les roches de la zone Sapey-Peisey (grandes muscovites et tourmaline antérieures à la paragenèse alpine). Cependant, on ne peut y observer aucune roche visiblement feldspathisée.

3° Les formations attribuées au Stéphano-Permien devaient s'étendre plus au Sud que nous ne le voyons aujourd'hui :

Elles disparaissent vers le Sud par suite de l'ennoyage général de la zone houillère sous sa couverture propre ou substituée, mais aussi par suite de l'obliquité de la paléogéographie par rapport à son bord interne.

### 5. LES ROCHES ÉRUPTIVES DU HOULLIER.

Elles sont peu nombreuses dans le secteur étudié.

1° Quelques sills de 10 mètres d'épaisseur au plus ont été reconnus dans le haut *vallon de Bonne Nuit*, non loin du « Grand Filon ». Ces roches éruptives sont très altérées et ressemblent sur le terrain à des arkoses vert clair très laminées. Les feldspaths sont complètement détruits. J. FABRE (1961, p. 63-65) décrit l'altération et la recristallisation de ces roches (feldspaths remplacés par séricite, albite, zoïsite, amphibole chloritisée, néoformation de calcite, lawsonite ou prehnite).

2° Les microdiorites du *Thabor et des environs* (Roche de la Pelle, etc.), en sills plus épais (50 mètres), sont plus fraîches (hornblende verte, andésine, pâte microcristalline de quartz, épidote, chlorite).

Il y aurait dans la zone houillère au Sud de l'Arc deux centres d'émission (J. FABRE, 1961, p. 192) : l'un serait situé dans la haute vallée de Névache (La Cée Haute), l'autre entre la Combe de Bissorte et le Thabor.

Les nombreuses analyses dont disposaient J. FABRE et R. FEYS ont permis à ces auteurs de confirmer leurs observations pétrographiques et

de conclure que ces roches éruptives se situent dans le groupe des *microdiorites* avec différenciations locales plus acides (microgranites du Briançonnais), plus sodiques, ou plus basiques (Roches prasinitiques de Tarentaise). Ces intrusions, dont on ne connaît pas l'équivalent microlithique, se seraient produites au plus tard à l'*Eopermien*, puisque, selon R. FEYS, on retrouve des galets de microdiorite dans l'assise de la Ponsonnière (Néopermien inférieur), mais *avant la migmatisation stéphano-permienne* puisque des roches semblables mais migmatisées existent dans le massif de Pécelet-Polset.

3° Enfin, près du *col des Muandes* (versant Névache), existent dans le Westphalien plusieurs filons verticaux orientés NNE - SSW d'une roche compacte blanche à aspect de quartz<sup>4</sup>. Au microscope, la ressemblance avec une rhyolite permienne des environs de Valloire est frappante : on observe, dans un fond de quartz et d'albite engrenés, des feldspaths automorphes non altérés : les uns sont des plagioclases acides voisins de l'albite, aux macles complexes, les autres, craquelés et exempts de macles, sont peut-être potassiques (anciennes sanidines ?) ; cependant, aucun quartz automorphe caractéristique des rhyolites n'est visible. Aussi, cette roche de filon, dont l'analyse chimique serait instructive, s'apparente probablement aux porphyres du Permien inférieur décrits plus à l'Ouest (massif de Roche-Château, série de Rochachille), ou même aux émissions plus tardives du Permo-Trias (Néopermien inférieur) de caractère potassique (assise de la Ponsonnière).

### B) Permien.

*Au Sud du Thabor*, le Permien n'est autre que le « Verrucano » Briançonnais. Epais de 50 mètres environ, il est formé de conglomérats contenant de nombreux galets de liparite, plus rarement de jaspe rouge<sup>5</sup>, de grès arkosiques blanc verdâtre à nombreux quartz roses et de quelques bancs schisteux verts ou violets.

Ces couches reposent indifféremment sur du Houiller productif ou, comme au Roc Valmeinier, sur des couches stériles attribuées au Stéphannien (« série de Roche-Château ») ; J. FABRE (1961) a montré que ce « Permo-trias » ne représente que le sommet d'un Néopermien dont la base (série de Rochachille, série de la Ponsonnière, où sont intercalées des

---

<sup>4</sup> Le filon principal, affleurant à quelques dizaines de mètres à l'Ouest du col, a été interprété sur la première feuille de Briançon au 1/80 000<sup>e</sup> comme une bande de quartzites; comme des microdiorites dans la deuxième édition (1933), enfin simplement comme un « filon de quartz à patine ferrugineuse » par R. FEYS (1954).

<sup>5</sup> Ces jaspes sont connus en place, près des porphyres, couronnant l'assise de la Ponsonnière (Néopermien inférieur).

coulées dacitiques puis rhyolithiques) est elle-même localement discordante sur un « Eopermien » à calcaires (massif de Roche-Château). De fait, une discordance est parfois observable dans notre secteur (20° à l'Ouest des Granges de Vallée Etroite), mais le plus souvent il y a concordance plus ou moins apparente. Le sommet passe partout insensiblement aux quartzites du Trias et, pour certains auteurs, ce Verrucano représente le conglomérat de base des quartzites.

— *Plus au Nord*, ce Verrucano s'épaissit et en quelque sorte se dilue. A la base, où se rencontrent aussi quelquefois de petits lits et nodules carbonatés jaunes, les galets sont en général moins gros, plus usés, et plus rarement de nature volcanique. Les grès-quartzites feldspathiques grossiers, sériciteux, deviennent dominants ; de couleur claire, parsemés de quartz roses, ils sont presque toujours laminés et sans cohésion.

Souvent riches en petites tourmalines néoformées, ces grès feldspathiques contiennent souvent de petites taches de malachite, plus rarement d'azurite; cette minéralisation diffuse en cuivre semble exister partout entre Fontaine Froide et Modane; dans les quelques mètres de Permien laminé, au fond de la gorge en aval du Seuil, celle-ci est localement mieux développée (0,3 % de cuivre).

Les bancs de schistes verts et violets<sup>6</sup>, traduisant une sédimentation plus calme, se rencontrent plutôt vers le milieu de la formation, quelquefois plus haut ; ni leur nombre ni leur position ne sont fixes.

Le sommet du Permien est souvent très riche en petits cristaux de carbonates brunissants (ankérite) (Fontaine Froide).

— Encore plus au Nord, *aux environs de Modane*, le Permien de plus en plus fin est représenté à Fonge Lune et au pied de la montagne 1944 par une épaisse formation de quartzites sériciteux et de séricitoschistes blanchâtres ou verdâtres, tendres et très onctueux au toucher<sup>7</sup>, contenant quelques quartz rosés et de schistes mauves ; ces couches annonçant déjà les faciès de la Vanoise. La base verdâtre remanie localement les gneiss (nombreux gros feldspaths potassiques détritiques) et leur ressemble sur le terrain.

### C) Quartzites du Trias inférieur.

Compte tenu des laminages tectoniques, leur épaisseur semble varier de 200 à 350 mètres environ. La base contient fréquemment encore quelques rares galets de quartz blanc ou rose très usés (taille : 0,5 cm).

---

<sup>6</sup> Ces schistes, au Lavoisier, ont montré une radioactivité nettement supérieure à celle des autres roches (21 c./s. contre 14 dans les schistes houillers) [Mesures faites au scintillomètre, mouvement propre : 10 c./s.]. Rappelons, qu'en Vanoise, M. BIZARD a découvert (1954) des indices uranifères dans les bancs carbonatés du Permo-Trias de Champagny.

<sup>7</sup> Au point qu'une galerie de recherche pour l'amiante a été creusée dans ces roches (chemin du Seuil).

Le sommet du tiers inférieur contient souvent des niveaux mal consolidés ou même sableux, au grain plus grossier : les grains de 1 à 2 mm environ, arrondis, indemnes de recristallisation, souvent craquelés et à extinction franche, voisinent avec de nombreux feldspaths potassiques (exceptionnellement 5 à 10 % environ) ; ceux-ci, parfois de plus grande taille, sont envahis d'un voile rose brunâtre, et sont souvent attaqués par le ciment microcristallin de quartz et séricite, comme écrasés et digérés entre les grains de quartz.

Ces niveaux montrent souvent des stratifications entrecroisées nettes, et alternent avec des bancs de 10 à 20 cm compacts et fins<sup>8</sup>. Ils ont souvent été préférentiellement broyés et même injectés d'anhydrite<sup>9</sup> (spectaculaires vires à chamois dans la Montagne 1944, au Sud de Modane).

Plus haut les quartzites sont homogènes, massifs, mais ils se débitent souvent en petits cubes. En lame mince, on observe des grains de quartz engrenés, à extinction moirée, où le nourrissage des anciens grains détritiques est rarement visible. Ils prennent fréquemment une patine rouille, due à de la pyrite extrêmement fine localisée surtout le long des nombreuses cassures verticales où ont pu circuler des eaux sulfatées descendantes (Thabor, Roc Mounio).

Parfois de rares interlits schisteux verts ou jaunes ainsi que des ripple-marks typiquement aquatiques (F. ELLENBERGER, 1958, p. 157) soulignent la stratification.

Au sommet apparaissent des teintes bariolées : dans les quartzites brun rouille, le ciment est constitué par un carbonate brun (ankérite) qui corrode les grains indemnes de recristallisation et s'insinue dans leurs fentes et craquelures. Plus souvent les quartzites sont verts sur plusieurs mètres : le ciment très abondant, corrodant par des golfes les grains mal classés (0,10 à 2 mm) de forme anguleuse ou esquilleuse, est constitué par de la séricite vert pâle, microcristalline ou en lamelles fines ne montrant pas de clivage, et non pas par de la chlorite. Les teintes violettes envahissent ces derniers bancs verdâtres en nuées et sont exclusives dans certaines coupes : le ciment est alors de l'hématite sous forme de fins grains qui peuvent teinter les grains de quartz ; l'hématite peut même devenir prépondérante (quartzites ferrugineux du sommet de la Montagne 1944 au Sud de Modane).

En de nombreux points, la base du Trias calcaire contient aussi du fer : ainsi au Roc Mounio, les calcaires virgloriens très laminés, fortement

---

<sup>8</sup> Ces alternances de bancs compacts et de bancs sableux (par exemple à Fontaine Froide) sont très semblables à ce que l'on peut observer dans les quartzites minéralisés de La Plagne, au niveau des « Quartzites supérieurs » (voir P. ROGEL, 1963 : Exemple de gisement de galène du Trias des Alpes. Mémoires du B.R.G.M., n° 15).

<sup>9</sup> Ces injections d'anhydrite se rencontrent même dans le Permien de Fonge Lune (premier lacet du sentier du Seuil).

décollés des quartzites, renferment des lits rubanés concordants d'oligiste rouge. Ce fer a certainement une origine locale : il est possible que certaines régions de la plate-forme briançonnaise aient été émergées avec formation d'un sol de type sidérolithique, qui aurait donné par démantèlement au début du Virglorien des apports de fer dans la mer. Mais ce fer a certainement été aussi remis en mouvement et reconcentré lors du plissement et du métamorphisme, puisque l'oligiste imprègne tour à tour les différents niveaux du Virglorien venant en contact anormal avec les quartzites.

#### **D) Schistes, Cargneules et Gypses inférieurs.**

Les coupes sont le plus souvent décapitées aux derniers bancs de quartzites. Néanmoins, en quelques points privilégiés, on peut observer le passage aux termes suivants :

1° Au Nord-Est du Pic Mounio, les grès bruns à ciment carbonaté, à grains de quartz arrondis absolument indemnes de recristallisation alpine, passent insensiblement à des schistes noirs finement micacés, plus ou moins bréchiques, à passées dolomitiques brunes (10 mètres) ; puis viennent 10 à 30 cm de schistes verts et violets très tendres, et enfin les calcaires vermiculés.

Il ne semble y avoir eu ici ni cargneules ni gypses.

2° Entre le Mont Thabor et la pointe des Angelières, les quartzites bruns épais (20 mètres) sont suivis de schistes compacts gris-vert à fines paillettes de micas, épaissis peut-être tectoniquement (20 mètres), contenant au sommet de fins lits dolomitiques jaunes. Ces schistes passent vers le haut à des cargneules et à du gypse en petits bancs de 10 à 20 cm alternant avec de petits lits de dolomie schisteuse jaune à rosée. Puis viennent les calcaires vermiculés riches en fossiles (voir plus loin).

3° Dans la « vire des cargneules <sup>10</sup> » de la face Est du Pic de l'Infernet, existent quelques affleurements de gypse entre les quartzites bruns et les calcaires vermiculés.

4° Les masses de gypses et de cargneules situées au Sud des Tours du Vallon (Vallée Etroite) et au Plan de l'Enfournant (Grotte de Millia) doivent, semble-t-il, être rapportées au niveau des gypses inférieurs, de même que, plus au Sud, certains gypses de Névache (M. LEMOINE, communication orale).

---

<sup>10</sup> Les cargneules inférieures se distinguent en général des cargneules supérieures par la présence de membranes schisteuses vertes et de débris de quartzites.

### E) *Le Trias calcaire.*

Le Trias calcaire forme avec les quartzites les plus hauts sommets de notre région.

Ce Trias calcaire appartient :

- à la couverture normale de la zone houillère (Thabor, Sérours, Roc Mounio) ;
- à des massifs déracinés (Rois Mages, Arrondas) qui flottent sur les gypses et les cargneules du Keuper « exotique » à la limite de la zone houillère et des Schistes lustrés.

Nous examinerons en même temps les deux types, qui ne diffèrent l'un de l'autre que par quelques détails et par leur épaisseur (Trias de la zone houillère bien moins développé).

Il a été possible de retrouver certains des nombreux niveaux repères lithologiques et paléontologiques des coupes types du Trias de Vanoise établies par F. ELLENBERGER (Roc de la Pêche, Lac Blanc); mais ces niveaux passent souvent inaperçus à un œil peu averti, et les rares fossiles sont introuvables quand les roches n'ont pas une patine parfaite ; aussi les coupes présentées ici sont-elles certainement incomplètes et ne sont là qu'à titre documentaire en vue d'une comparaison avec les coupes plus détaillées de Vanoise (F. ELLENBERGER, 1958, p. 175). On peut distinguer de bas en haut (pour les épaisseurs, voir fig. 2) :

#### 1. ANISIEN.

##### a) *Les calcaires vermiculés.*

Cette formation, épaisse de 1 m au Roc Mounio, à 15 mètres dans le massif des Rois Mages, est caractéristique dans la Vanoise et le Briançonnais ; elle y forme partout la base du Trias calcaire : il s'agit de calcaires sombres en plaquettes, riches en boudins vermiculés de plusieurs centimètres, témoins probables de l'activité d'organismes fousseurs (F. ELLENBERGER, 1958, p. 184) ; avec ces bancs calcaires alternent encore à la base de minces niveaux de schistes noirs finement micacés.

Ce niveau a fourni quelques gastéropodes, dont un petit *Worthenia*, au Mounio et au Mont Thabor<sup>11</sup>.

##### b) *Les dolomies claires à patine jaune-ocre.*

Elles sont toujours présentes au-dessus ou intercalées dans les calcaires vermiculés, sous forme d'un ou plusieurs bancs. Au Mont Thabor, elles

---

<sup>11</sup> Signalés déjà par Ch. LORY (1871).

renferment quelques articles de petits Crinoïdes<sup>12</sup> à section étoilée (Dadocrinus ?).

c) *Marbres gris.*

A la base apparaissent des lits phylliteux, puis des niveaux à mailles jaunes dolomitiques ; de rares *Anisoporella* ont été trouvées dans ces niveaux (Roc Mounio, Mont Thabor), ainsi que plus haut de rares sections attribuables à des dentales (?).

d) *Calcaires à Physoporelles.*

Ces calcaires, à granules dolomitiques, localement riches en manchons de *Physoporella*, alternent avec des calcaires à nombreux accidents dolomitiques variés.

e) *Le niveau à silex.*

Ce niveau est un repère précieux, bien que les silex soient parfois réduits, comme au Mounio, à quelques pustules et fines zones siliceuses. Au Pic du Sérours, sur 30 mètres, on voit se répéter plusieurs lits de silex anfractueux et jointifs (localement lits siliceux) à patine jaune, interstratifiés dans des dolomies claires.

f) *Les dolomies noires à patine blanche.*

Au Mounio, quelques mètres sous les « schistes d'émersion » apparaissent, au sein de calcaires gris, des zones floues d'une dolomie compacte très noire à patine blanche, renfermant de nombreux restes de Gastéropodes à tests lisses (3<sup>e</sup> faune de Mollusques). Des Gastéropodes de petite taille ont été trouvés aussi au même niveau dans les Rois Mages, dans des calcaires noirs.

g) *Le niveau dit d'émersion.*

Les schistes dolomitiques verts à patine orangée sont toujours présents (10 à 50 cm) et parfois passent à une brèche à éléments dolomitiques jaunis dont ils forment le ciment (Mounio). Ils peuvent aussi se dédoubler (Arrondas).

## 2. LADINIEN.

Il débute par d'épais calcaires cristallins, souvent sombres et fétides au choc. Ça et là on trouve quelques Gastéropodes indéterminables.

Au-dessus vient une épaisse formation dolomitique débutant par des « dolomies sombres ». Des niveaux saccharoïdes où toute structure orga-

---

<sup>12</sup> Déjà signalés par W. KILIAN.

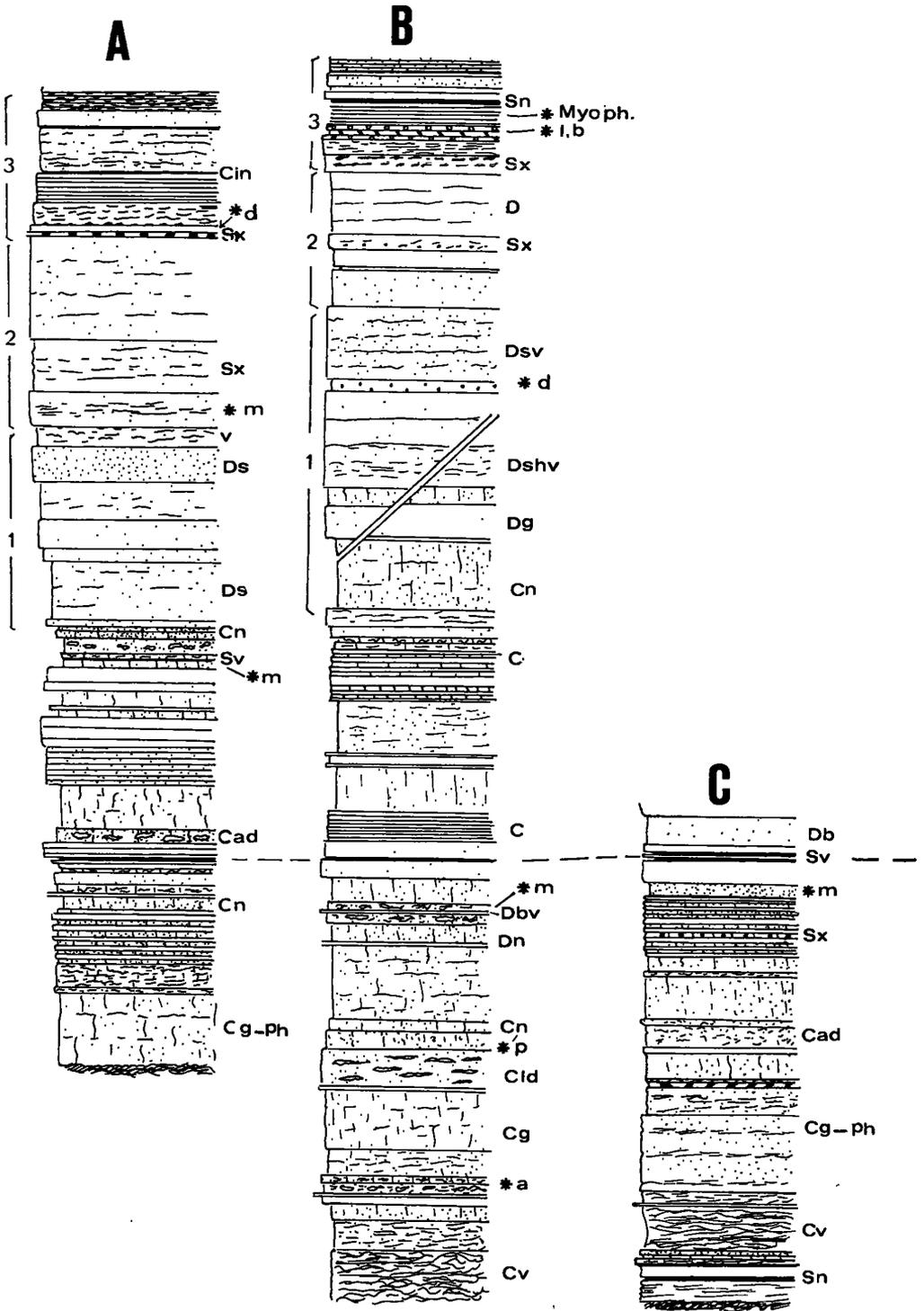
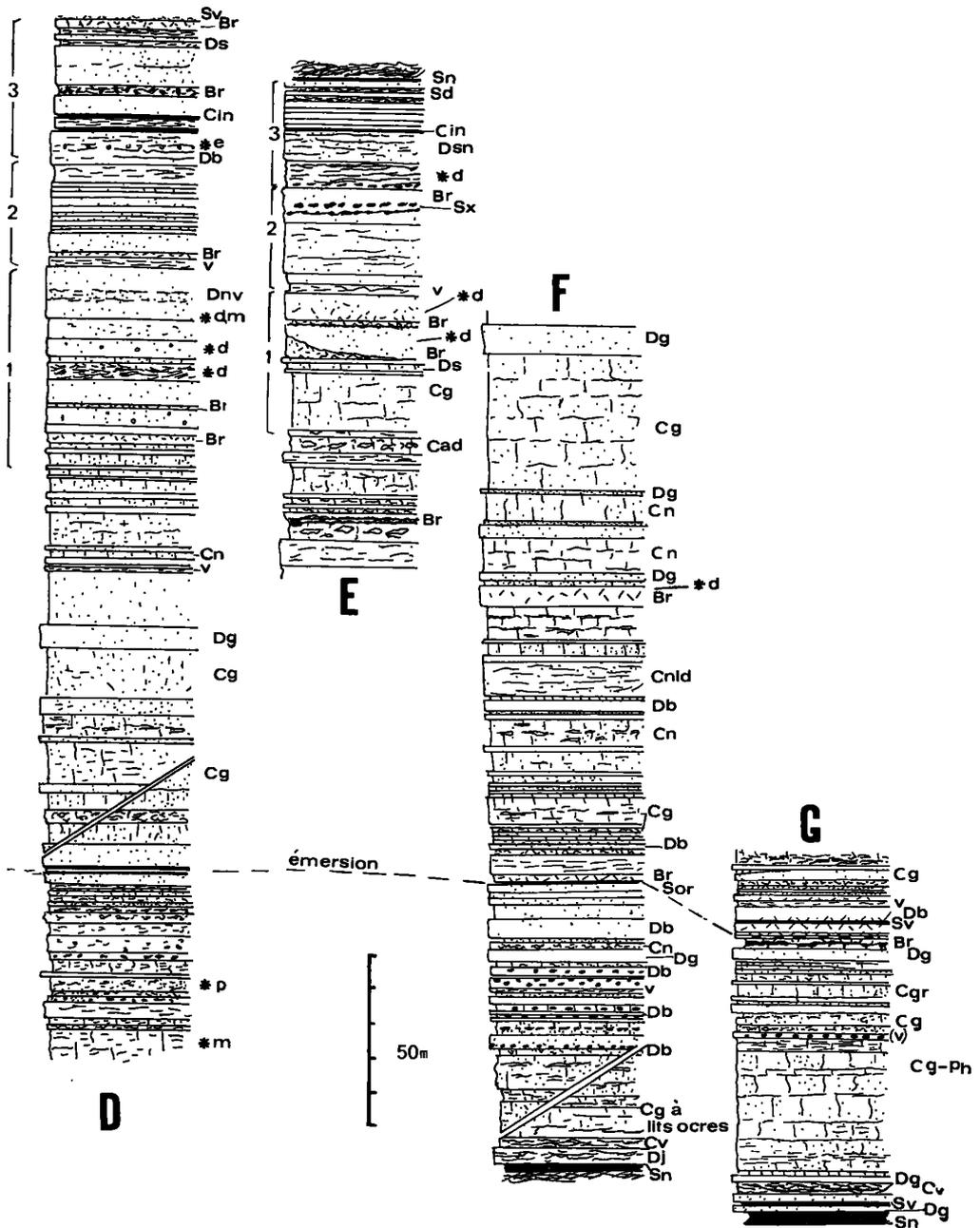


Fig. 2. — Coupes du Trias calcaire.

Localisation des coupes :

A) Cime de la Planette (éperon Est).

B) Cime de la Planette (sous le col de la Grande Bagne).



C) Cime de la Planette (éperon Ouest).

D) Arrondas (Pas du Roc).

E) Lambeau du Clos.

F) Pic du Serous.

G) Le Mounio (versant Nord-Est).

D, dolomies (Ds, dolomie saccharoïde; Dn, dol. noire; Dg, dol. grise; Db, dol. blanche; Dv, dolomie varvée); C, calcaires (Cg, calc. gris; Cn, calcaire noir; Cg ph, calc. gris à niveaux phylliteux; Cld, calcaire à lits dolomitiques; Cad, calcaire à accidents dolomitiques; Cv, calcaires vermiculés; v, varves; S, schistes (Sn, schistes noirs; Sd, schistes dolomitiques; Sv, schistes verts; Sor, schistes orangés); Cin, cinérite; Sx, silice.

\* Gisements fossilifères (d, Diploporés; a, Anisoporelles; p, Physoporelles; m, Mollusques; Myoph., Myophories; e, entroques; b, Bryozoaires).

nique a disparu, alternent avec des niveaux organoclastiques et oolithiques ou pseudo-oolithiques, parfois montrant des stratifications entrecroisées. Les restes organiques sont peu identifiables : nombreux petits Gastéropodes de petite taille, Algues, etc.

On observe aussi des niveaux à grain fin, souvent finement varvés ; de telles dolomies constituent la majeure partie des « dolomies claires », et renferment de nombreux niveaux riches en Diplopores (*D. briançonensis* = *D. uniserialis*). Dans ces dolomies à grain très fin, où tous les restes organiques sont dolomités, cette épigénie a conservé beaucoup de détails des structures organiques. Les niveaux de brèche y sont fréquents : il est possible d'observer des bancs qui se bréchifient latéralement, il s'agit dans ce cas de brèches de remaniement du fond marin, décrites par J. DEBELMAS (1955, p. 34).

Plus haut, un niveau de gros silex noirs atteignant 20 cm, en lits réguliers, semble constant dans le massif des Rois Mages. Indemnes de recristallisation, ils montrent au microscope les mêmes structures et restes organiques que la dolomie encaissante.

Ces dolomies compactes renferment toujours vers leur sommet un niveau de 20 à 50 cm riche en grosses encrines et en bryozoaires. Le sommet de ces dolomies a fourni de nombreuses Myophories sous le col de la Grande Bague (Rois Mages).

Les derniers bancs renferment un ou deux niveaux de 10 à 20 cm de *schistes verts* compacts, décolorés à l'affleurement, mouchetés de pyrite ; ils sont extrêmement semblables à ceux du niveau d'émersion. Cependant, en un point (325 × 936,8), ces schistes sont associés à quelques centimètres d'une roche plus compacte dont le grain est visible à l'œil nu (grains de 1 mm environ). Au microscope, on reconnaît, dans un fin ciment sériciteux crypto-cristallin, de nombreux éléments indemnes de recristallisation : des quartz anguleux sub-automorphes à golfes de corrosion, des feldspaths indéterminables, de rares zircons, des fantômes de minéraux ferro-magnésiens (biotite ?) et des grains et lamelles d'un minéral opaque (oligiste, ilménite ?). Il s'agit très certainement d'une *cinérite*. Localement très net dans les Rois Mages, ce niveau est peut-être dilué ailleurs dans les dolomies terminales ; il devrait cependant pouvoir servir de repère absolu dans les coupes du Ladinien et a certainement une assez vaste répartition géographique, puisqu'il est connu dans le massif du Monte Boulliagnia (haut Val d'Acceglio) où il a été retrouvé par Mlle J. GALLI. L'origine de ces cinérites est peut-être à rechercher dans les Alpes orientales (Dolomites) où des épanchements volcaniques sont interstratifiés dans le Ladinien ; en effet, les spilites du Dauphiné ont un chimisme différent (pas de quartz).

Enfin, des dolomies grises en petits bancs, des dolomies schisteuses et des schistes dolomitiques jaunes très finement varvés, formés par l'alternance de fins lits dolomitiques jaunes (1 à 2 mm) et d'interlits noirs schisteux (varves annuelles ?), terminent le Ladinien, parfois avec des brèches intraformationnelles à ciment jaunissant (Sud des Rois Mages). A Arrondas, ces dolomies schisteuses sembleraient être surmontées directement par des cargneules et gypses renfermant plus haut des lentilles de Keuper.

#### *Les poches sidérolithiques du Trias calcaire.*

Dans les massifs calcaires situés plus au Sud (Massif de l'Infernet, Roc du Sérous, Sud des Rois Mages), les calcaires et dolomies renferment souvent des zones rubéfiées, à enduits d'oligiste, formant même localement des poches riches en oligiste rouge (calcaires à l'Ouest de la Tête du Chien, massif de l'Infernet en Vallée Etroite). L'oligiste est associée à une matière argileuse esquilleuse rouge et verte<sup>13</sup> qui semble résulter de l'évolution d'anciennes terra-rossa, cimentant parfois des blocs calcaires anguleux.

Près du col du Vallon (face Sud du sommet 2803,4), la localisation de ces zones rubéfiées dans des diaclases évoque tout à fait d'anciens puits et l'origine karstique de ces dépôts rutilants. Ces karsts fossiles semblent antérieurs à la recristallisation des calcaires ; ils présentent une analogie certaine avec les karsts fossiles d'âge anté-Sénonien décrits plus à l'Ouest (Massif du Grand Galibier) par B. TISSOT (1956), et surtout les classiques karsts sidérolithiques anté-Dogger de la zone briançonnaise.

#### *Conclusions sur le Trias calcaire.*

— Aucune coupe ne montre des terrains post-ladiniens.

— Il semblerait toutefois, du moins à Arrondas, que le Ladinien terminal des massifs du Briançonnais interne passe insensiblement aux cargneules et gypses à lentilles de grès et schistes (Keuper « exotique »).

— Les coupes du Trias de la couverture de la zone houillère sont décapitées par l'érosion au milieu du Ladinien. Qu'existait-il au-dessus ? Un Lias réduit, un Dogger, un Malm et un Crétacé comme en Vanoise et en Briançonnais au N ? L'érosion, actuelle et ancienne, a peut-être fait disparaître ces couches comme toute la couverture du cœur de la zone houillère. La couverture post-triasique a cependant certainement existé sur toute la zone houillère puisqu'elle est connue avec des épaisseurs normales et sans indices d'émersion, plus au Sud (massif du Galibier, massif des Cerces) et à l'Ouest (Synclinal de la Setaz).

---

<sup>13</sup> Les parties vertes montrent aussi de rares traces de malachite.

## II. Le Keuper « exotique » : Gypses, Cargneules et Schistes à *Equisetum*.

En Vanoise, la plupart des gypses ont été rapportés au Keuper, grâce à la découverte [E. RAGUIN (1928), J. FABRE et J. RICOUR (1946)] d'une flore typique conservée au sein des lentilles de schistes noirs interstratifiées dans ces formations. A l'aplomb du tunnel ferroviaire du Fréjus, des schistes noirs, intercalés dans la zone des gypses, ont déjà fourni quelques empreintes d'*Equisetum* (F. ELLENBERGER). Ailleurs, les nombreuses lentilles de schistes noirs, toujours près de grès blanchis souvent pyriteux, n'ont fourni aucune empreinte végétale, notamment par suite de l'existence d'une schistosité oblique (pied du Grand Argentier). Les grès feldspathiques localement grossiers peuvent mimer d'une façon parfaite certains types de grès houillers (sommet Ouest du Grand Argentier).

Au Pas du Roc (route du Fréjus), au sein des cargneules, des grès fins blanchis sont interstratifiés avec des dolomies jaunes et calcaires gris à accidents dolomitiques mimant en section des Bélemnites. De même, les nombreuses lentilles de dolomie jaune ou ocre et calcaires gris, situées dans les cargneules au pied Sud-Ouest du Grand Argentier, appartiennent aussi, semble-t-il, au Keuper.

## III. Les séries d'affinités piémontaises.

### A) La série du Grand Argentier - Mélézet (fig. 3).

En position nettement plus interne que les massifs de calcaires et de dolomies triasiques (Arrondas, Rois Mages) apparaît le Massif du Grand Argentier. Cette unité est isolée des massifs calcaires situés à l'Ouest (Petit Argentier, Arrondas) par une zone continue de gypses et cargneules.

Elle disparaît vers le Sud en se morcelant pour réapparaître au Mélézet (au débouché de la Vallée Etroite) où elle a jadis été étudiée par S. FRANCHI.

#### 1. LES DOLOMIES TRIASIQUES (200-400 m).

La base de la série renferme de nombreux types lithologiques voisins du Ladinien de la zone briançonnaise : dolomies noires saccharoïdes, mais surtout dolomies grises au toucher farineux, fréquemment bréchiques.

Le sommet comprend au contraire (face Est du Grand Argentier) des dolomies monotones bien stratifiées, en bancs de 1 m environ, de couleur claire qui ont fourni en éboulis de rares débris de Gastéropodes de petite

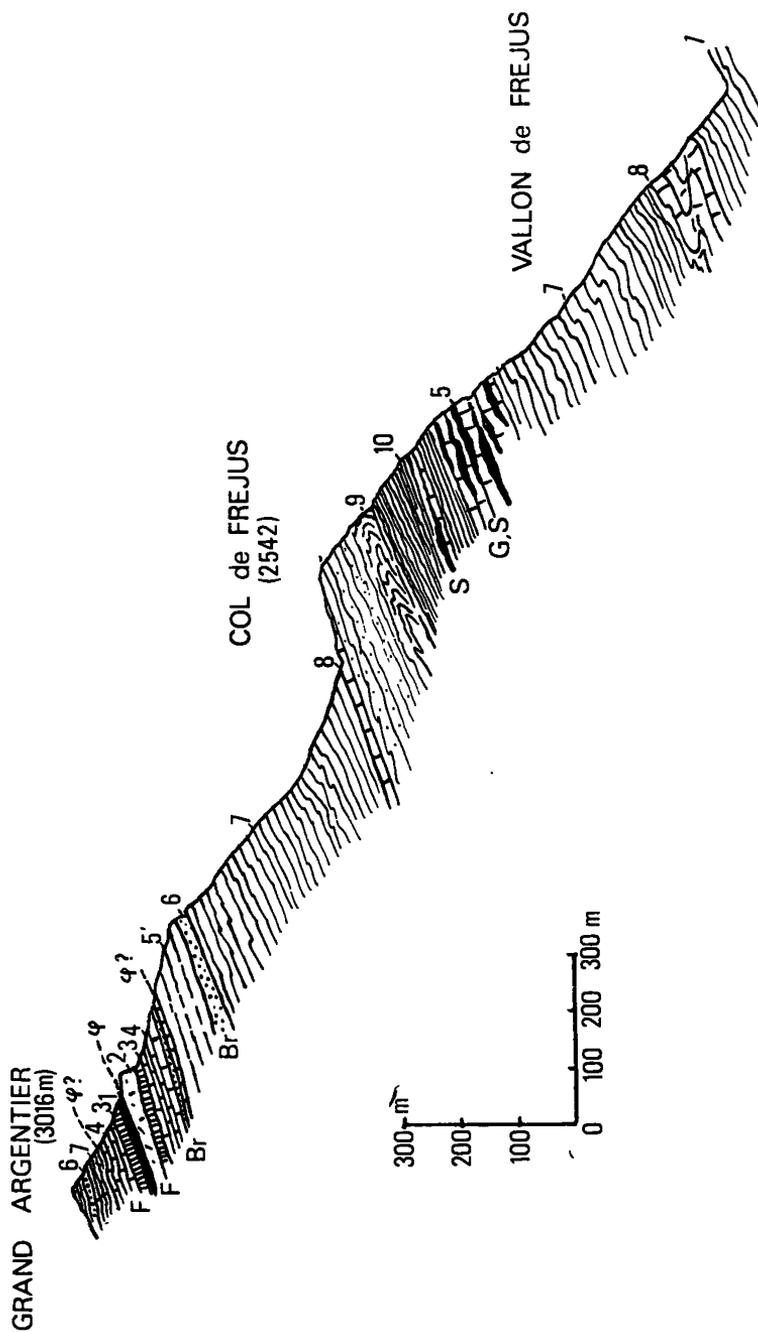


Fig. 3. — Coupe lithostratigraphique entre le Grand Argentier et le Vallon du Fréjus (Série du Grand Argentier, Schistes lustrés).  
 1, Gypses, anhydrites et cargneules, à lentilles de grès et schistes (Keuper); 2, Dolomie triasique (Norien ?); 3, Rhétien fossilifère : (10 m);  
 4, Calcaires en plaquettes (Lias prépiémontais) : 50-100 m,  $\mu$ br : lits de microbrèches; 5, Marbres clairs serpenteux à calcite rouge; G : gab  
 bro; S : serpentine; 5', Marbres clairs à lits siliceux; associés à chloritoschistes, schistes verts siliceux, microquartzites rubanés : 50-100 m (équi-  
 valents latéraux probables de 5); 6, Brèche chaotique à éléments carbonatés et siliceux (quartzites, micaschiste) : 1 à 10 m; 7, Calcschistes, alter-  
 nance de petits lits calcaires et schisteux; 8, Calcaires massifs (bancs de 1 à 3 m); 9, Faciès flysch : calcaires gréseux (presque grès) à « convo-  
 lute lamination » (?), schistes noirs et verts, à lits et nodules manganésifères : 100-200 m.

taille. Les derniers bancs à patine jaune possèdent de rares interlits schisteux verts ou rosés<sup>14</sup>, et passent insensiblement au Rhétien fossilifère.

Une partie, ou la totalité de ces dolomies, représente probablement le *Norien*.

## 2. LE RHÉTIEN (1,50 m - 20 m).

Il débute souvent par des schistes noirs pyriteux, suivis de dolomies noires compactes, en un gros ou plusieurs petits bancs alternant avec des schistes noirs ; ces dolomies, à patine ocre à olive très caractéristique, sont fréquemment bourrées de cristaux d'albite noire. En de rares points (crête du Piano dei morti), quelques minces bancs dolomitiques (10 cm) mêlés à des micro-lumachelles calcaires se montrent riches en oolithes, dans lesquelles, au microscope, les débris organiques sont dans un état de conservation exceptionnel : oolithes (autour d'un débris de coquille), nombreux tests minces de gastéropodes et lamellibranches, radioles d'oursins, sporanges de dasycladacées (?).

Puis vient un banc de calcaire compact gris, renfermant parfois des polypiers branchus (arête NE du Grand Argentier) ou des polypiers simples.

Puis les faciès s'homogénéisent : on passe à des calcaires compacts à zones siliceuses, puis insensiblement à des calcaires en plaquettes.

## 3. LE LIAS PRÉPIÉMONTAIS.

Il est représenté par des calcaires et calcschistes (50 - 100 m) se débitant en plaquettes sonores (« piles d'assiettes »), à interlits noirâtres : en éboulis, ils ont fourni des traces attribuables à des rostrés de Bélemnites.

Ces niveaux se différencient en général aisément du gros des Schistes lustrés, notamment par la présence, vers le sommet de la formation, de lits de *microbrèches* ; ces microbrèches, en petits lits de 5 à 50 cm, ont une patine ocre à brune très caractéristique. Les éléments, uniquement calcaires et dolomitiques (éléments de dolomies triasiques et rhétiennes), dépassent rarement le centimètre.

Près du Mélézet, ces microbrèches renferment des traînées d'hématite. Dans la face Nord du Grand Argentier, on voit se répéter plusieurs niveaux de microbrèches, associées à des sédiments à faciès « flysch » (alternance de calcaires détritiques parfois très gréseux et micacés et de schistes noir verdâtre à gros nodules manganésifères semblant être leurs équivalents latéraux, sans qu'il puisse être possible de faire la part des répétitions tectoniques certaines dans cette série renversée : une masse de dolomies (avec son liséré de Rhétien fossilifère) ainsi qu'une boule de

---

<sup>14</sup> Ce faciès est caractéristique du *Norien* à *Worthenia contabulata* de Vanoise orientale (F. ELLENBERGER, 1958, p. 196).

calcaires et dolomies rhétiennes, l'un et l'autre de faibles dimensions (10 × 20 m), nagent littéralement au milieu de ces formations à micro-brèches.

Jusqu'ici, la série du Grand Argentier - Mélézet est pratiquement identique à la série décrite par M. LEMOINE au Gondran ou à Rochebrune (Queyras) (M. LEMOINE, 1954).

La série de la Grande Motte, d'origine moins interne, décrite par F. ELLENBERGER (Thèse, p. 239, 258 et 274), diffère de la nôtre par la présence de Dogger, Malm et de Crétacé de type Vanoise, surmontant un épais « Lias prépiémontais » non sans analogies avec le nôtre, au-dessus d'un Lias inférieur qui repose sur du Trias dolomitique daté du Norien par des *Worthenia contabulata*.

Nous avons vraisemblablement ici le dernier témoin vers le Nord de la zone du Gondran, toujours identique à elle-même depuis le Queyras ; sa base dolomitique n'a guère de rapport avec les faciès triasiques du Ladinien briançonnais et appartient probablement au Norien. Le faciès « prépiémontais » apparaît au-dessus du Rhétien et s'applique à toute cette série. La limite supérieure n'est pas connue comme en Vanoise, mais les brèches et microbrèches ont été attribuées plus au Sud au Jurassique par M. LEMOINE (mais sans preuves paléontologiques). Cette série, qui n'apparaît qu'au Sud de l'Arc, semble pouvoir être la base stratigraphique des Schistes lustrés à ophiolites (F. ELLENBERGER, M. LEMOINE, 1955).

La suite de la série n'est plus connue avec certitude : les coupes varient ensuite d'un point à l'autre : il n'est pas impossible qu'un contact anormal sépare cette série de la masse des Schistes lustrés à ophiolites.

### B) *Les Schistes lustrés.*

Tout essai de stratigraphie dans les Schistes lustrés semble prématuré : rien ne démontre que les coupes observées soient des coupes continues<sup>15</sup>, dans ces régions où les ensembles lithologiques ont pu glisser comme des cartes à jouer, notamment lors du renversement vers l'Est de toutes les structures.

Les failles et les contacts anormaux, s'ils existent, sont invisibles sur le terrain, sauf lorsqu'ils intéressent aussi le Rhétien<sup>16</sup>, seul terrain post-triasique identifiable à coup sûr.

---

<sup>15</sup> Les exemples de coupes d'apparence continue où doivent se situer des contacts majeurs sont de plus en plus fréquents dans les Alpes (M. LEMOINE, 1962; M. LATREILLE, thèse).

<sup>16</sup> Un exemple remarquable de l'écaillage des Schistes lustrés existe dans le ravin des Arnauds : on observe deux lames de Rhétien tectoniquement interstratifiées dans des Schistes lustrés.

Aucune charnière importante n'est visible, et le pendage est uniformément orienté à l'Ouest comme la schistosité<sup>17</sup>, de telle sorte que cette série isoclinale montre une épaisseur apparente de plusieurs milliers de mètres.

### 1. LES CALCSCHISTES.

Des calcschistes monotones gris foncé, à délits noirs parfois charbonneux, constituent l'essentiel de cette formation.

Le plus souvent, le laminage a oblitéré l'allure sédimentaire des bancs : on a affaire à des calcschistes plus ou moins siliceux, plus ou moins schisteux, où les niveaux calcaires plus compacts sont surtout lenticulaires ; de très nombreux filonnets d'exsudation de calcite, quartz, albite, eux-mêmes laminés ou plissotés, y sont fréquemment interstratifiés.

Cependant, en de nombreux points, l'allure primitive des sédiments a été respectée par le laminage : on observe une alternance de niveaux calcaires un peu siliceux en petits bancs (1 à 10 cm en moyenne) et de schistes noirs calcaireux ou franchement silico-argileux. Parfois, l'épaisseur des bancs calcaires peut atteindre quelques mètres (col du Fréjus).

Le degré de métamorphisme de ces roches est faible, comparé par exemple à celui des Schistes lustrés beaucoup plus cristallins à grands micas blancs de Suse (Italie).

De la fine séricite et, plus rarement, de la chlorite, donnent à ces roches leurs délits nacrés et « lustrés ». La calcite et l'ankérite en gros grains demeurent les minéraux prépondérants à côté du quartz en petits grains ; on ne peut savoir si celui-ci provient d'anciens grains détritiques recristallisés ou bien du regroupement de fins lits siliceux du sédiment originel.

Les calcschistes du Fréjus offrent une curieuse particularité : très souvent, les surfaces de délits, quand elles sont longuement patinées par les intempéries, montrent de petites facettes planes de quelques millimètres, en saillie, aux contours rectangulaires, losangiques ou circulaires, souvent disposées dans un même plan oblique au délit des calcschistes. A l'œil nu, elles font penser à des entroques. Mais ceci semble très douteux. Au microscope, ces « pseudo-entroques » se révèlent comme des reliquats d'une structure ancienne épargnée par la recristallisation. Ces reliquats ont une structure finement litée qui est peut-être celle du sédiment originel ; ils montrent aussi quelquefois des amorces de microcharnières qui permettent de les identifier comme des résidus de flancs normaux. Ils nagent littéralement au milieu d'une matrice à cristaux

---

<sup>17</sup> Cette schistosité, généralement très peu oblique à la stratification, semble le plus souvent tardive et liée au rétrocharriage vers l'Est.

engrenés de calcite, ankérite, quartz rare et phyllites, laquelle présente une amorce de foliation. Certaines de ces « pseudo-entrouques », aux contours losangiques, ressemblent fort aux pseudomorphoses de lawsonite décrites dans les calcschistes du Lias prépiémontais de Sollières (F. ELLENBERGER, 1960 : « Cristaux rectangulaires pseudomorphosés en chlorite, calcite, quartz, ayant englobé la trame du calcschiste encore peu déformé »). Sous le col de Fréjus (versant italien), ces pseudomorphoses sont si nombreuses qu'elles sont presque jointives, ou à peine séparées par un étroit film de cristaux engrenés de quartz, calcite et séricite.

## 2. LES OPHIOLITES ET SÉDIMENTS ASSOCIÉS.

Les ophiolites sont particulièrement rares dans la région comprise entre Modane et Bardonnèche ; cependant des lentilles de faibles dimensions ont été découvertes ; ces ophiolites sont toujours associées à des marbres clairs, se chargeant en serpentine et en calcite rouge près du contact apparemment normal, et ne semblent donc pas être des « intrusions tectoniques ». M. LEMOINE (1962) a admis dans le Queyras que les ophiolites associées toujours aux marbres clairs semblaient occuper une position stratigraphique précise. Il semble en être de même ici (à moins que les marbres clairs ne représentent non un niveau stratigraphique mais un faciès particulier des calcschistes, lié aux conditions régnant au voisinage d'éruptions sous-marines).

### a) *Les ophiolites.*

Le plus souvent, il s'agit de serpentines plus ou moins schisteuses ou maillées par des veinules de chrysotile. Sous la pointe du Fréjus existent aussi des gabbros très laminés, parcourus de veinules de chrysotile d'épidote et d'oligiste, des prasinites à glaucophane ainsi que d'autres roches vertes compactes constituées de chlorite, amphibole fibreuse, calcite et épidote<sup>18</sup>. En un point (vallon en face des Granges de la Rho) sont conservés des pillow-lavas. Latéralement, toutes ces lentilles d'ophiolites sont relayées par des marbres blancs, renfermant encore des filets ou même des lits serpentineux.

### b) *Marbres et autres sédiments équivalents latéraux probables des ophiolites.*

On observe trois types de roches, presque toujours étroitement associées :

— Marbres clairs, parfois à patine brune, à nombreux filets siliceux ;

---

<sup>18</sup> Une minéralisation diffuse en cuivre (mouches de chalcopryrite dans des calcschistes) a été localement observée près de ces ophiolites de la Pointe de Fréjus.

— Chloritoschistes à filets calcaires ou siliceux ; très sensibles au métamorphisme alpin, ces roches sont presque toujours mouchetées d'albites visibles à l'œil nu, ou pétries de glaucophane, plus rarement d'épidote, passant ainsi à des prasinites ou à des ovaridites ;

— Schistes verts siliceux, microquartzites rubanés ou jaspes verts (parfois envahis de glaucophane en grandes gerbes et d'albite) évoquant d'anciennes radiolarites et des lits cinéritiques.

Jusqu'ici, les Schistes lustrés sont très semblables à ceux décrits par exemple dans le Queyras. Pourtant il existe encore deux autres faciès qui s'opposent au reste des Schistes lustrés :

### 3. BRÈCHES A ÉLÉMENTS CARBONATÉS ET SILICEUX.

Ces brèches, interstratifiées dans des calcschistes banaux, peuvent être étudiées en de nombreux points : col d'Arrondas, environs du col de la Roue, haut du vallon situé en face des Granges de la Rho ; il en existe des témoins jusqu'aux environs de Villarodin.

#### a) *Type dominant.*

Il s'agit d'une brèche très compacte à patine ocre, d'épaisseur très variable (0,5 à 35 m) sans stratification visible, formant un ou plusieurs niveaux (?) ; le mur stratigraphique, où l'on observe de gros blocs intimement mélangés au sédiment sous-jacent, est parfois reconnaissable. Les éléments anguleux, dont la dimension dépasse rarement 0,50 m, sont jointifs, la part du ciment restant infime. On y reconnaît surtout des éléments calcaires et dolomitiques de type triasique, plus rarement du Rhétien (présence aussi de rares galets de microbrèche), malgré l'acquisition de cette patine ocre à brune insolite ; mais de plus, les éléments siliceux sont localement abondants : quartzites de type triasique et permien, et surtout micaschistes verts à grandes muscovites, exceptionnellement gneiss œillés et prasinites. La fuchsite est toujours présente dans ces brèches, fréquemment parcourues de filonnets de quartz et d'albite.

— Par augmentation des éléments cristallophylliens, le plus souvent laminés et allongés au point de former des lentilles de plusieurs mètres, conférant alors à la brèche un aspect stratifié, on passe au type suivant :

#### b) *Brèche à ciment micaschisteux,*

où les galets dolomitiques, exempts de laminage, sont restés anguleux. Ex. : contrebas de la crête du Piano dei Morti.

#### c) *Micaschistes et « pseudomicaschistes ».*

En d'autres points, le matériel cristallophyllien est dominant : dans le vallon faisant face aux Granges de la Rho (317,8 × 940,7), existe

une lame de cristallophyllien de plus de 10 m d'épaisseur, en contact direct avec des calcschistes, mais associée vers le haut aux brèches décrites plus haut : ce sont des micaschistes à grandes muscovites, des chloritoschistes à glaucophane, localement des prasinites ; on observe aussi des schistes vert tendre riches en fuchsite.

Il est difficile de dire s'il s'agit uniquement de cristallin reconstitué (présence de rares galets dolomitiques près du passage à la brèche) ou d'un gigantesque élément de la brèche, atteignant la dimension d'une véritable écaille tectonique.

d) *Brèches diluées.*

Il est souvent possible d'observer les passages latéraux de ces brèches plus ou moins chaotiques : la fréquence et la taille des éléments diminuent, la brèche se dilue dans un ou plusieurs niveaux schisteux, plus souvent calcaires, alternant avec des schistes tendres noirs ou verdâtres ; on passe ainsi à des calcaires bréchiques, souvent riches en muscovite, contenant encore çà et là de rares galets dolomitiques fusiformes à patine brune ; dans ces calcaires abonde encore de la fuchsite.

e) *Conclusions sur les brèches.*

1° Ces brèches sont comparables aux brèches d'âge jurassique démontré (Brèche supérieure du Chablais), d'âge jurassique supposé (Brèches du col du Longet), ou d'âge crétacé (IV<sup>e</sup> écaille, Massif de la Tsanteleina).

2° Elles semblent distinctes des microbrèches du Lias prépiémontais décrites plus haut, par de nombreux points :

a) Présence constante (en quantité très variable) d'éléments siliceux et cristallophylliens.

b) Présence constante de Fuchsite, dont le chrome provient vraisemblablement des ophiolites.

3° Ces brèches sembleraient se placer stratigraphiquement au-dessus des microbrèches du Lias prépiémontais, séparées de ces dernières par des calcschistes, mais aussi par des marbres et chloritoschistes, équivalents latéraux probables des ophiolites (face Est du Grand Argentier) avec lesquels elles semblent liées en deux points : col d'Arrondas, combe Est du Grand Argentier.

Cependant, la présence certaine de nombreuses écailles ne permet pas d'être affirmatif dans la succession stratigraphique originelle de cette série.

f) *Les lambeaux de brèches diverses, situés dans les gypses et cargneules séparant le Briançonnais interne des schistes lustrés ou de la série du Grand Argentier - Mélezet.*

Des brèches en tous points semblables aux brèches décrites plus haut existent en lambeaux de dimension variable, à la limite Est, exceptionnellement au front (Granges de Vallée Etroite) du Briançonnais interne. Ces lambeaux sont donc en position des « écailles » intermédiaires, prolongement de la zone d'Acceglio effilochée, connue jusqu'ici au Nord du col du Mont Genève (Rio Secco).

Le plus important de ces lambeaux est situé à quelques centaines de mètres au Nord du Sette de Fontane (Sud des Rois Mages).

Une brèche chaotique, possédant quelques éléments dolomitiques cartographiables au 1/20 000<sup>e</sup>, affleure sur plus d'un kilomètre carré, tantôt compacte, tantôt micaschisteuse (présence aussi de galets de Permien). Des calcschistes gris lui sont associés, ainsi que de rares lambeaux de schistes verts. De plus, quelques lambeaux de marbre gris clair, bréchiq (éléments de dolomie, éléments de quartzite de la taille du poing) évoquent le Malm de la zone d'Acceglio.

Entre le Mélezet et le col de la Roue existent dans les gypses et cargneules de nombreux lambeaux de brèches diverses :

- Brèches à galets permien ;
- Brèches mimant les brèches ladinien, à rares éléments de quartzites ;
- Brèches à ciment schisteux noir, à quartz noirs ;
- Brèche calcaire et dolomitique, transgressive sur des dolomies triasiques, contenant aussi de rares éléments anguleux de jaspe bleu pâle à vert. Cette brèche, à cachet crétacé, est diluée dans des schistes noirs à verdâtres à gros nodules manganésifères (10 - 20 cm) ; ces nodules, bien que totalement recristallisés, se montrent riches en traces d'organismes évoquant des foraminifères (globigérines ?) (320,72 × 938,84).

#### 4. LES SCHISTES NOIRS ET VERTS MANGANÉSIFÈRES.

Cette formation, connue sur une épaisseur de 50 à 150 mètres, est formée de schistes noirs et de schistes verts<sup>19</sup>, contenant des nodules<sup>20</sup>

---

<sup>19</sup> Dans le percement du tunnel ferroviaire du Fréjus ont été rencontrés au sein des Schistes lustrés des « schistes verts et violets » vers 2 736 mètres (du reste isolés de la masse des Schistes lustrés par quelques intercalations d'anhydrite) (E. DE BEAUMONT, C.R.A.S., t. 71, p. 8).

<sup>20</sup> Ces nodules contiennent parfois de petites mouches de chalcopryrite; le manganèse est sous forme de carbonate (dialogite associé à la Kutnahorite  $(\text{CO}_3)_2\text{CaMnMg}$  (Détermination aux Rayons-X, Laboratoire de Géologie appliquée de la Faculté des Sciences de Paris).

ou de petits lits brunâtres fortement manganésifères ; à ces schistes sont aussi parfois associés des faciès de type flysch : calcaires très gréseux en bancs de 10 à 50 cm, où sont visibles des contournements évoquant les « convolute laminations », alternant avec des schistes noirs.

Intercalée entre les Schistes lustrés du col du Fréjus et les ophiolites, cette formation affleure régulièrement entre Arrondas, la Pointe Fréjus et le Vallon della Rho (Italie).

Or, ces schistes noirs et verts manganésifères sont pratiquement identiques à ceux du « complexe de base » de la série du Flysch à Helminthoïdes, décrit tant dans les Alpes Ligures que dans l'Embrunais-Ubaye, d'âge crétacé supérieur, et qui a joué le rôle de niveau de décollement dans la nappe du Flysch à Helminthoïdes.

Cette formation passe géométriquement vers le bas aux marbres et ophiolites, avec récurrences de schistes noirs et verts à gros nodules manganésifères (par exemple au débouché des gorges du Châtelard, en contrebas du col du Fréjus, versant italien).

Il est difficile de dire s'il s'agit de replis tectoniques ou de récurrences ; des marbres à serpentine affleurent du reste au milieu des schistes manganésifères près des Granges des Challanches.

En d'autres points des Schistes lustrés existent encore des faciès rappelant le « complexe de base » de la série du Flysch à Helminthoïdes :

— Schistes verts et mauves en contrebas de la crête dominant le Piano dei Morti ;

— Lambeaux de schistes siliceux rouges et verts riches en oligiste (ressemblant à du Permien) dans les cargneules du col de la Roue ;

— Schistes tendres verts (et violets) au pied du Petit Argentier, associés à des faciès de type flysch ;

— Schistes noirs et verts manganésifères en maint endroit du lambeau de Schistes lustrés du col de la Roue.

### *Conclusions.*

Les formations décrites plus haut ne représentent peut-être qu'un faciès particulier des Schistes lustrés lié aux ophiolites ; mais il est fort possible qu'il s'agisse de témoins de la série du Flysch à Helminthoïdes (R. CABY, C. KERCKHOVE, M. LEMOINE, 1963), pour la première fois signalés en position si interne, témoins seulement probables tant qu'aucun foraminifère permettant de dater cette formation n'aura été trouvé dans les nodules ou lits manganésifères (on n'y connaît que des fantômes de radiolaires au col de la Roue).

### C) *Conclusions sur les séries piémontaises.*

1° La présence de faciès rappelant le Jurassique (Brèches) et le Crétacé (schistes manganésifères) dans nos Schistes lustrés sont une confirmation du caractère compréhensif de ce que l'on a coutume d'appeler « Schistes lustrés ».

2° La faible importance des ophiolites, la présence de brèches, tendent à prouver que nous avons affaire ici à un faciès de bordure de la fosse des Schistes lustrés.

3° Les intriquations — selon nous tectoniques — entre la série du Grand Argentier - Mélezet et les divers faciès des Schistes lustrés (notamment par exemple au Mélezet, au sommet du Grand Argentier, ou dans le lambeau du col de la Roue où l'on rencontre tous les faciès décrits plus haut), ne permettent pas de voir les rapports entre les faciès « prépiémontais » et le gros des Schistes lustrés.

4° *La série du Gondran* est considérée par M. LEMOINE comme un équivalent marginal externe, sans ophiolites, des Schistes lustrés. La similitude des faciès laisse en effet supposer, comme dans le Queyras (M. LEMOINE, 1961 *a*, p. 116), l'existence d'un passage latéral entre les deux formations ; mais la solution de deux nappes indépendantes, envisagée par le même auteur et A. MICHARD (1963), ne peut être exclue ici non plus.

5° Les schistes manganésifères, témoins probables de la série du Flysch à Helminthoïdes, semblent en tout cas plutôt faire partie intégrante de nos Schistes lustrés qu'appartenir à une nappe indépendante ayant laissé des lambeaux comme ceux connus plus au Sud dans le Briançonnais (Furfande, etc. <sup>21</sup>).

---

<sup>21</sup> L'existence de cette nappe plus à l'Ouest est, rappelons-le, tout à fait hypothétique à notre latitude.

## DEUXIEME PARTIE

## TECTONIQUE (fig. 4)

**Généralités.**

La région étudiée est située dans la partie orientale de l' « éventail Briançonnais ».

Toutes les structures sont déversées vers l'Est ; la majorité des terrains et des contacts anormaux sont fortement redressés, souvent jusqu'à la verticale.

A Modane disparaît, par ennoyage général sous les Schistes lustrés charriés, le « synclinorium séparateur » des deux zones paléozoïques distinguées par F. ELLENBERGER : zone houillère et zone Vanoise - Mont Pourri. Rempli de carneules, gypses et lambeaux de couverture, ce synclinorium séparateur représenterait une « zone cicatricielle d'involution » des deux socles paléozoïques (F. ELLENBERGER, thèse, p. 421). La zone Vanoise - Mont Pourri disparaît en même temps à Modane par suite de son fort plongement axial.

La verticalité approximative des contacts tectoniques masque, au Sud de Modane, le caractère de nappes de recouvrement de la zone des gypses et de la zone des Schistes lustrés.

Trois « zones » s'imposent donc d'elles-mêmes :

- La zone houillère et sa couverture propre ;
- La zone des gypses et les massifs calcaires (Briançonnais interne) ;
- L'ensemble piémontais.

**I. La zone houillère et sa couverture.****A) Accidents d'âge hercynien.**

Certains accidents tranchant les couches sous un angle très faible, et fréquemment minéralisés en sidérose et sulfures, ont certainement un âge hercynien. Ils sont en effet *souvent faillés, redressés ou replissés* comme les roches encaissantes, et les minerais sont *le plus souvent broyés*. Cette minéralisation, existant aussi en filons couches, est certainement liée aux intrusions de microdiorites.

Ces accidents faiblement inclinés par rapport aux couches, anciennes failles plates ou en cuiller, correspondent peut-être à de petits chevauche-

ments locaux dont il est impossible de fixer l'ampleur et le sens du déplacement.

Les principaux accidents de ce type, visibles dans notre région, sont :

- 1° Les filons de quartz du Pousset, Genevret et Grasse Tête (rive droite de l'Arc, au-dessus d'Orelle), jalonnant un grand accident NS faiblement incliné vers l'Ouest ;
- 2° Le filon de Combe Orsière (Valmeinier) ;
- 3° Le filon de quartz de l'Arizan (haute vallée de Névache) ;
- 4° La faille des Sarrasins.

Il n'est pas possible d'avoir plus de données sur la tectonique d'âge hercynien, masquée par les mouvements alpins bien plus importants.

Nous retrouvons cependant des traits caractéristiques de la structure des bassins houillers, en rattachant à une phase hercynienne ces accidents minéralisés interprétés jusqu'ici comme alpins.

Cette phase ancienne, dont l'âge est en tout cas anté-Néopermien, a peut-être engendré des chevauchements et même des renversements locaux dans les parties supérieures du bassin, avec des accidents plats, sans que l'on puisse voir de discordance angulaire dépassant 20° avec le Stéphaniens ou le Permo-Trias (ce qui est le cas).

Cette phase principale semble avoir suivi de peu les intrusions de microdiorites accompagnées de leur cortège filonien et correspond peut-être à la phase asturienne, puisque au Sud on retrouve des galets de microdiorites dans l'Eopermien (R. FEYS, 1957), et puisque nulle part ne sont visibles des accidents minéralisés dans le Stéphaniens (Massif de Peclet-Polset).

### B) *Tectonique alpine.*

Au niveau de l'Arc, J. FABRE (Thèse) a distingué dans l'éventail houiller :

- 1° La bordure occidentale ;

Fig. 4. — Coupes géologiques entre la Vallée de l'Arc et la Vallée Etroite.

*Zone Briançonnaise* : T4, Ladinien; T3, Virglorien (Tverm, calcaires vermiculés); T2, Werfénien supérieur (cargneules, schistes, gypses); Tq, Werfénien (quartzites francs) (Tqv, niveau versicolore); *rt*, Néopermien (Verrucano); *brγ*, Stéphano-permien migmatique, *bs*, Stéphaniens (?); *m*, microdiorites; *h*, houiller westphalien.

*Zones prépiémontaise et piémontaise* : FH, « complexe de base » du Flysch à Helminthoïdes (?); Br, brèches à éléments carbonatés et siliceux; SL, « Schistes lustrés » non différenciés; *s*, Serpentes; G, Gabbro; M, marbres et chloritosdrites, jaspes; LP, Lias prépiémontais; RH, Rhétien; TD, dolomies (Grand Argentier Mélézet); T5, gypses, cargneules, grès, schistes, dolomies (Keuper « exotique »).

*Echelle* : 1 kilomètre = 15 mm.

- 2° Le synclinal occidental ;
- 3° L'anticlinal médian ;
- 4° La retombée orientale.

Plus au Sud, la complexité de détail de l'anticlinal médian et de la retombée orientale apparaît, grâce aux lambeaux de la couverture autochtone du Houiller (inconnue au Nord de l'Arc), conservée depuis Arplane jusqu'à la Vallée Etroite.

L'ensemble de la zone houillère est fortement déversé vers l'Est, surtout au Nord de l'Arc où le rétrochevauchement sur la zone Vanoise - Mont Pourri atteint au moins 1 500 mètres au Sud du col de Chavière (F. ELLENBERGER, 1958, p. 437).

Dans la partie orientale, les lambeaux de couverture sont souvent redressés à la verticale ou même renversés (quartzites, exceptionnellement calcaires triasiques au Roc Mounio). Ils doivent être interprétés, quand ils sont solidaires du Houiller<sup>22</sup>, comme les flancs inverses non laminés de plis à charnière complexe déversés vers l'Est ; les flancs normaux sont au contraire mal développés<sup>23</sup>, le plus souvent amputés de leur couverture. Cette structure caractérise le bord interne de la zone houillère jusqu'au Sud de Briançon.

Plus au cœur de la zone houillère, loin des lambeaux de couverture, les structures deviennent difficiles à déchiffrer. Les couches sont généralement inclinées vers l'Ouest, comme la schistosité ; les charnières sont rarement visibles et alors complexes ; il est possible que le Houiller schisteux soit décollé du Houiller stérile plus rigide (crête de Sainte-Marguerite au Cheval Blanc). Des zones calmes voisinent avec d'autres zones étroites plissotées et chaotiques, parcourues d'un chevelu important de quartz laiteux et d'albite, sans qu'il y ait de rapport visible avec les accidents majeurs<sup>24</sup>.

De belles stratifications entrecroisées, d'une netteté exceptionnelle, nous ont montré le renversement des couches tranquilles à pendage Ouest faible, de la Crête des Sarrasins. Ainsi, entre la Combe de Bissorte et le Lavoir, il existe certainement beaucoup plus de terrains à l'envers qu'à l'endroit (les critères de polarité sont, rappelons-le, exceptionnellement conservés.)

<sup>22</sup> En fait, presque tous les contacts entre Houiller et quartzites ont joué en laminant le Permo-Trias. Exemple : quartzites du tunnel ferroviaire du Fréjus sous le chalet de la Challe, où le Permien est réduit à 5 mètres par laminage au contact des quartzites (miroir de faille vertical à stries horizontales).

<sup>23</sup> Le pli couché du Lavoir a conservé cependant en partie son flanc normal (quartzites du sommet 2 658, crête du Roc Rouge).

<sup>24</sup> De telles déformations « seraient tardives, et appliquées à un matériel qui n'était plus neuf, mais déjà devenu rigide par les déformations initiales » (E. RAGUIN, 1931, feuille du Petit-Saint-Bernard).

Il est intéressant de passer en revue les divers types d'accidents rencontrés dans cette partie de la zone houillère :

1. PLIS DE STYLE SOUPLE COUCHÉS VERS L'EST,  
LE N.E. (MODANE) OU LE S.E. (LE CHARMAIX).

Ces plis ont un rayon de courbure de 100 à 200 mètres (Vallée des Herbiers, Roche de la Pelle).

Certains d'entre eux ont un plongement axial vers le Sud assez net (pli du Lavoir). Le cœur des anticlinaux apparaît très souvent plissé, à l'échelle de l'affleurement comme de la lame mince, notamment dans la vallée des Herbiers ; les grès y deviennent alors gaufrés et schisteux, et leur recristallisation est plus intense <sup>25</sup>.

Entre les Sarrasins et le Lavoir se succèdent trois plis déversés vers l'Est ; vers le Sud, ces plis, souvent réduits à un flanc inverse, viennent tour à tour s'envoyer obliquement dans les cargneules qui limitent les terrains d'origine plus lointaine. Ainsi le pli déversé du Signal des Sarrasins (fig. 8), situé en pleine zone houillère, se trouve-t-il amené au contact des gypses et cargneules en Vallée Etroite. *Il y a donc obliquité des structures autochtones par rapport au contact majeur des terrains d'origine plus interne.*

2. ÉCAILLES PARAUTOCHTONES.

Elles sont formées de Permo-Trias à faciès « zone houillère », de quartzites et, plus rarement, de calcaires triasiques.

— a) Les unes sont en coin dans le Houiller ; elles sont plus nombreuses dans la partie orientale : ainsi, par exemple, les répétitions des quartzites de la crête Sainte-Marguerite et du Permo-Trias des environs du Banchet (Vallée Etroite). Au sein du Houiller existe aussi certainement ce style en écailles, trahi par les nombreuses failles verticales NS.

— b) D'autres écailles sont isolées du Houiller par des gypses et des cargneules, mais doivent cependant être rattachées à la zone houillère par leur faciès ; ainsi la deuxième barre de quartzites du tunnel ferroviaire du Fréjus, isolée dans l'anhydrite, possède à sa base quelques mètres de Néopermien et de Houiller ; les calcaires triasiques de la crête joignant Replanette à la Vallée Etroite possèdent de même à leur base des quartzites et du Néopermien.

---

<sup>25</sup> Le plissement des grès est manifestement postérieur à la phyllitisation : chlorite, micas blancs y sont tordus, et rompus par la schistosité de fracture. L'albite semble par contre postérieure à ces phénomènes.

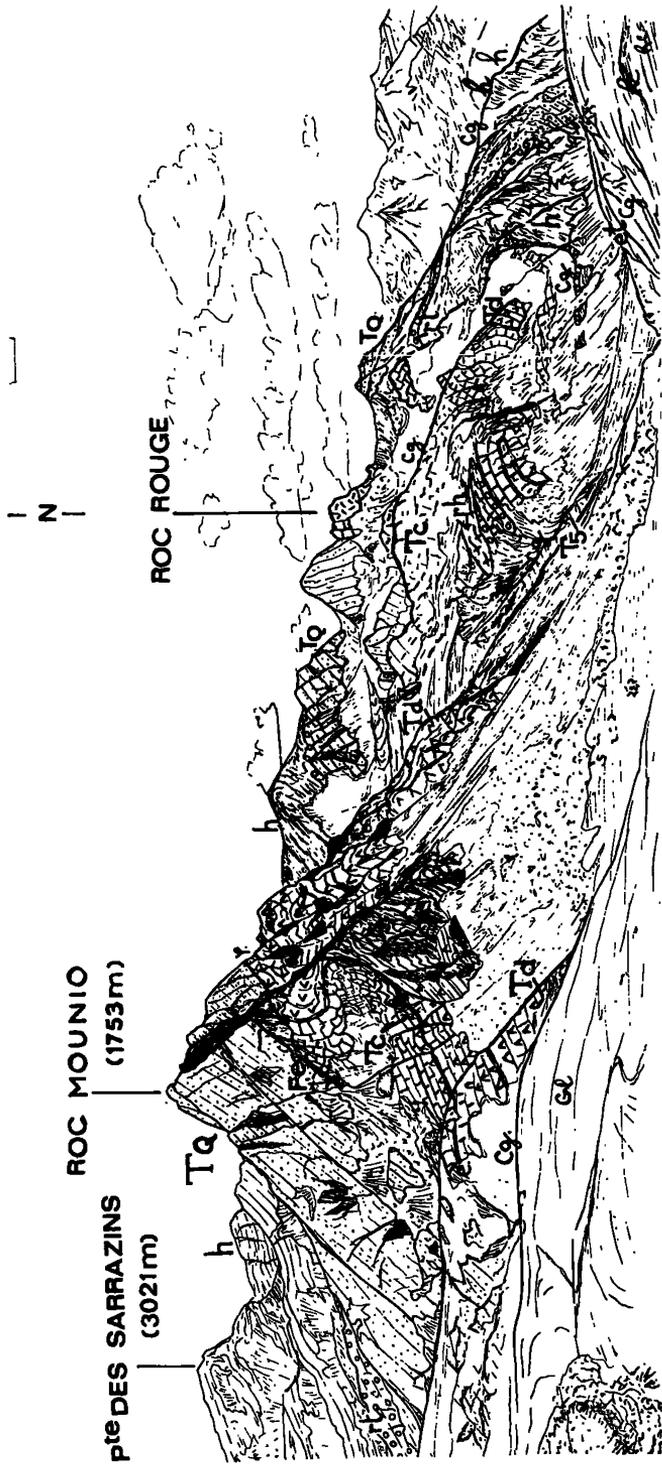


Fig. 5. — Le Roc Mounio et le lambeau allochtone du Clos, vers l'Est.

*h*, Houiller; *rt*, Stéphano-permien; *tq*, Permo-Trias; *tc*, quartzites werféniens; *tt*, Trias calcaire; *td*, dolomies triasiques; *cg*, cargneules; *T5*, Keuper exotique.

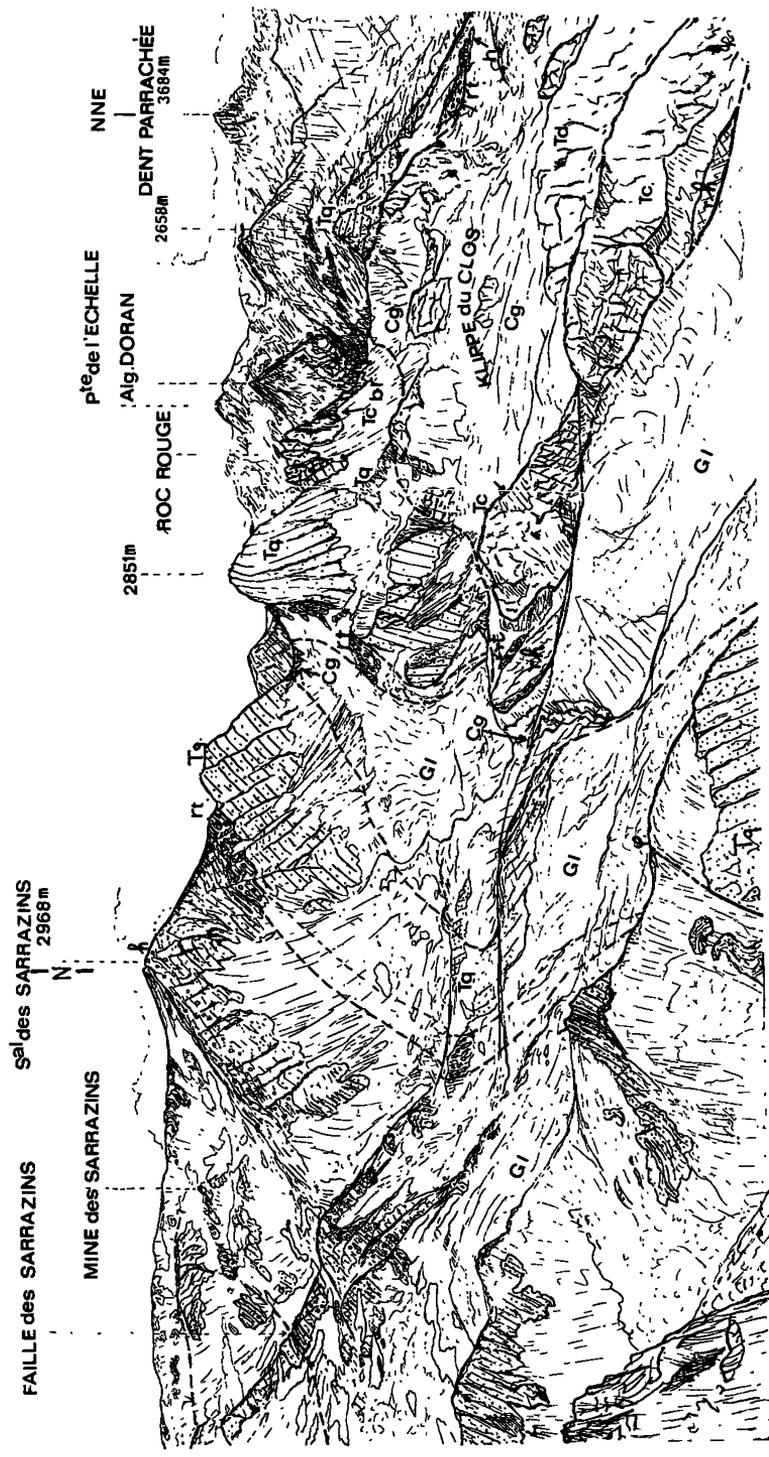


Fig. 6. — Les Crêtes des Sarrazins et du Roc Rouge, vues du Roc Mounio.

Cg, cargneules; Td, Tc, Trias dolomitique et calcaire; Tq, quartzites werféniens; rt, Permo-Trias; h, Houiller.

L'écaille du Roc Rouge (fig. 6) mérite une description plus détaillée ; apparemment isolée dans les cargneules, elle disparaît rapidement au Nord comme au Sud. Elle est formée de Néopermien, de quartzites et de calcaires virgloriens ; ces terrains sont redressés à la verticale et même renversés sur le bord Ouest de l'écaille, alors que les quartzites sont presque horizontaux et à l'endroit dans la face Nord du Roc Rouge (voir fig. 4). Tout se passe comme si cette écaille, anciennement horizontale, *avait été secondairement redressée par le pli déversé du Signal des Sarrasins situé immédiatement à l'Ouest.*

Les quartzites du col d'Arplane (entourés malheureusement de toutes parts d'éboulis et de moraines) représentent aussi, peut-être, une écaille décollée au niveau du Permien et flottant plus ou moins totalement sur des cargneules (qui affleurent au col d'Arplane). Seul son bord Ouest a été écrasé et rebroussé fortement.

Les autres écailles, isolées ou non dans les cargneules, sont verticales ou renversées.

Elles peuvent être interprétées comme *d'anciennes écailles à plat issues d'une phase tangentielle antérieure, redressées ou basculées secondairement vers l'Est.*

### 3. LE MASSIF DU THABOR (fig. 7 et 8).

C'est au Massif du Thabor qu'il est possible d'observer, entièrement conservés, les effets de ces mouvements tangentiels précoces. Cette conservation est due au niveau d'érosion plus faible et au fait que le Thabor est situé plus au centre de la zone houillère, donc là où les structures sont déjà moins fortement poussées vers l'Est.

Le Massif du Mont Thabor, constitué d'une dalle de quartzites faiblement inclinée vers l'Est et de nombreuses buttes-témoins de calcaires triasiques plus ou moins glissées (dont le Roc du Sérous est le plus bel exemple) vient en effet chevaucher vers l'Ouest le Pic du Thabor formé de quartzites et d'un peu de calcaires triasiques ; l'accident est souligné par des gypses et cargneules attribués au Werfénien supérieur dont l'origine est certainement locale, et par des lambeaux de Néopermien et de Houiller (col du Thabor). Cet accident disparaît au Nord sous le glacier et la moraine du Thabor, mais peut être suivi vers le Sud. C'est lui qui est responsable de l'affleurement de Houiller et de Permo-Trias du Lac Blanc ; au pied du Grand Adret, l'accident, dirigé NO - SE, est devenu maintenant vertical et même incliné vers l'Ouest ; plus au Sud, c'est peut-être lui encore qui met brutalement en contact le Houiller et les quartzites au Rocher Blanc.



Fig. 7. — Le massif Thabor-Cheval Blanc (versant N).

A droite, Houiller plissé; à gauche, falaises de quartzites triasiques (de droite à gauche : Pic du Thabor, Mont Thabor, Cheval Blanc).

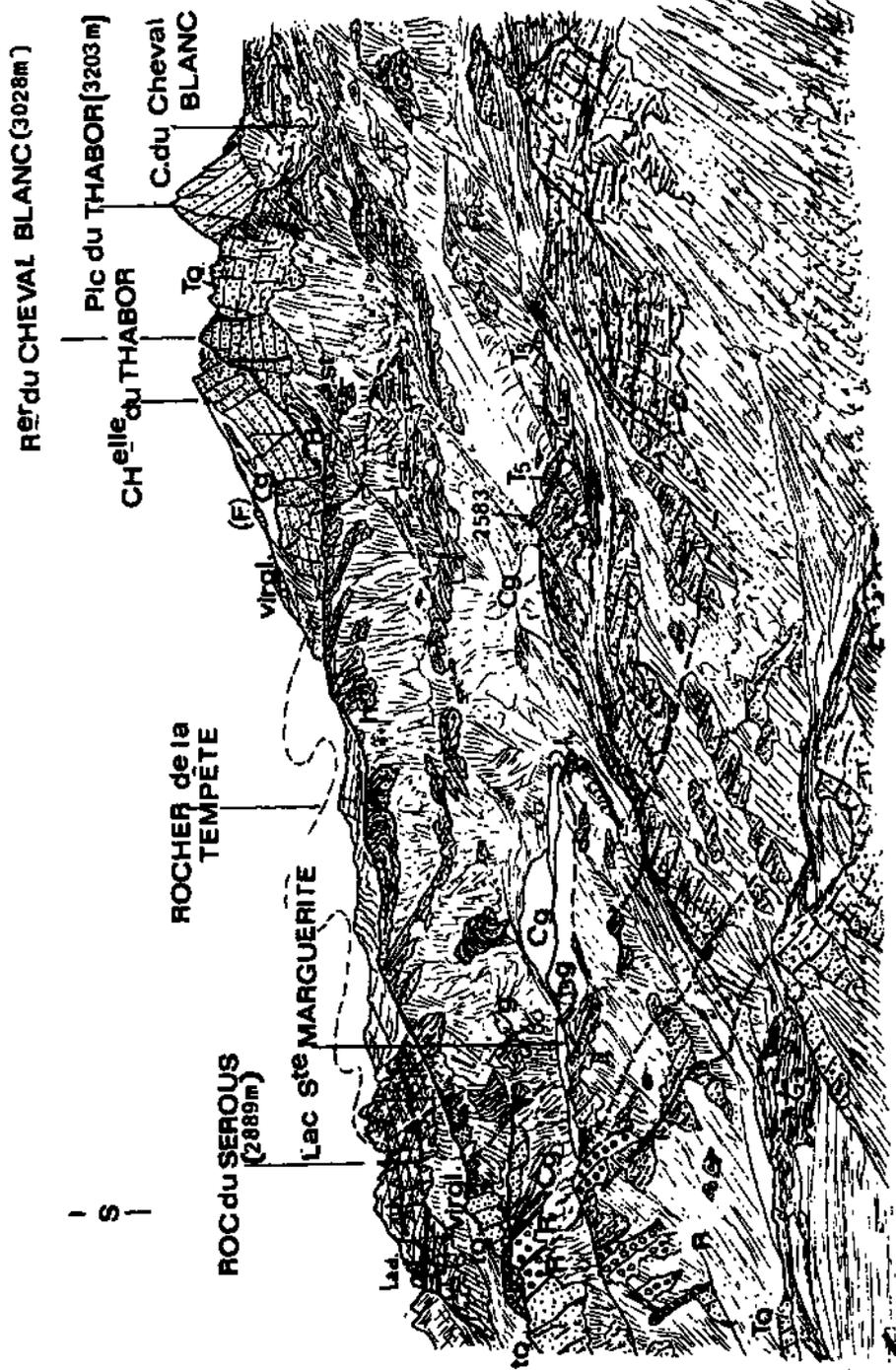


Fig. 8. — Le massif du Thabor et le Cheval Blanc, vus du Roc Mounio. Les lambeaux de Keuper exotique des lacs Ste-Marguerite. T5, Keuper; Cg, Cagneules; & sypses; Tq, quartzites werféniens; R, Permien; St, Stéphanien; H, Houiller.

Tout se passe comme si le Massif du Mont Thabor, seulement découpé en blocs par des cassures peu importantes, avait résisté, tel un butoir, à la poussée vers l'Est. Ainsi s'explique :

- que le pli couché de la Roche de la Pelle soit mal individualisé au niveau du Thabor, alors que vers le Nord s'observent de beaux plis couchés (Roche Noire) ;
- que l'accident du Thabor, à pendage Est, ait été « fossilisé » alors que presque partout ailleurs ces accidents, comme les écailles elles-mêmes, ont été redressés ou renversés vers l'Est.

Il est permis de se demander pourquoi le Massif du Mont Thabor a résisté en bloc à la poussée vers l'Est. Peut-être ce massif devait déjà être, au moment de la phase de poussée vers l'Est (mais avant l'arrivée des Schistes lustrés), un plateau peu accidenté dominant un pays érodé souvent jusqu'au Houiller (voir plus loin) où n'existaient plus que quelques lambeaux de couverture. Ainsi, là où existait encore la couverture rigide de quartzites, les plis n'ont pas pu s'individualiser ; au contraire, les plis du Houiller de la Crête Sainte-Marguerite semblent bien s'être formés *sans couverture* (préalablement disparue).

#### 4. LES LAMBEAUX ALLOCHTONES DE RECOUVREMENT.

Divers lambeaux de recouvrement attestent l'extension initiale sur la zone houillère des formations d'origine plus interne (Massifs du Briançonnais interne, Keuper « exotique ») ou même d'origine piémontaise.

Tels sont :

- La klippe de Trias calcaire du Clos (dans le prolongement du Massif des Rois Mages), associée à des cargneules et des grès du Keuper typiques ; ainsi qu'à du Stéphano-Permien (fig. 5 et 6) ;
- Les îlots de gypses et grès du Keuper des lacs Sainte-Marguerite (fig. 8) ;
- La klippe de Schistes lustrés de la Lauze (découverte par F. ELLENBERGER : levés inédits).

La position de ces divers lambeaux est remarquable :

- 1° Ils reposent tous dans des dépressions.
- 2° Ils reposent sur du Houiller préalablement dépourvu de sa couverture propre (la klippe du Clos représente à une petite échelle une « substitution de couverture »).
- 3° Ces lambeaux sont aussi impliqués dans les mouvements de poussée vers l'Est, fréquemment pincés entre des écailles : ainsi les gypses des lacs Sainte-Marguerite représentent de véritables « diapys descendants » dans des accidents intéressant le Houiller, lesquels se matérialisent sur la crête par les redoublements du Permien et des Quartzites.

*Conclusion.*

— Une érosion importante (qui a pu localement faire disparaître plus de 500 m de couverture) aurait précédé l'arrivée de la nappe des Schistes lustrés, tout comme en Vanoise (F. ELLENBERGER, 1958, p. 432).

— Lors de l'arrivée des Schistes lustrés et des gypses, la région devait posséder un relief accidenté (peut-être par des *cuestas* de quartzites), relief hérité de la phase préliminaire tangentielle vers l'Ouest ; les zones dénudées jusqu'au Houiller (le Clos) voisinent avec d'autres où la couverture est presque totalement conservée (Roc Mounio).

— Les gypses et cargneules à la base des Schistes lustrés ont dû « combler les creux de ces reliefs en rabotant les aspérités » (F. ELLENBERGER, 1958, p. 414). Présence probable de « reliefs insulaires sous-gypseux » près des Tourbières au NO des lacs Sainte-Marguerite).

**II. La zone des Gypses et les Massifs calcaires du Briançonnais interne.****A) Les Gypses et Cargneules.***a) La zone de gypses et cargneules de Modane à Névache.*

Cette zone continue représente la fusion vers le Sud de la « Nappe des gypses » de Vanoise, accumulation diapirique et tectonique à la base de la nappe des Schistes lustrés, mais aussi des gypses pincés dans le « synclinorium séparateur » de Champagny-Modane.

Cette zone verticale, réduite aux seuls gypses au niveau du tunnel ferroviaire du Fréjus, limite la zone houillère des Schistes lustrés. En profondeur, elle a peut-être les mêmes caractères que plus au Nord (« zone cicatricielle d'involution »), séparant les deux massifs paléozoïques. A partir des Granges d'Arrondas, les gypses apparaissent au front ou à l'arrière d'importants massifs calcaires triasiques qui sont donc isolés tectoniquement.

**B) Les Massifs calcaires (Briançonnais interne).***a) La Montagne d'Arrondas.*

Cette lame de calcaires et dolomies triasiques naît au torrent d'Arrondas puis s'épaissit pour se laminer ensuite, au Petit Argentier, en écailles broyées contenant des lames de Permo-Trias<sup>26</sup> et de quartzites.

---

<sup>26</sup> Ce Permo-Trias très sériciteux pourrait avoir une origine plus interne, comme le lambeau de micaschistes verts à grandes muscovites inclus dans les cargneules de Pra Dieu.

b) *Les Rois Mages.*

Homologue de la Montagne d'Arrondas, ce massif est en continuité vers le Sud, avec les massifs calcaires de la rive gauche de la vallée de Névache, et est limité à l'Ouest comme à l'Est par des gypses et des cargneules. Il est formé par un gigantesque empilement de séries triasiques calcaires où des zones intensément plissées voisinent avec de grands panneaux calmes, mais souvent à l'envers (voir fig. 4 et 9), séparés par des cargneules incluant des lambeaux attribuables au Stéphano-Permien. On peut distinguer : le synclinal couché de la Planette, et l'anticlinal couché de Roche Bernaude, qui se poursuit au Sud et se trouve relayé par les plis couchés de l'Aiguille Rouge et du Rocher de la Sueur. L'ensemble du Massif des Rois Mages <sup>27</sup> est refoulé sur les Schistes lustrés ou la série du Grand Argentier - Mélézet (1,5 km pour le moins au Mélézet ; mais la partie Nord de cette unité (klippe du Clos), associée à des cargneules et des schistes et grès du Keuper, repose à même le Houiller.

*Aussi, l'unité des Rois Mages apparaît donc comme « flottante » à la limite zone houillère - pays des Schistes lustrés.*

Les lambeaux de Stéphano-Permien, rassemblés sur le bord Ouest de ces massifs (col de Fontaine Froide, le Clos), qui proviennent de parties plus internes de la zone houillère aujourd'hui cachées, attestent le caractère allochtone de ces massifs triasiques. Si nous déroulons les plis des Rois Mages, nous obtenons une bande large d'au moins 8 km de couverture triasique, décollée d'un socle plus interne (zone houillère plus interne, ou plutôt prolongement méridional de la Vanoise occidentale). Cette couverture, peut-être déjà plissée et décollée (Vanoise ?) *aurait été traînée et accumulée au front de la nappe des Schistes lustrés en marche et, tout comme en Vanoise, localement substituée à la couverture de la zone houillère en partie érodée (le Clos).*

**III. L'ensemble piémontais.**

Son contact avec les terrains situés à l'Ouest est vertical ou renversé, de Modane au Mélézet ; pourtant les lambeaux du col de la Roue et de *La Lauze* (représentant pour F. ELLENBERGER un « saut de mouton » des Schistes lustrés par-dessus le Grand Argentier) sont là pour attester le caractère allochtone des Schistes lustrés ; *la klippe de La Lauze est le seul témoin de leur extension initiale sur la zone houillère, avec le Mont Jovet plus au Nord.*

---

<sup>27</sup> Plus au Nord, les Massifs calcaires du Roc de la Pêche, etc..., peuvent être considérés comme les homologues de notre Briançonnais interne.



Fig. 9. — Le versant Ouest de l'extrémité Nord du massif des Rois Mages.  
Cg, cargneules; Virgl, Virglorien; Lad, Ladinien.

La percée du tunnel ferroviaire du Fréjus a montré de nombreuses intercalations d'anhydrite au sein des Schistes lustrés, même assez loin de la masse principale d'anhydrite ; ces intrications dénotent la complexité de détail du contact, comme par exemple au col d'Arrondas, à moins qu'il s'agisse de simples injections dans les schistes.

— Tant qu'il est possible d'avoir des repères stratigraphiques, les séries renversées sont les plus fréquentes.

L'unité du Grand Argentier (fig. 10, 11, 12) est limitée à l'Ouest par des cargneules (col de la Roue, col du Petit Argentier) qui représentent certainement un accident de grande ampleur, dans le prolongement du chapelet « d'écaillés intermédiaires » (zone d'Acceglio-Longet « efflochée ») connues jusqu'au Nord du Mont Genève, et séparant les unités prépiémontaises du Briançonnais interne (M. LEMOINE, 1961). Mais une zone de cargneules et de formations attribuées au Keuper ceinture le Grand Argentier et remonte sans doute dans la combe Sud (dépourvue d'affleurements). Le sommet et le versant Est montrent des écaillés morcelées et traînées vers l'Est, isolées par de l'anhydrite ou des grès du Keuper. D'une manière curieuse, ces écaillés n'ont pas été décollées au niveau du Rhétien : elles possèdent presque toutes une semelle de dolomies triasiques, et flottent plus à l'Est et au Sud, telle une guirlande, comme séparées de leur patrie qui semblerait être le Grand Argentier. Le dernier de ces îlots dolomitiques se trouve sur la crête du Piano dei Morti, en position renversée. D'autres îlots de dolomie nagent au milieu des calcschistes, mais leur patine claire permet de les différencier des brèches brunes à éléments énormes affleurant au sommet de la combe qui domine au Sud le col du Fréjus.

Quand il ne reste aucun repère stratigraphique, les calcschistes (piémontais et prépiémontais) montrent sur le versant italien un pendage Ouest régulier (30°). Les contacts anormaux, s'ils existent, sont invisibles et, hélas, non injectés de cargneules. Le seul accident repéré (peut-être sans aucune importance) est un filon peu épais de quartz et albite, vertical et recoupant les calcschistes (Cima della Blave).

Il est probable qu'au sein des calcschistes à pendage Ouest monotone (cette disposition existe aussi ailleurs à la bordure des Schistes lustrés) un écaillage important passe totalement inaperçu ; de même, une grande partie des Schistes lustrés est peut-être à l'envers, tout comme l'est la majeure partie des terrains du bord interne de la zone briançonnaise.

#### COMPARAISONS AVEC LES RÉGIONS AVOISINANTES.

##### a) Vers le Nord.

Au Nord de l'Arc, les mouvements vers l'Est sont encore plus importants dans la zone houillère (plis couchés, chevauchement de Polset). Aussi,



Fig. 10. — Le Grand Argentier, vu du col d'Arrondas.

A droite, Trias brianconnais (Tc) du Pas du Roc; à gauche, Trias dolomitique (Td) de la série du Grand Argentier, suivi en série renversée de Rhétien-Lias (li) et de Schistes lustrés (SL) à intercalations de brèches et microbrèches (Br); g, gypses exotiques.

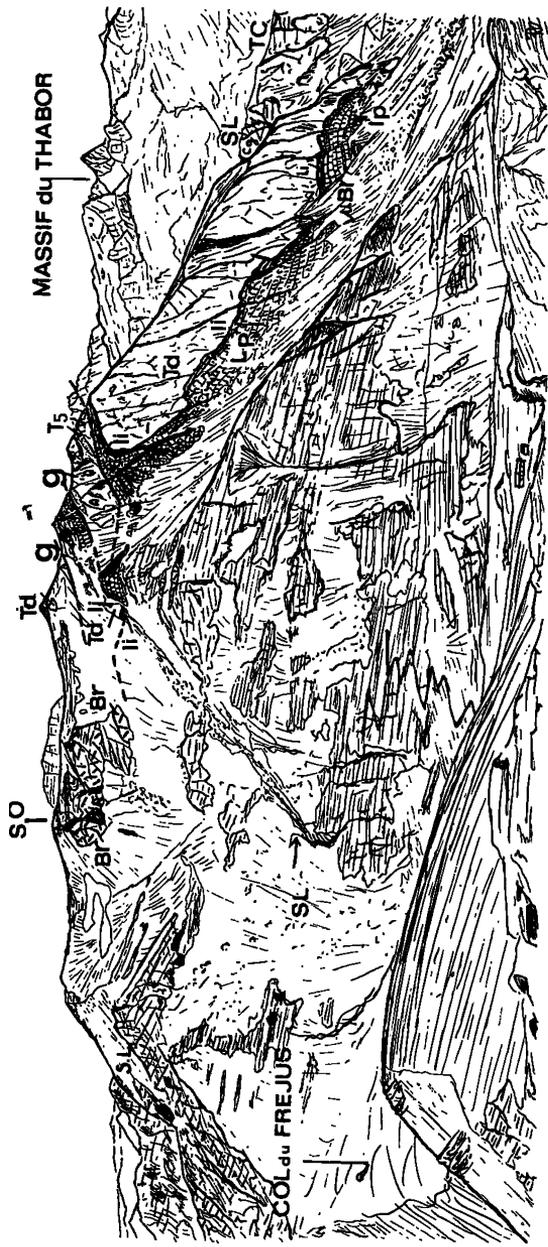


Fig. 11. — Le massif du Grand Argentier, vu de la Pointe de Fréjus.

T5, Keuper; g, gypse; Td, dolomites triasiques; li, Rhétien et Lias inférieur; LP, Lias prépiémontais; SL, Schistes lustrés; Br, brèches.



Fig. 12. — Le versant S du Grand Argentier.

Td, Trias dolomitique; Li, Rhétien et Lias; Cg, cagneules; T5, Keuper exotique; SL, Schistes lustrés; Br, brèches; FH, schistes du « complexe de base » du Flysch à Helminthoïdes.

l'existence d'une phase tangentielle antérieure vers l'Ouest n'y est-elle pas décelable, d'autant plus que la couverture secondaire autochtone a presque partout disparu, par suite de son départ vers l'Ouest (?) ou plutôt par suite d'une érosion antérieure à l'arrivée des Schistes lustrés, puisque la klippe du Mont Jovet repose sur du Houiller dénudé.

b) *Vers le Sud et le Sud-Ouest.*

1° Les lambeaux de couverture briançonnaise de la zone houillère (Le Queyrellin, Tête Noire, Grand Aréa) semblent avoir été plus ou moins traînés sur le Houiller ; les différents auteurs s'accordent à voir une indépendance entre la couverture et le substratum siliceux (M. LEMOINE, R. FEYS).

Ces lambeaux de couverture peuvent représenter des témoins de la phase tangentielle vers l'Ouest qui, plus au Sud, a donné naissance aux nappes briançonnaises, nappes dont l'extension vers le Nord au-delà de la latitude de Monétier-les-Bains reste hypothétique.

2° Les plis déversés vers l'Est caractérisent le bord interne de la zone houillère. Cette structure, qui engage de plus en plus de terrains de la couverture en allant vers le Sud, subit peu de variations jusqu'à Briançon, des déversements vers l'Est sont aussi manifestement postérieurs à la mise en place des nappes tant briançonnaises que d'origine plus interne (4<sup>e</sup> écaïlle, Flysch à Helminthoïdes).

A Briançon, ces plis sont renversés sur le Briançonnais interne (prolongement de notre Massif des Rois Mages), lui-même renversé sur les zones prépiémontaise et piémontaise. Cependant, il n'existe à cette latitude aucune preuve décisive d'une phase d'érosion importante.

*Conclusions.*

Entre les latitudes de Serre-Chevalier et du Mont Jovet, nous n'avons aucune preuve de l'existence de nappes de recouvrement sur la zone houillère (IV<sup>e</sup> écaïlle, Schistes lustrés, Flysch à Helminthoïdes). Cependant, au niveau de l'Arc, le niveau d'érosion est bien inférieur à ce qu'il est plus au Sud où les terrains houillers disparaissent sous leur couverture de terrains autochtones ou de nappes.

Aussi, si le métamorphisme alpin est bien en liaison avec la surcharge des nappes, il est probable que la zone houillère, qui est déjà métamorphique sur son bord interne, n'a pas échappé totalement, tout au moins pendant un certain temps, à la surcharge de nappes d'origine plus interne.

## TROISIEME PARTIE

## LE MÉTAMORPHISME

Le métamorphisme est sensible dans notre région : il intéresse tous les terrains, mais ses effets sont très variables selon les formations.

— *Le Métamorphisme anté-alpin* est très localisé dans l'espace : gneiss du Sapey et formations associées (métamorphisme d'âge *permien*) et mica-schistes prétriasiques liés aux brèches des Schistes lustrés.

— *Le Métamorphisme alpin* n'a jamais oblitéré totalement l'allure sédimentaire des formations : jamais, dans notre région, la foliation métamorphique ne recoupe les strates sédimentaires ; les grès houillers par exemple, qu'ils soient entièrement laminés faciès de mylonites ou recristallisés (véritables mica-schistes parfois) sont toujours reconnaissables comme tels, de même les conglomérats, malgré un étirement parfois spectaculaire des galets cristallophylliens (brèches des Schistes lustrés, conglomérats stéphano-permiens).

## Principaux minéraux alpins.

1° *Le Quartz*. — Dans toutes les roches, le quartz de recristallisation en mosaïque, est abondant : dans les grès houillers, il voisine avec les grains détritiques cataclasés, allongés en fuseaux avec « poches d'étirement », plus rarement cernés de quartz de néoformation.

2° *Les Micas blancs*. — Les micas blancs sont très abondants dans toutes nos roches : ce sont eux qui leur donnent leurs délits lustrés et argentés, parfois verdâtres<sup>28</sup>, souvent onctueux et savonneux au toucher. Aucune étude précise n'a été faite sur ces micas vulgairement dénommés « séricite » (terme de terrain). Le plus souvent ils se présentent en très fines lamelles enchevêtrées ; plus rarement ce sont de belles lamelles très légèrement pléochroïques dans le vert pâle, toujours pseudo-uniaxes, et se distinguent ainsi aisément des muscovites détritiques<sup>29</sup> avec lesquelles elles sont fréquemment associées dans les grès houillers. Exceptionnelle-

---

<sup>28</sup> Certains schistes vert-clair du néopermien se révèlent uniquement composés d'une séricite très fine.

<sup>29</sup> Dans les échantillons qui ne sont pas frais, muscovites et micas blancs néoformés sont souvent imprégnés d'oxydes de fer provenant du fer de la roche, qui les rendent alors nettement pléochroïques dans le brun-rouge.

ment, de grands micas blancs (0,5 cm), toujours quasiment uniaxes, existent dans des filonnets des grès du Keuper (Grand Argentier), associés au quartz et à l'albite en structure micrographique.

De rares études récentes sur les micas blancs alpins montrent le grand nombre de variétés minéralogiques : phengites, séricite onctueuse, paragonite, etc... (en tout cas jamais talc).

3° *Chlorites*. — Divers types de chlorites sont fréquents : le plus souvent il s'agit de rhipidolite (fréquente aussi dans les fentes alpines) ou du type pennine, mais il existe aussi de nombreux autres types :

- chlorites incolores, presque isotropes ;
- chlorites vert épinard ;
- chlorites polarisant dans le violet, les brun olive, etc... ; enfin des phyllites complexes, formées de lamelles de mica blanc en sandwich avec des lamelles de chlorites, semblent résulter d'une évolution complexe.

4° *Albite*. — Ce minéral apparaît un peu dans toutes les roches.

a) Dans les grès houillers<sup>30</sup>, la genèse d'albite s'explique aisément à partir des nombreux feldspaths détritiques (presque toujours albite, rares microclines).

Ces albites rarement maclées (karlsbad) contiennent souvent de très nombreuses inclusions de grande taille (quartz, phyllites, rutile) ; leurs contours amiboïdes se surimposent souvent aux autres minéraux et au microplissotement de la roche. Ces yeux d'albite néoformée sont plus fréquents au voisinage des filonnets de quartz laiteux, d'albite et de rhipidolite qui sillonnent fréquemment les grès.

b) Dans les calcschistes des Schistes lustrés, elle n'est jamais très fréquente. Par contre elle peut abonder dans certains chloritoschistes, en petits yeux visibles à l'œil nu, souvent plus abondante au contact des alternances carbonatées ; exceptionnellement, on passe ainsi à des ovarites à structure ocellaire (voir p. 161). Ces albites sont très riches en inclusions (traînées de fines aiguilles de rutile dessinant des fantômes de glaucophane partiellement conservé).

Dans ce cas, où nous connaissons les mêmes roches sans glaucophane ni albite, l'apport de soude semble probable, de même qu'il est manifeste dans certaines formations :

- filonnets d'albite dans les cargneules du col d'Arrondas ;
- grands cristaux automorphes d'albite aux macles complexes dans les dolomies.

---

<sup>30</sup> Dans les grès et arkoses du Néopermien, pauvres en  $\text{Na}_2\text{O}$ , mais riches en potasse, l'albite ne se rencontre pratiquement pas.

5° *Glaucophane*. — Ce minéral est très répandu dans certaines formations des Schistes lustrés, le plus souvent à peine développé, invisible à l'œil nu, mais en même temps rétrotransformé.

Au pied du Petit Argentier, les jaspes et microquartzites rubanés (équivalents latéraux probables des ophiolites) apparaissent soudainement pétris de grandes aiguilles de glaucophane de plusieurs millimètres, très pléochroïques (variété *crossite*).

Dans certains chloritoschistes qui leur sont associés dans le même lieu, on observe au moins deux générations de glaucophane : les premiers cristaux sont brisés, tordus, et presque entièrement rétrotransformés, et recoupés par un début de schistosité ; de nouveaux cristaux zonés, plus clairs, recourent les précédents de même que la schistosité.

Une roche prasinitique à glaucophane associée à des schistes noirs plus ou moins glissés, du Houiller ou du Stéphano-Permien des environs de Modane (331,7 × 940,1), montre des faits plus complexes : le glaucophane est uniquement conservé dans les nombreuses ocelles d'albites qui nagent dans le reste de la roche très laminée riche en chlorite, épidote et calcite.

6° *Calcite*, *Ankérite*. — Ces deux minéraux, souvent associés, sont prépondérants dans les calcschistes des Schistes lustrés. L'ankérite forme même parfois de véritables petits porphyroblastes.

7° D'autres minéraux apparaissent occasionnellement :

a) La *tourmaline*, en agrégats colonnaires autour d'anciens grains détritiques (grès houillers), parfois en cristaux automorphes postérieurement brisés.

b) *Epidote* dans les prasinites, d'histoire apparemment toujours complexe, mais aussi dans des chloritoschistes des Schistes lustrés, et localement dans certains schistes noirs houillers des environs de Fourneauux (J. FABRE).

c) *Rutile* un peu partout en fines aiguilles, notamment en inclusions dans les chlorites et albites.

d) *Pseudomorphoses* de divers minéraux : lawsonite<sup>31</sup> dans certains calcschistes ; wernérites (?) dans les grès du Keuper.

<sup>31</sup> Les grès du keuper situés au pied de la face SW du Grand Argentier apparaissent soudain comme de véritables micaschistes à minéraux (ils ont été du reste confondus avec du « rh » métamorphique par F. ELLENBERGER, 1958, sur son panorama n° VIII, mais attribués par la suite au keuper par le même auteur, comme par nous-mêmes : communication orale).

<sup>32</sup> Ce minéral, non rétrotransformé, a été trouvé en abondance non loin des ophiolites des Gorges du Chatelard (Versant Est du col de Fréjus) (Note ajoutée en cours d'impression).

*Conclusions.*

Le métamorphisme alpin est seulement naissant dans notre région : mais dans cette « épizone » à chlorite et albite, qui n'a jamais oblitéré l'aspect sédimentaire des roches, il est possible d'entrevoir la complexité des recrystallisations, en majorité contemporaines des déformations.

Certaines roches subissent un retard remarquable au métamorphisme :

— aussi les dolomies, qui ont conservé le plus souvent un grain fin et des restes organiques ;

— les grès et arkoses du Keuper, comme protégés au sein des gypses ;

— le mince niveau cinéritique du Ladinien, exempt de recrystallisation et de déformation, bien protégé au sein des dolomies.

**CONCLUSIONS GÉNÉRALES****I. Évolution paléogéographique du bord interne de la zone houillère au Sud de Modane.**

A) Le dépôt d'une épaisse série détritique, à couches d'anhracite peu épaisses, caractérise l'époque westphalienne.

Nous avons trouvé dans notre région les traces de déformations que nous avons attribuées à la phase asturienne, ainsi qu'une minéralisation liée à ces déformations et aux intrusions de microdiorites.

La région semble ensuite avoir surtout été émergée (présence de latérites fossiles d'âge probablement Stéphanio-Permien) (à moins que des dépôts stéphaniens ou éopermiens n'aient été partout arasés avant le Néopermien), alors que plus à l'Est une migmatisation singulière se développait préférentiellement dans des dépôts détritiques épais d'âge Stéphanio-Permien.

Le Néopermien supérieur (J. FABRE, 1961) voit la reprise générale de la sédimentation détritico, voire pyroclastique.

B) L'invasion de la mer débute, selon F. ELLENBERGER, au Werfénien. La présence de sidérolithique remanié au Virglorien inférieur traduit une émergence brève, peut-être très localisée, non loin de notre région, au Werfénien supérieur ; de même, l'extrême réduction du Virglorien est caractéristique dans notre région.

C) Nous ne connaissons rien de l'évolution post-triasique de la région : les descriptions de terrains jurassiques et crétacés peu épais plus au Sud, aux environs de Névalche (M. LEMOINE, 1950) et plus au Sud-Ouest dans les massifs du Grand-Galibier et des Cerces (B. TISSOT, 1956) donnent une idée de cette évolution.

## II. Succession des événements tectoniques.

L'analyse structurale de la région nous conduit à distinguer au moins deux phases tectoniques. Il semble que l'on puisse admettre la succession suivante :

### A) *Phase orogénique préliminaire.*

Un serrage de la zone houillère engendre des écailles chevauchantes vers l'Ouest, ou subverticales dans la partie interne (?) ; elles sont décollées au sein du Houiller, plus fréquemment au niveau du Néopermien et des carneules inférieures, qui s'insinuent entre elles.

Cette phase est probablement synchrone du glissement de la couverture connu plus au Sud (Grand-Galibier, Massif des Cerces) et de la mise en place des nappes briançonnaises (fin Eocène, début Oligocène selon J. DEBELMAS).

Il n'est pas possible de préciser les rapports entre cette phase orogénique sur la zone houillère et la phase orogénique préliminaire de style jurassien et d'âge peut-être antérieur (Médio Eocène) admise en Vanoise par F. ELLENBERGER, 1958, p. 457.

### B) *Phase d'érosion continentale.*

Une violente érosion attaque les reliefs édifiés (en même temps ou peu après la phase orogénique préliminaire).

Cette phase d'érosion, admise aussi en Vanoise (F. ELLENBERGER, 1958, p. 431) où elle aboutit à une pénéplaine très accidentée, laisse la zone houillère encore accidentée par des plateaux et buttes-témoins, correspondant aux zones peu écaillées, et par des cuéstras de quartzites qui correspondent aux écailles de la couverture ; ces reliefs voisinent avec des zones déprimées, érodées jusqu'au Houiller.

### C) *Arrivée des Schistes lustrés.*

Vers le début de l'Oligocène (F. ELLENBERGER), les Schistes lustrés et leur écaille frontale « prépiémontaise » (série du Grand Argentier-Mélézet) s'avancent sur la zone houillère *érodée* et *accidentée*, séparée d'elle par une semelle épaisse de gypses ramassés et accumulés en chemin ; la limite de leur extension initiale vers l'Ouest est parfaitement inconnue ; en même temps, la zone houillère ne reste certainement pas inerte : les accidents tangentiels de la phase antérieure rejouent peut-être, puis le soulèvement axial s'ébauche ou, plus certainement, reprend, et les plis du

Houiller commencent même peut-être à se former dès avant le reflux vers l'Est des Schistes lustrés. Au front de ces nappes, emballés dans les gypses, sont poussés et traînés d'importants massifs calcaires décollés d'un substratum plus interne (Vanoise ?) et des écailles parautochtones arrachées aux parties les plus internes de la zone houillère (lambeaux de Stéphano-Permien, quartzites du tunnel ferroviaire du Fréjus isolés dans les gypses).

#### **D) *Rétrochariages vers l'Est.***

A peine mis en place, les Schistes lustrés refluent vers l'Est. Ce mouvement a le maximum d'ampleur dans les parties les plus hautes : ainsi les Schistes lustrés du col de la Roue se sont-ils avancés au moins jusqu'au niveau du Clos Sainte-Marguerite, avant d'être refoulés jusqu'à leur position actuelle.

Mais les terrains houillers participent aussi à ces mouvements : l'anticlinal médian s'exagère ; il correspond au Sud de l'Arc à une série de plis déversés vers l'Est<sup>33</sup>, dissymétriques, dont le flanc normal est dépourvu de couverture, à côté du flanc inverse bien développé, qui n'est souvent autre qu'une écaille précoce basculée (voir coupes) ; ces plis rebroussement, redressent et renversent même les écailles parautochtones flottantes issues de la phase initiale qui ont été épargnées par l'érosion antérieure. Ces mouvements intéressent aussi les unités briançonnaise interne et prépiémontaise qui se renversent sur les Schistes lustrés.

Tous ces mouvements s'opèrent sous une surcharge importante de Schistes lustrés, séparés par les gypses qui, en même temps, s'insinuent et s'injectent le long des accidents. C'est pourquoi les lambeaux de Schistes lustrés, pincés sous les flancs inverses des plis déversés du Houiller, sont exceptionnels (La Lauze) à côté des lambeaux de gypse, de cargneules et de couverture traînée.

En même temps, le bord interne de la zone houillère possédant une partie de sa couverture propre (Néopermien, quartzites) se renverse (chevauchement de Polset plus au Nord) au contact des gypses (comme plus au Nord), de Modane au col de Thures. De même, au Sud de l'Arc, la zone Vanoise - Mont Pourri s'effondre, exagérant peut-être ainsi dans notre région le reflux vers l'Est des parties les plus hautes.

#### **E) *Laminages et broyages tardifs.***

Des laminages nombreux, des rejeux d'accidents (zone houillère Vanoise - Mont Pourri), ainsi que des broyages sur place, non accompagnés

---

<sup>33</sup> J. FABRE (1961) a montré qu'au niveau de l'Arc, l'axe de l'éventail houiller se trouve rejeté tout près du bord externe; selon cet auteur, les plis déversés vers l'Est du Houiller profond, tels que ceux d'Orelle, seraient au contraire précoces et antérieurs au métamorphisme.

de recristallisation engendrant des Kakirites (quartzites, calcaires), appartiennent, semble-t-il, à des phénomènes tardifs, postérieurs aux filonnets et fentes alpines. Les zones broyées se relaient latéralement, mais forment une zone presque continue (souvent confondue avec la zone d'extension des gypses), de la Vallée Etroite à Modane<sup>34</sup>. Enfin, dans les calcaires apparaissent des failles post-tectoniques verticales, comme celles découpant les Rois Mages, parfois minéralisées en galène, cuivre gris (Grand Argentier, Pas du Roc).

## BIBLIOGRAPHIE

*Abréviations employées :*

C. R. A. S. : *Compte rendu de l'Académie des Sciences.*

B. S. G. F. : *Bulletin de la Société Géologique de France.*

B. C. G. F. : *Bulletin du Service de la Carte Géologique de France.*

- BEAUMONT (E. de) (1870). — Sur les roches rencontrées dans le tunnel de Fréjus (C. R. A. S., t. 71, p. 8).
- (1871). — Deuxième note sur les roches qu'on a rencontrées dans le creusement du tunnel des Alpes occidentales entre Modane et Bardonnèche (C. R. A. S., t. 73, p. 689-715).
- CABY (R.), KERCKHOVE (C.) et LEMOINE (M.) (1963). — Présence de témoins attribuables à la série du Flysch à Helminthoïdes dans la partie externe du pays des Schistes lustrés des Alpes cottiennes (C. R. A. S., t. 256, p. 2003).
- DEBELMAS (J.) (1955). — Les zones subbriançonnaise et briançonnaise occidentale entre Vallouise et Guillestre (Htes-Alpes) (*Mém. Carte Géol. Fr.*).
- DEBELMAS (J.) et LEMOINE (M.) (1955). — Une unité tectonique nouvelle dans le massif de Peyre-Haute (zone du Briançonnais, Htes-Alpes) : la Nappe du Flysch de Furfande (C. R. *Somm. S. G. F.*, p. 86-88).
- DEBELMAS (J.) et LEMOINE (M.) (1962). — Remarques sur la structure de la zone briançonnaise dans le massif de Peyre-Haute entre Briançon et la vallée du Guil (Htes-Alpes) (*Trav. Lab. Géol. Grenoble*, t. 38, p. 205-217).
- ELLENBERGER (F.) (1958). — Etude géologique du pays de Vanoise (*Mém. Carte Géologique France*).
- (1960). — Sur une paragenèse éphémère à lawsonite et glaucophane dans le métamorphisme alpin en haute Maurienne (B. S. G. F., t. II, p. 190).
- ELLENBERGER (F.) et LEMOINE (M.) (1955). — Les faciès prépiémontais et le problème du passage de la zone du briançonnais aux Schistes lustrés piémontais (C. R. *Somm. S. G. F.*, p. 146-148).
- FABRE (J.) (1961). — Contribution à l'étude de la zone houillère en Maurienne et Tarentaise (Alpes de Savoie) (*Mém. B. R. G. M.*).
- FEYS (R.) (1955). — Le Carbonifère sur la rive gauche de la Clarée et en Vallée Etroite (Htes-Alpes) (B. C. G. F., n° 246, p. 13).
- (1957). — Etude géologique du Carbonifère briançonnais (Htes-Alpes) (*Mémoires B. R. G. M.*).

<sup>34</sup> Cette zone de roches broyées se continue vers le Nord jusqu'en Tarentaise (La Plagne).

- FEYS (R.) et RICOUR (J.) (1948). — Coupes géologiques des différentes galeries-aqueduc du barrage de Bissorte (Savoie). Rapport inédit (B. R. G. M.).
- FRANCHI (S.) (1911). — Il retico quale zona di transizione fra dolomia principale ed il Lias a « facies piemontese » calceschisti con Belemniti e pietre verdi nell'alta valle di Susa (*Boll. R. Comit. Geol. d'Italia*, XLI, 3, p. 36, pl. 2).
- JAFFÉ (F.-C.) (1955). — Les Ophiolites et les roches connexes de la région du col des Gets (*Bull. Suisse Minéral. Pétrogr.*, vol. 35, fasc. 1, p. 1-150, pl. I-III).
- KILIAN (W.) (1903). — Sur l'origine de la structure en éventail (B. S. G. F. [4], III, p. 670).
- (1891). — Sur la structure géologique du Massif du Thabor (B. S. G. F., 2 février 1891).
- LEMOINE (M.) (1951). — Données nouvelles sur la géologie du Briançonnais oriental et le problème de la 4<sup>e</sup> écaïlle (B. S. G. F., 6<sup>e</sup> série, in-8°, p. 191-204).
- (1954). — Observations nouvelles sur la stratigraphie de la zone piémontaise (Schistes lustrés du Queyras) (B. C. G. F., 241-242, p. 273).
- (1955). — Note préliminaire sur le mode de gisement de certaines ophiolites des Schistes lustrés du Queyras (Htes-Alpes) (C. R. Somm. S. G. F., p. 94-96).
- (1960). — Présence de flyschs exotiques liés à la « IV<sup>e</sup> écaïlle » près Briançon (Htes-Alpes) (C. R. Ac. Sc., t. 520, p. 3684).
- (1961 a). — Le Briançonnais interne et le bord de la zone des Schistes lustrés dans les vallées du Guil et de l'Ubaye (*Trav. Lab. Géol. Grenoble*, t. 37, p. 97-119).
- (1961 b). — Observations nouvelles et considérations sur la signification des ophiolites dans les Schistes lustrés du Queyras (Htes-Alpes) et des régions voisines (C. R. Somm. S. G. F., p. 186-187).
- (1961 c). — La marge externe de la fosse piémontaise dans les Alpes occidentales (*Rev. Géogr. Phys. et Géol. Dyn.*, IV, p. 163-180).
- (1962). — Découverte d'une microfauve du Crétacé supérieur au col du Longet (sources de l'Ubaye, Basses-Alpes). Conséquences tectoniques et paléogéographiques (C. R. Somm. S. G. F., p. 234-235).
- LEMOINE (M.) et MICHARD (A.) (1963). — Sur le problème stratigraphique et tectonique des Schistes lustrés dans les Alpes cottiennes (C. R. Ac. Sc., t. 256, p. 4050).
- MORET (L.) (1948). — Les faciès du laminage des quartzites du Trias alpin (B. S. G. F., p. 61-62).
- MORTILLET (G. de) (1857). — Etudes géologiques sur la percée du Mont Cenis, Chambéry.
- (1872). — Géologie du tunnel de Fréjus ou percée du Mont Cenis (B. S. G. F., XXIX, série 2, p. 11).
- PUSSENOT (Ch.) (1930). — La nappe du Briançonnais et le bord de la zone des Schistes lustrés entre l'Arc et le Guil. Grenoble, 160 p., 4 pl.
- (1931). — Premier supplément à la « Nappe du Briançonnais et le bord de la zone des Schistes lustrés entre l'Arc et le Guil ». Grenoble, Impr. Allier.
- RAGUIN (E.) (1931). — Révision de la feuille de Briançon au 1/80 000<sup>e</sup>. Le Briançonnais et la bordure des Schistes lustrés (B. C. G. F., XXXIV, p. 187-198).
- SISMONDA (A.) (1872). — Observation à l'article de G. de Mortillet intitulé : « Géologie du tunnel de Fréjus ou percée du Mont Cenis ». Turin, Impr. Royale.
- TISSOT (B.) (1955). — Etudes géologiques du Grand-Galibier et du massif des Cerces (*Trav. Lab. Géol. Grenoble*, XXXII, p. 111).