

**CARTE  
GÉOLOGIQUE  
DE LA FRANCE  
A 1/50 000**

BUREAU DE  
RECHERCHES  
GÉOLOGIQUES  
ET MINIÈRES

# ST-CHRISTOPHE- EN-OISANS

**ST-CHRISTOPHE-  
EN-OISANS**

La carte géologique à 1/50 000  
ST-CHRISTOPHE-EN-OISANS est recouverte par la coupure  
BRIANÇON (N° 189)  
de la carte géologique de la France à 1/80 000.

*Parc National  
des Ecrins*

Vizille	La Grave	Névache Mont-d'Ambin
La Mure	ST-CHRISTOPHE- EN-OISANS	Briançon
St-Bonnet	Orcières	Guillestre

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DE LA RECHERCHE  
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES  
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL  
Boîte postale 6009 - 45060 Orléans Cedex - France



**NOTICE EXPLICATIVE DE LA FEUILLE**  
**SAINT-CHRISTOPHE-EN-OISANS A 1/50 000**

par J.-C. BARFÉTY et A. PÉCHER  
avec la collaboration de : A. BAMBIER, P. DEMEULEMEESTER,  
J.-C. FOURNEAUX, P.-A. POULAIN, J. VERNET et G. VIVIER

1984

## SOMMAIRE

INTRODUCTION .....	5
<i>APERÇU GÉOGRAPHIQUE</i> .....	5
<i>MORPHOLOGIE DU MASSIF</i> .....	5
<i>APERÇU STRUCTURAL</i> .....	6
<i>HISTOIRE TECTONIQUE</i> .....	7
DESCRIPTION DES TERRAINS .....	9
<i>ZONE EXTERNE DAUPHINOISE</i> .....	9
<b>Socle</b> .....	9
<i>Roches filoniennes</i> .....	9
<i>Granitoïdes hercyniens</i> .....	11
<i>Formations cristallophylliennes</i> .....	17
<b>Mylonites</b> .....	18
<b>Ensemble cortical</b> .....	19
<b>Gneiss du noyau</b> .....	20
<b>Roches sédimentaires et volcaniques</b> .....	28
<i>ZONE SUBBRIANÇONNAISE</i> .....	40
<i>QUATERNAIRE</i> .....	40
GÉOLOGIE STRUCTURALE .....	41
RESSOURCES DU SOUS-SOL .....	44
<i>HYDROGÉOLOGIE</i> .....	44
<i>GÎTES MINÉRAUX</i> .....	45
<i>SUBSTANCES DIVERSES</i> .....	47
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE .....	54
<i>GALERIES</i> .....	54
<i>ITINÉRAIRES GÉOLOGIQUES</i> .....	54
<i>BIBLIOGRAPHIE</i> .....	54
<i>DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES</i> .....	59
AUTEURS DE LA NOTICE .....	59
ANNEXES	
Annexe 1 : Équivalence des notations .....	60
Annexe 2 : Analyses chimiques des granitoïdes .....	61
Annexe 3 : Diagrammes de nomenclature et des minéraux caractéristiques .....	62

## INTRODUCTION

### APERÇU GÉOGRAPHIQUE

La feuille Saint-Christophe-en-Oisans occupe le cœur du massif cristallin des Écrins ou du Pelvoux (dit encore massif de l'Oisans), avec la plupart de ses sommets principaux dépassant 3 500 m d'altitude et dont le point culminant est le Barre des Écrins (4 102 m), suivi par : l'Ailefroide (3 953 m), le Pelvoux (3 946 m), la Grande Ruine (3 765 m), les Bans (3 669 m), les Agneaux (3 663 m) et encore l'Olan (3 564 m). Les autres montagnes faisant partie du massif, situées très près des limites de la feuille, sont les secteurs de la Meije et du Râteau au Nord (feuille la Grave), la Roche de la Muzelle, le Pic de Valsenestre à l'Ouest (feuille la Mure), ainsi que le Sirac et le Vieux Chaillol au Sud (feuille Orcières).

L'altitude moyenne est donc très forte et un seul point, le Bourg d'Arud de Venosc (942 m), est au-dessous de 1 000 m. Les vallées sont cependant très encaissées, d'altitude inférieure à 2 000 m et pénètrent très en avant, au cœur du massif : vallée du Vénéon, de Venosc à la Bérarde, vallée de la Séveraisse (Valgaudemar) de Villar-Loubière au chalet du Gioberney et vallée d'Ailefroide, jusqu'au Pré de Madame Carie, et on peut encore mentionner les accès par la vallée de la Bonne (Valjouffrey et Valsenestre) à l'Ouest, ou par la Romanche et le col du Lautaret au Nord.

La plus grande partie de la surface de la feuille Saint-Christophe-en-Oisans appartient à la zone centrale du Parc National des Écrins avec des limites calquées sur celles des grandes vallées qui ont été maintenues dans la zone périphérique du Parc.

La création de cet ensemble protégé a favorisé la renommée du GR 54, sentier de grande randonnée ou « Tour de l'Oisans », contournant toute la feuille Saint-Christophe, et ne l'effleurant qu'au Sud-Ouest en Valgaudemar et au Nord-Est par le col d'Arsine.

### MORPHOLOGIE DU MASSIF

On a pu comparer (P. Bellair) le massif des Écrins à un immense toit dont le faite serait l'arête méridienne passant par la barre des Écrins ; un trait morphologique majeur est effectivement la ligne de crête qui traverse toute la feuille du Sud au Nord, constamment à plus de 3 000 m d'altitude, depuis le Pic de Bonvoisin jusqu'au Pavé—Pic Gaspard, en passant par les Bans, l'Ailefroide, le Coolidge, les Écrins, la Roche Faurio et la Grande Ruine, avec seulement deux petits décrochements au niveau des Bans—Bœufs Rouges et Roche Faurio—Roche d'Alvau.

Cette ligne de sommets est aussi une limite entre bassins versants de la Durance à l'Est et de la Romanche-Drac (Isère) au Nord et à l'Ouest ; seules les sources de la Romanche, Plan de Valfourche au Sud-Ouest de l'Alpe du Villar d'Arène sont cependant situées un peu à l'Est de cette ligne de partage.

La présence de témoins de l'ancienne pénéplaine anté-triasique que l'on retrouve au Nord et à l'Est : Dôme de la Lauze (3 300 à 3 500 m), Dôme du Monétier (3 400 à 3 500 m) et Pelvoux (3 800 à 3 900 m), explique l'aspect de grande voûte du massif.

Sa forme quadrangulaire qui contraste avec l'allongement des autres massifs cristallins des Alpes externes, est due à la prédominance d'un réseau de fractures méridiennes et transverses ; les vallées internes dessinent un maillage orthogonal et régulier permettant une pénétration relativement aisée.

La morphologie actuelle du massif des Écrins est surtout un héritage d'une érosion fluviale très ancienne, remontant au Tertiaire ou aux périodes interglaciaires ; les vallées ont un profil très régulier, sans rupture de pente (Vénéon, Séveraisse) dénotant une très longue évolution, antérieure aux grandes glaciations (G. Montjuvent).

Les formes de vallées en « U » ou en auge glaciaire existent (vallon des Étançons), mais correspondent à des zones de terrains plus durs (verrou du Plan de l'Alpe) ; en général, ce sont les formes en « V » (vallon de la Pilatte par exemple) qui prédominent.

Les témoins des glaciations anciennes ont tous disparu et seules quelques formes de relief peuvent rappeler ces épisodes : replats, épaulements, gradins de confluence ou vallées suspendues. Les moraines visibles actuellement sont toutes d'âge historique : 19<sup>e</sup>, ou très rarement 17<sup>e</sup>-18<sup>e</sup> siècle (Fontfroide au Nord d'Ailefroide).

Actuellement, les glaciers sont surtout des glaciers de cirque, résiduels, très nombreux, et quelques glaciers de vallée : glacier Blanc, glacier Noir, glacier de la Pilatte, du Chardon, de la Plate des Agneaux ou glacier d'Arsine ; enfin, trois calottes glaciaires subsistent encore : Mont-de-Lans, Monétier, Pelvoux et peuvent évoquer les paysages du maximum du Riss ou du Würm, lorsque tout le massif était englacé avec quelques îlots rocheux émergeant çà et là.

### APERÇU STRUCTURAL

La feuille Saint-Christophe-en-Oisans comporte deux zones structurales majeures :

- la zone dauphinoise externe avec ses écaillages paraautochtones ;
- la zone subbriançonnaise.

#### **Zone dauphinoise**

*Le socle cristallin du Pelvoux*, considéré jusqu'à présent comme autochtone pour sa plus grande part, est formé de roches métamorphiques recoupées par des granitoïdes hercyniens.

La couverture sédimentaire — Trias à Tertiaire — n'a été préservée de l'érosion que sur le pourtour du massif où elle se présente en placages plus ou moins horizontaux : le Diable, Tête Moute, le Jandri, le Dôme de la Lauze au Nord, l'Alpe du Villar d'Arène, Chamoisière, les Têtes de Sainte-Marguerite, le Dôme du Monétier et le secteur du lac de l'Eychauda à l'Est.

A l'intérieur du massif, le sédimentaire a pu être pincé en *synclinaux* étroits et souvent verticaux : Venosc, la Muzelle, Lanchâtra, Villar-Loubière, Rif du Sap, Ailefroide.

Sur le bord est du massif, les écaillages sont intenses : chevauchement de la Crête des Grangettes— Montagnolle, puis plus à l'Est, accident chevauchant des Prés les Fonts, vallon du Grand Tabuc, Croix de Cibouit, Yret (feuille Briançon) se reliant par Chambran et Coste Vieille à l'accident d'Ailefroide—Rascrouzet.

Au Nord-Est, le massif cristallin du Combeynot est aussi une écaïlle parautochtone chevauchante sur le Jurassique du col d'Arsine. Ce rebord oriental du massif correspond à la zone *ultradauphinoise* de R. Barbier.

Dans les angles sud-est et nord-est de la feuille, le Nummulitique est directement transgressif sur le socle.

### **Zone subbriançonnaise**

La zone *subbriançonnaise* ne forme qu'un étroit liseré à l'extrême Sud-Est de la feuille au Villard (Vallouise) et à Narreyroux (Puy-Saint-Vincent) avec des calcaires jurassiques reposant sur une lame de Trias dolomitique et de cargneules.

## *HISTOIRE TECTONIQUE*

### **Tectonique ancienne**

D'assez nombreux affleurements de gneiss montrent les traces métamorphiques ou tectoniques d'une structuration complexe de la roche, sans doute polycyclique, antérieure à la mise en place des granités hercyniens. Mais cette histoire ancienne, basée sur des informations trop fragmentaires et ponctuelles, reste très imparfaitement connue, en particulier faute de données suffisantes de géochronologie isotopique :

— les âges K/Ar ou Rb/Sr obtenus sur les gneiss ne datent que le réchauffement hercynien (290 à 330 M.A., Le Fort, 1971) ;

— par contre, les âges « *plomb total* » sur zircon, d'interprétation difficile, suggèrent la reprise d'éléments précambriens dans le socle ; ils se répartissent en effet en trois groupes : 280 à 360 M.A., 430 à 500 M.A. et enfin 620 à 840 M.A. (Biju-Duval, 1975).

On peut cependant souligner les quelques repères tectonométamorphiques suivants :

— existence de vieux granités, représentés aujourd'hui par les gneiss type Cruillouse ou les Bans ; l'histoire tectonique et/ou métamorphique généralement plus complète des gneiss encaissants laisse penser que ces granités se sont mis en place dans un bâti déjà fortement structuré, métamorphisé et migmatisé (première migmatisation) ;

— reprise de ces vieux granités dans le plissement et la gneissification généralisée qui a abouti à la formation de la schistosité métamorphique régionale (foliation) ; formation des couloirs blastomylonitiques le long de grands accidents profonds, tel le linéament de la Pilatte ;

— plissement de la foliation et seconde migmatisation. Il est certain que cette migmatisation s'est poursuivie après la formation des nombreux plis post-foliaux visibles çà et là ; mais il est difficile de dire sa place par rapport aux grandes structures dessinées cartographiquement, par exemple par les amphibolites de la Lavey ;

— mise en place des granités hercyniens dont les caractères épicrostaux et sécants sur les migmatites s'accroissent du Sud-Ouest au Nord-Est du massif.

## Tectonique alpine

Compte tenu de l'intrication des structures hercyniennes ou antérieures et des structures spécifiquement alpines, et de la rareté des témoins sédimentaires, la chronologie et les mécanismes de la restructuration alpine du socle ne sont encore qu'imparfaitement déchiffrés.

Les travaux récents soulignent cependant l'ampleur de la reprise à l'alpin des massifs cristallins externes, qui loin d'être un bâti monolithique, sont découpés en une mosaïque de blocs par de nombreux accidents cassants ou ductiles (existence de blastomylonites alpines dans la région de Saint-Christophe : Bartoli *et al.*, 1974), dont les plus importants seraient des chevauchements dont l'importance (pluviométrique : *cf.* Ménard, 1979) a sans doute été sous-estimée.

Dans le massif du Pelvoux, et plus particulièrement sur la feuille Saint-Christophe, on peut schématiquement reconnaître :

— **une tectonique en distension** très précoce, marquée dès la fin du Trias par la mise en place de filons lamprophyriques ou spilitiques (Aumaître et Buffet, 1973), et par le découpage du socle en blocs s'ordonnant en escalier de failles normales ou en horsts et grabens, avec formation de brèches et d'olistolithes (Lias du Vallon de Lanchâtra et de l'Alpe de Venosc, Barféty et Gidon, 1981). C'est de cette période que datent les «*synclinaux liasiques* » qui donnent au massif son allure en *pelure d'oignon* ;

— *des écaillages et des chevauchements*, souvent associés à des décrochements verticaux en un système de coins poinçonnant la couverture :

— *chevauchements orientaux* d'Ailefroide (synclinal d'Ailefroide) et de l'Yret, relayés au Sud et au Nord par ceux du Sirac et du Combeynot ;

— *chevauchement de la Meije—Olan* (feuille la Grave), relayé par celui de la Muzelle à l'Ouest, et se suivant vers le Sud à travers tout le massif, de Saint-Christophe jusqu'au synclinal de l'Aiguille de Morges (feuille Orcieres) : ce chevauchement (Mariande, Olan, Rif du Sap) est une des sutures majeures du massif ;

— *chevauchements occidentaux*, tels les écaillages de la brèche du Lauvitel (feuille la Mure) ou de Colle-Blanche (feuille Orcieres),

En certains points, on peut voir les plis du Jurassique (structure de l'Arche, feuille Orcieres, Le Fort, 1971) ou les chevauchements (Sud du Chaillol, feuille Orcieres, et Combeynot, Bravard et Gidon, 1979) cachetés par le Nummulitique. Les grands chevauchements, qui correspondent dans leurs stades précoces de fonctionnement à une compression nord—sud, seraient l'équivalent des plis est-ouest connus dans la couverture (plis du Dévoluy, Gidon, 1979, ou plis arvinches de la couverture septentrionale, Barbier et Barféty, 1972, Bartoli *et al.*, 1974), et donc d'âge anté-sénonien et/ou paléocène ;

— *une tectonique post-nummulitique* : rejeu des chevauchements, mise en place des nappes internes sous leur forme actuelle puis surrection du massif avec création ou rejeu de failles, méridiennes pour la plupart d'entre elles. C'est à ce moment que se forment les *fentes alpines*.

*Le métamorphisme alpin*, faible dans la couverture sédimentaire du massif (anchizone, ou limite anchizone-épizone : Aprahamian, 1974), augmente à proximité immédiate du cristallin : on a ici un *effet de socle* bien mis en évidence par les données sur les inclusions fluides des cristaux des fentes syntectoniques (Bernard *et al.*, 1977).

Dans le socle, ce métamorphisme augmente du Sud-Ouest vers le Nord-Est, où il atteint un faciès schiste vert à chlorite, épidote et stilpnomélane (Saliot, 1978).

## DESCRIPTION DES TERRAINS

### ZONE EXTERNE DAUPHINOISE

#### Socle

Le socle ancien est formé de roches métamorphiques souvent migmatiques, où se sont mis en place de petits batholites de granites hercyniens ; l'ensemble est recoupé par de nombreux filons de nature variée. Dans la mesure où beaucoup de formations qui affleurent sur la feuille Saint-Christophe se poursuivent à travers tout le massif du Pelvoux, les descriptions qui suivent sont en partie reprises des notices des feuilles adjacentes la Grave et Orcières à 1/50 000, déjà publiées.

#### *Roches filoniennes*

La feuille Saint-Christophe présente une très grande abondance de filons de nature très variée, d'âges actuellement imparfaitement connus : si certains des filons acides (aplites, aplo-pegmatites, microgranites, rhyolites) se rattachent directement au plutonisme hercynien, d'autres (rhyodacites des Bans ou de la Pilatte) sont plus tardifs (permien ?). De même, si beaucoup de filons basiques (essentiellement les lamprophyres et les spilites) peuvent être interprétés comme la forme filonienne du volcanisme spilitique triasique, les quelques mesures radiochronologiques réalisées sur ces filons (G. Buffet et J.-C. Baubron, données inédites (\*)) font penser qu'une partie d'entre eux serait plus précoce. Enfin, les filons et fentes à quartz sont pour la plupart associés à la surrection alpine post-éocène.

**Q. Filons à quartz dominant.** Il s'agit le plus souvent du remplissage de fractures ou fentes alpines par du quartz (quartz laiteux ou plus rarement quartz limpide en aiguilles automorphes) auquel peut s'ajouter un peu d'épidote et de chlorite.

C'est aussi dans ces fentes alpines qu'ont été décrites déjà par Lacroix en 1892, un certain nombre de minéraux plus rares, tels que stilbite, heulandite, prehnite, axinite, etc.

*aY,  $\mu Y$ ,  $Y^{1-2}$ .* **Aplite, microgranite et granite en filons.** Ces filons sont en général situés dans ou à proximité immédiate des granites ; il s'agit le plus souvent d'aplites équigranulaires, pauvres en micas, chimiquement proches des granites de la lignée albitique (un peu moins siliceuses, un peu plus riches en alcalins). Les filons de granite sont rares, sauf à proximité immédiate du toit des granites, où il s'agit alors plutôt d'apophyses filoniennes de granite dans les gneiss (par exemple au Plaret, au Pic Bourcet, au Pic Sans Nom). Il existe

---

(\*) Secteur du Vieux Chaillol, âge sur biotite non chloritisée de  $320 \pm 20$  M. A.

cependant quelques vrais filons de granite, dont le plus important se suit sur plusieurs centaines de m en rive gauche du glacier Blanc, un peu en aval du refuge des Écrins.

### Filons éruptifs

La nature, la répartition et la densité de ces filons sont extrêmement variables (Vatin-Pérignon *et al.*, 1972 ; Buffet, 1981) ; schématiquement, on peut les regrouper en filons acides (rhyolites, rhyodacites, microdiorites), surtout abondants dans le Nord et l'Est de la feuille, et filons basiques (dolérites et diabases, spilites, lamprophyres) plus également répartis (\*).

**g. Rhyolites.** On en trouve surtout dans la région de Saint-Christophe, souvent transformées en « *porphyroïdes* » par mylonitisation alpine. Il en existe aussi quelques filons, également très altérés par la tectonisation alpine, près du refuge de la Pilatte et dans la vallée des Bans (filons repris dans les rejeux tardifs du linéament de Peyre Arguet—la Pilatte), et autour du glacier Blanc (gros filons au Nord du refuge, dans lesquels la rhyolite a été rendue méconnaissable par la cataclase ayant abouti, dans l'encaissant, à la formation des gneiss de la Pointe Longis).

**gη, μη. Rhyodacites, microdiorites quartziques.** Ces filons se rencontrent dans la région de Saint-Christophe (Têtes de la Caborne et du Pouget en rive gauche du vallon de la Lavey), et surtout, au Sud-Est de la feuille, en rive droite du glacier de la Pilatte et en rive gauche de la vallée des Bans ; ici ils forment un spectaculaire réseau de filons orientés N 150° E, de quelques décimètres à une dizaine de mètres de puissance, se suivant pour certains sur près de 1 500 m de dénivellée. Ils recoupent les filons d'aplite ou de microgranite, mais restent parallèles aux quelques filons basiques qui existent dans la même région. Il s'agit surtout de rhyodacites, à patine rouille, de teinte gris bleuté en cassure fraîche. Elles sont constituées d'une pâte dévitrifiée où baignent des cristaux centimétriques de plagioclases blanc mat et quelques quartz globulaires. En lame mince, on reconnaît du plagioclase An 25 à 30, zoné et altéré, du quartz à nombreux golfes de corrosion, de la biotite décolorée, associée à des amas de chlorite, sphène, épidote ; l'apatite, automorphe, est assez abondante.

A côté de ces filons assez clairs, il existe des filons microdioritiques plus sombres, à phénocristaux de quartz rares, et montrant à côté de la biotite des baguettes d'amphibole brune de quelques millimètres de long.

**δK. Dolérites et diabases.** Les diabases sont les filons les plus abondants et les plus dispersés géographiquement. Sur la feuille Saint-Christophe, ils forment les trois filons basiques les plus étendus, tous trois orientés ouest-est : le filon du Petit Roux, le très gros filon qui coupe tout le vallon des Étages, de la Pointe Lemercier aux contreforts de la Cime de Clot Chatel, et enfin le filon ramifié qui se suit de manière plus ou moins continue sur près de 5 km, du Carlet au glacier de la Momie, en formant au passage la « *cravate* » noire bien visible de loin dans la paroi orientale du Fifre. Par ailleurs, beaucoup de filons basiques indifférenciés ( $\beta$ ), ainsi notés parce qu'inaccessibles ou insuffisamment échantillonnés sur le terrain, semblent être des diabases.

Dans ces filons, très variés dans le détail, les distinctions peuvent se faire surtout sur des critères microstructuraux. Ainsi, on trouve principalement :

(\*) En réalité, à l'échelle du massif, les filons basiques sont surtout abondants à l'Ouest (Valbonnais, feuille la Mure) et au Sud du massif (Sirac, Crupillouse, feuille Orcières, où leur report a été omis).

— *des diabases microlithiques* (par exemple, rive gauche de la branche méridionale du glacier Noir) : il s'agit d'une roche compacte, gris-vert sombre, souvent mouchetée de pyrite, où les lattes d'oligoclase-andésine forment une trame microlithique fluidale, emballant les plages d'orthose et de quartz amiboïde ; on y trouve en outre des cristaux reliques d'olivine, résorbés en chlorite, des amas de minéraux opaques, sphène et épidote, et parfois de l'actinote ;

— *des diabases intersertales* (par exemple, Pic de Turbat) : elles sont formées de lattes d'andésine, dans les interstices desquelles se mêlent de la chlorite, de la calcite, du sphène, de la magnétite et de l'épidote, toujours présents, et, en proportion variable, du feldspath potassique, des pyroxènes, des amphiboles, de la biotite et du quartz ;

— *des dolérites* (par exemple, certains des filons de l'Alpe du Pin ou de la Lavey) : soit à pyroxène et amphibole, soit à pyroxène seul, elles sont relativement peu abondantes sur la feuille Saint-Christophe, mais elles forment une grande partie des très nombreux filons situés immédiatement au Sud, dans la région du Sirac.

v. **Lamprophyres.** Ce sont, avec les diabases, les filons les plus fréquents dans le massif. Également très variés dans le détail, il s'agit en général de spessartites pour les filons de la feuille Saint-Christophe.

Dans ces roches, de teinte plus verte et à grain plus grossier que les diabases, on observe au microscope surtout des lattes enchevêtrées de plagioclase et de hornblende brune, des restes de biotite décolorée et oxydée, et un remplissage interstitiel de feldspath potassique et de quartz.

*op. θ.* **Dolérites ophitiques, diorites quartziques en amas.** Il s'agit de petits amas de taille décamétrique à plurihectométrique, qui s'échelonnent dans la partie est du massif de la Pointe des Bouchiers et du glacier de la Pierre (région du Sirac, feuille Orcières) au Sud, au vallon du Clot des Cavales (cirque des Pichettes) au Nord, les amas les plus importants se situant en rive droite du vallon des Étançons (petit massif de diorite quartzique intrusif dans le granite de la Bérarde) et dans la région de la Roche Faurio et des Agneaux.

Si les différents massifs apparaissent très semblables à l'affleurement (roche équante, gris sombre, à grain millimétrique, riche en amphibole), il existe du point de vue chimico-minéralogique tous les intermédiaires entre des dolérites ophitiques à hornblende-pyroxène et des diorites quartziques à biotite-hornblende, les premières étant représentées surtout dans le Sud du massif, les secondes dans le Nord.

L'âge de ces amas reste imprécis : ils sont post-granites hercyniens (Étançons) et se rattachent pour certains d'entre eux nettement par leur gisement aux filons basiques (amas des Étançons, feuille Saint-Christophe, ou amas de la Pointe des Bouchiers, feuille Orcières). Ces roches appartiennent donc au cortège éruptif tardi-hercynien, voire tardi-triasique (*cf.* notice de la feuille Orcières à 1/50 000) et ne peuvent être rattachées aux granites à amphiboles type Bourg, qui semblent au contraire plutôt précoces dans l'évolution magmatique hercynienne.

### ***Granitoïdes hercyniens***

Les granitoïdes, qui couvrent environ la moitié de la superficie de la feuille Saint-Christophe, affleurent dans de nombreux massifs, certains très petits et nettement individualisés, d'autres plus vastes et composites.

Aux distinctions basées sur des critères géographiques, structuraux ou minéralogiques, se superposent des regroupements et évolutions mis en évidence par leur étude chimique systématique : pour la seule feuille Saint-Christophe, plus de 170 analyses chimiques (majeures et quelques traces) ont été faites au C.R.P.G. de Nancy (quantométrie), sur des échantillons récoltés par D. Bernard, P. Le Fort, A. Pécher et J. Vernet. Une vingtaine d'autres analyses ont été effectuées à l'Institut Dolomieu, Grenoble, par voie humide (A. Barbieri, 1970), ou par fluorescence X et absorption atomique (G. Vivier). L'ensemble des données analytiques correspondant aux points d'échantillonnage géochimique indiqués sur la carte est disponible au C.R.P.G. On trouvera dans l'annexe 2 des analyses moyennes ou des moyennes d'analyses concernant les principaux massifs ; par souci d'homogénéité analytique, ce tableau est établi à partir des seules analyses effectuées au C.R.P.G., les plus nombreuses.

En se basant sur le diagramme de nomenclature, annexe 3a, et sur le diagramme des minéraux caractéristiques, annexes 3b, on peut schématiquement regrouper les granitoïdes du massif en deux ensembles principaux :

- un ensemble de granites à deux micas (granites de la Béarde, des Rochers Rouges de la Toura, du Gioberney, du Riéou Blanc), riches en muscovite, à dominante générale sub-leucocrate ou leucocrate, où le plagioclase est en général de l'albite ;
- un ensemble monzonitique (granites de Turbat-Lauranoure, des Étages, du Graou, d'Ailefroide, des Bans, d'Orgières, de la Tour Choisy) : la muscovite est peu abondante ou absente, le plagioclase est un oligoclase, et les termes les plus sombres contiennent de l'amphibole (Orgières, Bourg). On notera cependant que si, dans cet ensemble monzonitique, les granites sombres s'individualisent aisément en une lignée intermédiaire entre les lignées alcaline et sub-alcaline, il n'en est pas de même des termes clairs : pour ces derniers, on a affaire surtout à des granites *alumino-cafémiques*, difficiles à différencier géochimiquement, bien que nettement individualisables sur le terrain. Pour ces granites clairs, le facteur le plus discriminant semble être en définitive la teneur en  $\text{Na}_2\text{O}$ , supérieure à 3,65 dans les granites albitiques à deux micas, et inférieure à cette valeur dans les granites leucocrates ou sub-leucocrates rattachés à l'ensemble monzonitique (granites des Étages ou du Turbat, par ex.).

Par ailleurs, le granite du Cray et le granite des Berches, qui par leurs caractères chimiques se rapprochent de la lignée albitique, ont été laissés dans l'ensemble monzonitique, car sur le terrain ils sont typiquement associés, le premier au granite des Étages, le second au granite de Turbat-Lauranoure.

On a enfin séparé deux granites qui s'intègrent mal dans cette classification :

- *le granite leucocrate du Combeynot*, qui, situé dans une unité structurale distincte (ultra-dauphinoise), est chimiquement différent des granites à muscovite par son caractère extrêmement potassique (mais le faible nombre d'analyses ne suffit sans doute pas à rendre compte de ce granite qui semble très hétérogène) ;
- *le granite de Claphouse*, qui se rattache par certains de ses caractères à l'ensemble monzonitique (adamello-granite peu leucocrate, pauvre en muscovite), et par d'autres aux granites alumineux à deux micas (granite très alumineux et riche en quartz) ; il s'agit par ailleurs d'un granite très cataclaté et chloritisé qui a pu subir des évolutions chimiques post-hercyniennes assez importantes.

$\gamma^{1-2}$ . **Granite du Combeynot.** C'est un granite leucocrate à gros grain, entouré d'un cortex irrégulier de faciès microgranitiques, voire rhyolitiques, sur-

tout représentés sur la feuille la Grave. Il est constitué pour 35 % de quartz, souvent à tendance automorphe, pour 35 % de feldspath potassique, un microcline perthitique riche en  $\text{Na}_2\text{O}$ , particulièrement à sa périphérie, pour 25 % de plagioclase zoné (couronne d'albite autour d'un cœur d'oligoclase), pour 5 % de biotite souvent totalement chloritisée, et d'un peu d'apatite et de zircon.

$c\gamma^{1-2}$ . **Granite de Claphouse.** Ce granite leucocrate, mais en général à patine très rouille, est à grain fin et à texture souvent aplitique. Il se caractérise presque toujours par une forte cataclase, associée à une chloritisation et à une séricitisation intenses qui oblitérent la minéralogie initiale.

### Granite de la lignée albitique

$\gamma^1$ ,  $a\gamma$ ,  $\mu\gamma$ . **Granite de la Bérarde-Promontoire.** Il forme, avec le granite des Étages, l'ossature centrale du massif, en une grande amande étirée sur près de 20 km, du chevauchement de la Meije au Nord (feuille la Grave) au col du Gieberney au Sud.

C'est un granite très équant, à grain centimétrique, de teinte variable (très blanc, ou au contraire assez fortement coloré, avec des feldspaths potassiques lie de vin et des plagioclases vert opalin), pauvre en enclaves.

Il ne développe pas ou très peu de métamorphisme de contact dans les gneiss de son toit, préservés en lambeaux sur les crêtes et localement injectés d'apophyses granitiques à plat dans la foliation (flanc est du Plaret, arête nord du Pic Bourcet). Par contre, on remarque souvent en bordure du granite une diminution de la taille du grain, avec formation d'un mince liseré aplitique, voire microgranitique, soulignant le contact.

Ces variétés à grain fin, chimiquement identiques au granite à grain grossier, peuvent aussi s'individualiser en petits massifs ( $a\gamma$ ,  $\mu\gamma$ ) : lame de granite aplitique des Rochers Rouges de la Toura, granite à grain fin du Pic Coolidge, isolé entre deux fractures ou enfin, granite du Gieberney (\*), terminaison méridionale du massif ; ce dernier, comme le granite des Bans, qui le prolonge au Sud-Est, se caractérise surtout sur le terrain par son écrasement intense, dû au jeu tardif des grandes failles qui l'encadrent en limitant à l'Ouest le linéament de Peyre Arguet—la Pilatte.

La composition minéralogique du granite de la Bérarde est très variable à l'échelle de la lame mince. En moyenne, il est formé en quantités à peu près égales de quartz et de plagioclase, une albite (An 5/9) faiblement zonée montrant une couronne limpide au contact du feldspath potassique, en un peu moindre quantité, de microcline, enfin d'un peu de biotite, presque toujours totalement chloritisée, d'un peu de muscovite et de rares minéraux accessoires.

D'un point de vue métallogénique, il exige une relation géométrique assez nette entre ce granite et la plupart des indices de molybdénite ; celle-ci apparaît normalement en petites mouchetures à proximité immédiate du contact du granite, soit dans celui-ci même, soit plus souvent dans son encaissant proche, gneissique (Tête du Rouget par exemple) ou granitique (granite des Étages, qui serait donc antérieur au granite de la Bérarde).

$p\gamma^{1-2}$ ,  $r\gamma^{1-2}$ ,  $\mu\gamma^{1-2}$ . **Granite du Riéou Blanc.** Ce granite, qui s'apparente chimiquement au granite de la Bérarde, bien que moins siliceux et plus alumineux,

---

(\*) Le granite du Gieberney a été représenté par erreur sur la carte avec la figuration et la notation du granite de la Bérarde  $\gamma^1$  au lieu de  $a\gamma$ .

forme en rive gauche de la vallée des Bans un petit massif bien individualisé prolongé par une apophyse étroite qui traverse le haut vallon du Sélé. Il montre deux faciès, aux chimismes presque identiques :

— un faciès commun à gros grain ( $\rho\gamma^{1-2}$ ) généralement mais irrégulièrement porphyroïde (les faciès les plus grossièrement porphyroïdes ont été distingués par une surcharge) : des mégacristaux, dont la taille peut atteindre 10 cm, soit entièrement composés de microcline, soit à faciès Rapakiwi (cœur de feldspath potassique blanc ou rose, entouré d'une mince couronne plagioclasique blanc mat), parfois regroupés en amas pegmatitiques, se surimposent à un granite à grain centimétrique, souvent très coloré, à feldspaths potassiques roses et plagioclases vert opalin, à quartz globuleux, à chlorite assez abondante et à rare muscovite. Dans le haut du versant (Pointe Guyard), ce granite est très cataclasé, avec muscovitisation intense et imprégnation d'oxydes et de sulfures de fer ; la roche prend alors une patine rouille accentuée, visible de loin ;

— un faciès à grain fin, à texture microgranitique ( $\mu\gamma^{1-2}$ , rive droite du ruisseau du Riéou Blanc) ou plus souvent aplitique ( $r\gamma^{1-2}$ ) : aplites du Rascrouset, riches en chlorite et à petits nids de muscovite, recoupées par les premières épingles du chemin du refuge des Bans.

Le contact entre ces deux variétés du même granite est très brutal : le granite porphyroïde, qui présente localement une orientation magmatique frustrée, est recoupé à l'emporte-pièce par le granite aplitique, légèrement plus blanc à proximité immédiate du contact.

### Granites de l'ensemble monzonitique

$\gamma^2$ . **Granite de Turbat-Lauranoure, des Étages et d'Ailefroide.** Ces granites, termes les plus acides de la lignée monzonitique, sont ceux que l'on rencontre le plus communément sur la feuille Saint-Christophe. Très homogènes et très voisins chimiquement (*cf.* tableau) sinon pétrographiquement, ils se séparent géographiquement en trois massifs :

— *le granite de Turbat-Lauranoure*, entièrement situé à l'Ouest de la grande zone de chevauchement Plat de la Selle—Olan—Rif du Sap, s'allonge selon une direction méridienne dans les hauts vallons de Lanchâtra et de la Mariande et dans tout le haut Valjouffrey (Fond Turbat).

Le contact de ce granite avec les gneiss est typiquement discordant avec développement d'un léger métamorphisme de contact, marqué surtout par le développement local d'yeux feldspathiques à proximité du granite.

C'est un granite leucocrate, irrégulièrement porphyroïde (taille des feldspaths : jusqu'à 5 cm), à grain centimétrique, à patine ocre, souvent assez nettement orienté, notamment sur ses bordures. Il contient en proportion assez constante les minéraux principaux suivants : du quartz (28 à 33 %), qui peut former de longues lanières dans les zones où l'orientation de la roche est la plus accentuée ; du microcline (35 à 40 %), très perthitique et poecilitique ; du plagioclase (23 à 27 %), toujours zoné et altéré (cœur d'andésine, cortex d'oligoclase) ; de la biotite (jusqu'à 10 %), souvent chloritisée ; enfin du mica blanc (moins de 2 %), surtout lié à une muscovitisation tardive le long de microfissures ;

— *le granite des Étages* affleure de part et d'autre du Vénéon, dans le vallon des Étages au Sud et dans le cirque du Soreiller au Nord (où il forme en particulier l'Aiguille Dibona).

A son extrémité ouest, ce granite dessine un poinçon tectonique, entre le chevauchement du Plat de la Selle et les accidents sub-méridiens qui se relayent à la limite occidentale du granite, de Champhorent à la Tête de l'Étret ; dans ce secteur ouest, le granite est très fortement déformé, avec apparition locale de véritables orthogneiss (par exemple, au paravalanche sur la D 530, 1 km environ en amont de Champhorent). Cette déformation tardive, qui disparaît très vite vers l'Est, ne masque pas toujours le contact gneiss-granite : au-dessus de Champébran (région de Saint-Christophe), on peut voir le granite nettement sécant dans les gneiss, dans lesquels se développent à proximité du contact un chevelu filonien et de nombreuses masses granitiques à contours assez diffus. Sur sa bordure orientale, le granite des Étages jouxte le granite de la Béarde : en altitude, du Plaret à la combe de Pierre Noire vers le Sud, ces granites sont séparés par un panneau de gneiss resté en coin entre eux. Plus bas (tête de la Maye et versant nord-est de la grande Aiguille de la Béarde), le contact entre les deux granites, très intriqué, sans phénomène de bordure net, est difficilement visible ; il ne permet de conclure que de manière peu affirmative à la postériorité du granite de la Béarde.

Le granite des Étages est en général porphyroïde (petits porphyroblastes, à habitus plutôt elliptique, jamais très abondants). Il contient les minéraux suivants : du quartz ; du microcline très perthitique (environ 20 %) et du plagioclase An 6 à 9 (25 à 35 %), le passage entre deux feldspaths se faisant de manière très continue ; de la biotite (8 à 10 %), totalement altérée en chlorite, et un peu de muscovite secondaire développée sur le plagioclase ; enfin, dans d'assez nombreux échantillons, on trouve un peu de grenat pœcilitique à nombreuses inclusions quartzieuses ;

— *le granite d'Ailefroide*. A l'Est du granite de la Béarde, ce granite constitue la prolongation orientale du granite des Étages, dont il est chimiquement très proche (légère augmentation du rapport  $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$  dans les échantillons provenant de la partie orientale du massif).

C'est un granite assez coloré, à grain grossier, non porphyroïde, dont les contacts tout à fait sécants avec les gneiss sus-jacents se suivent souvent bien dans le paysage (tel le magnifique contact, à peine décalé par quelques failles, des faces nord des sommets rive droite du glacier Noir) et sont généralement soulignés à l'affleurement par une bordure de granite à grain fin. Par contre, son contact avec le granite de la Béarde est difficile à localiser, les deux granites pouvant avoir des faciès macroscopiques extrêmement voisins : il a donc été placé ici essentiellement sur des critères géochimiques. Il est d'ailleurs possible que le granite d'Ailefroide—Étages se prolonge au Nord vers la Plate des Agneaux et le Clot des Cavales, où il n'aurait pas été reconnu faute d'informations géochimiques suffisantes dans cette zone.

La bordure est du granite d'Ailefroide (région du grand Tabuc) montre un faciès microgranitique ( $\mu\gamma^2$ ).

### ***Granites associés aux granites de Turbat et des Étages***

Trois petits massifs, nettement distincts pétrographiquement, s'individualisent facilement. Ce sont le granite des Berches, le granite du Gray et le granite du Graou.

$a\gamma^1$ . **Granite des Berches**. Ce granite affleure au fond du vallon de Lanchâtra, au cœur du granite de Turbat. C'est une aplitite très leucocrate, apparentée chimiquement au granite à grain grossier, bien que légèrement plus siliceuse et plus potassique.

$\alpha\gamma^1_c$ . **Granite du Cray.** Il forme une masse grossièrement circulaire au milieu du cirque du Soreiller. C'est un granite aplitique à grain fin, montrant de manière caractéristique de nombreuses taches centimétriques de cordiérite pin-nitisée. On y observe en outre de la muscovite, abondante, de la biotite, en quantité très variable, et parfois des grenats millimétriques.

$\rho\gamma^2$ . **Granite du Graou.** Il forme une petite lame à la base occidentale des escarpements sommitaux de l'Aiguille du Plat de la Selle. C'est un granite grossièrement porphyroïde, où les feldspaths peuvent atteindre 10 cm. Il semble s'agir d'une variation locale du granite des Étages, dont il est cependant séparé par un contact sécant net.

$\gamma^3_{b-a}$ . **Granites du Bourg, d'Orgières, des Bans et de la Tour Choisy.** Ces granites appartiennent chimiquement à la lignée monzonitique, où ils forment les termes intermédiaires entre les granites de Turbat et des Étages de la monzodiorite de Colle-Blanche (feuille Orcières).

— *Le granite du Bourg*, qui disparaît en rive gauche du Valgaudemar sous le sédimentaire du synclinal de Morges (feuille Orcières), affleure surtout en rive droite de la Séveraisse (Valgaudemar) du Rif du Sap au refuge de l'Olan. Au Nord-Est, il est limité par une zone broyée et schistifiée, trace du grand accident chevauchant Rif du Sap—Olan. Au Sud-Ouest, il est intrusif dans les gneiss : le contact est franc, souligné par une mince zone de granite leucocrate à deux micas ; mais on retrouve sur une centaine de mètres dans les gneiss de nombreuses poches ou apophyses granitiques.

C'est un granite très homogène, de teinte gris verdâtre, à grain millimétrique. Il est composé de plagioclase (38 %), subautomorphe, fortement zoné (An 35 ou plus pour le cœur, toujours largement séricitisé, An 17 à la périphérie, avec parfois en plus un liseré discontinu d'albite), de quartz (30 %), d'orthose perthitique (18 %) et de biotite chloritisée (13 %) qui peut former de petits amas où subsistent des reliques de hornblende verte. Parmi les minéraux accessoires, on note la présence généralisée d'allanite zonée.

— *Le granite d'Orgières* forme une bande étroite, étirée sur 5 km de la cime d'Orgières au Sud à la Crête de Ferrand et au vallon d'Aillot (feuille la Mure) au Nord, sur les deux rives de la vallée de la Bonne.

A l'Est, il est concordant en grand dans les migmatites, qu'il recoupe nettement dans le détail, et dans lesquels se développent souvent, près du contact, des masses à bords flous du même granite. A l'Ouest, il moule la bordure occidentale du granite de Turbat, dont il reste séparé, sauf au col de la Sée, par un étroit panneau de migmatites. Au col de la Sée, le contact entre les deux granites établit l'antécédence du granite d'Orgières.

C'est un granite très analogue à celui du Bourg : granite équigranulaire à grain fin, gris verdâtre, composé de plagioclase prédominant (43 %) fortement zoné (labrador à oligoclase), de quartz (26 %), d'orthose perthitique et pœcilitique (9 %), de biotite altérée abondante (20 %), de hornblende verte relique et, parmi les minéraux accessoires, d'allanite.

On a regroupé avec ces granites deux autres granites pour lesquels on ne dispose que de données incomplètes :

— *le granite des Bans*, granite gris-vert à grain fin, qui forme une lame très tectonisée, prolongeant vers le Sud, dans le même réseau de fractures, le granite du Giberney ;

— le granite de la Tour Choisy, très petit massif de granite clair à grain fin, à petits nids d'amphibole, isolé entre deux fractures au Sud du col de la Casse-Déserte.

### *Formations cristallophylliennes*

A l'échelle de l'ensemble du massif (cf. *schéma structural du massif à 1/250 000*), on peut séparer (Le Fort, 1971) les formations métamorphiques en un *noyau*, fait de roches à l'histoire particulièrement complexe (roches polymétamorphiques, voire polymigmatisées), que l'on peut rapprocher des migmatites de l'Argentera-Mercantour, de Belledonne, des Aiguilles Rouges et du Nord du Mont Blanc et de l'Aar, et, ceinturant au Sud-Ouest le massif, une *zone corticale*, moins métamorphique (au plus staurotide-disthène), prolongation directe de formations connues dans les massifs de Belledonne ou du Taillefer.

La majorité des gneiss qui affleurent dans les limites de la feuille Saint-Christophe appartient au *noyau*. Ce sont surtout des gneiss et migmatites rubanés acides (gneiss de la Lavey), dont la monotonie à l'échelle du massif est localement interrompue par quelques bandes de leptynites (gneiss de Saint-Christophe), de blastomylonites anciennes, antémigmatisation tardive (« *granulites* » du linéament de Peyre Arguet—la Pilatte) et de gneiss œillés (gneiss œillés des Bans,  $\sigma M \xi^{1-2}$ ).

Les migmatites acides sont surmontées d'un épais chapeau d'amphibolites rubanées particulièrement bien conservé sur les arêtes de la partie centrale du massif (vallée de la Lavey, Pigeonnier, Ailefroide). S'y intercale, de l'Olan aux Rouies, un niveau très particulier de gneiss œillés amphiboliques ( $\sigma \xi h$ ).

La plupart des gneiss du noyau, souvent déjà migmatitiques, sont remobilisés lors d'un nouvel épisode de migmatisation, tardif dans l'histoire métamorphique ancienne du massif, mais anté-granite hercynien (migmatisation hercynienne précoce à cordiérite). Il est particulièrement intense à l'Est du massif (Pigeonnier, Villar d'Arène), où il donne naissance à des masses assez importantes de granite d'anatexie.

Se rattachent aussi au *noyau* les gneiss œillés de Crupillouse ( $\sigma M$ ) : presque toujours isolés tectoniquement (en particulier le vaste massif méridional, sur la feuille Orcières), ces orthogneiss sont un jalon important dans l'histoire du massif, puisqu'il s'agit de granites antérieurs à la migmatisation II.

*L'ensemble cortical* tel qu'il a pu être défini dans la partie sud-ouest du massif (feuilles Orcières, Saint-Bonnet, la Mure : série détritique, avec des conglomérats, surmontant une série leptyno-amphibolique) ne se prolonge pas sur la feuille Saint-Christophe. Par contre, au Nord-Est du massif (feuilles Saint-Christophe et la Grave), le complexe volcano-sédimentaire du Combeynot ( $\xi c$ ), peu métamorphique et peu déformé, se distingue aussi très nettement du noyau et a été classé parmi les formations corticales, ainsi que les gneiss de Villar-Loubière ( $\xi v$ ), faciès assez voisin, formant un panneau isolé tectoniquement à l'Est du fossé jurassique de Villar-Loubière—col de la Vaurze.

Lors de la déformation alpine, les gneiss et granites du socle ont été découpés en une mosaïque de blocs par les innombrables accidents alpins, mais ont en général gardé leurs caractères initiaux. Dans certaines zones cependant, la déformation alpine a été suffisamment pénétrative pour modifier les méso- et micro-structures de la roche, donnant alors naissance à des panneaux de mylonites ou blastomylonites alpines qui ont pu être distingués cartographiquement (schistes chloriteux et gneiss ocellaires de la région de Saint-Christophe, gneiss de la Pointe Longis, dans la région du glacier Blanc).

L'âge des séries anté-granites hercyniens reste encore hypothétique. Les gneiss du noyau, déjà structurés et vraisemblablement polymétamorphiques avant la mise en place du « granite de Crupillouse » ( ${}_oM$  et  ${}_oM\xi^{1-2}$ ), lui-même antérieur à la migmatisation à cordiérite hercynienne précoce, sont sans doute (au moins *pro-parte*) antécambriens.

Les grosses masses d'amphibolites sus-jacentes de la Lavey semblent être la prolongation migmatitique des amphibolites des séries corticales du Sud-Ouest du massif (*cf.* feuille la Mure). Ces séries, qui portent la trace d'événements tectono-métamorphiques moins complexes et qui semblent remanier dans le conglomérat des éléments métamorphiques du noyau, seraient plus jeunes, sans doute paléozoïque inférieur, âge attesté par des restes de faune découverts par P. Gibergy (1968) dans la région d'Entraigues (feuille la Mure) et L. Giorgi *et al.* (1979) dans le Sud des Grandes Rousses.

Quant aux séries volcano-sédimentaires acides du Combeynot ( $\zeta C$ ) elles semblent pénécotemporaires du granite du Combeynot, localement hypovolcanique, qui apparaît lui-même comme l'un des plus tardifs de l'évolution magmatique hercynienne (Permo-houiller ?).

### **Mylonites et blastomylonites post-granites hercyniens**

$\zeta$ ,  $\xi$ . **Gneiss ocellaires du Plan du Lac et micaschistes** (Ozocak, 1965, Le Fort, 1971, Bartoli, 1973). Ces formations se disposent en grandes lanières d'orientation générale nord-sud, à fort pendage est (40 à 90°), jalonnant dans la région de Saint-Christophe les grands écaillages alpins ou leurs relais en failles verticales nord-sud. Deux bandes principales sont coupées par le Vénéon : au niveau du Plan du Lac, où il existe une bande de gneiss ocellaires épaisse de près de 1 km (affleurements du chemin de Lanchâtra, ou paquet glissé au bord de la route D 530 en amont du Plan du Lac) ; entre Saint-Christophe et Champhorent, où plusieurs lanières successives isolent de minces panneaux de migmatites (plutôt que le long de la route, on pourra observer ces alternances sur le chemin allant du Clôt d'en Bas au refuge de l'Alpe du Pin par les chalets de Gassaudia).

Les *gneiss ocellaires* ( $\zeta$ ) forment une roche à patine rouille, où une matrice phylliteuse très fine baigne de très nombreux petits yeux feldspathiques (quelques mm à 1,5 cm), donnant à la roche un aspect « détritique ». Au microscope, on observe : les ocelles, toujours fracturés, mono- ou polycristallins (microcline, quartz, plagioclase très séricité et parfois granulé par recristallisation dynamique), prolongés par des ombres de pression à chlorite, quartz, séricite, parfois calcite et épidote ; la trame phylliteuse, à grain fin, est à quartz, chlorite, épidote, vieilles biotites déchiquetées et recristallisées (petites biotites néoformées), muscovites tardives.

Les *micaschistes* ( $\xi$ ) sont des roches très feuilletées, dans lesquelles la chlorite et la séricite, associées à du quartz, de l'épidote et du plagioclase très altéré et cataclaté, occupent un volume prépondérant. Quelques ocelles leucocrates peuvent y subsister localement.

On observe donc une évolution continue des migmatites ou du granite aux gneiss ocellaires et/ou micaschistes, aux structures blastomylonitiques ou mylonitiques caractéristiques : on a ici les traces d'une structuration de la roche vraisemblablement alpine, d'origine essentiellement tectonique, d'abord dans les conditions du faciès schiste vert, puis sans doute à plus basse température.

De tels faciès tectoniques se retrouvent d'ailleurs associés à la plupart des grands accidents alpins du massif (ainsi des blastomylonites, à quartz en ruban, jalonnent l'accident N 140° E Petit Roux—Tête de Lauranoure, dans le granite de Turbat ; Bartoli *et al.*, 1974) ; souvent en bandes très minces, ils n'ont pas été reportés sur la carte pour ne pas l'alourdir outre mesure.

D'autre part ils peuvent être confondus avec des faciès détritiques (arkoses, brèches) d'âge jurassique là où ils se superposent à des phénomènes tectoniques synsédimentaires.

On n'exclut cependant pas une origine en partie volcano-détritique pour l'épaisse bande de gneiss ocellaires du Plan du Lac (Le Fort, 1971), gneiss qu'il faudrait alors mettre en parallèle avec les gneiss de Villar-Loubière ou du Combeynot.

*m*ρ. **Porphyroïdes.** Les *porphyroïdes* (Ozocak, 1965) affleurent en de nombreux pointements sur les deux rives du Vénéon entre Saint-Christophe et Champhorent. Ce sont des roches schisteuses, très claires, où se remarquent des petits yeux de quartz noyés dans une trame gris bleuté ou verdâtre. Au microscope, on observe des phénocristaux de quartz corrodé, de feldspath potassique, de plagioclase et de biotite dans une matrice très fine à quartz-séricite.

Ces porphyroïdes, souvent associés à des rhyolites bien reconnaissables et toujours localisés au contact de gneiss ou schistes mylonitiques, doivent sans doute eux aussi être plutôt interprétés comme des mylonites (de rhyolite), et non comme des tufs volcaniques.

*m*ξ. **Gneiss de la Pointe Longis.** Ils affleurent en lanières jalonnant des accidents alpins, dans la région du glacier Blanc. Ils sont particulièrement bien représentés dans la Pointe Longis, à l'Est de l'ancien refuge Tuckett, et dans les polis dégagés par le recul du glacier.

Il s'agit d'une roche massive, homogène à l'échelle de l'affleurement, à l'aspect souvent plus ou moins œillé, avec un fond gris-vert ponctué de nombreux fragments (0,1 à 1 cm) feldspathiques blancs. On ne remarque pas de foliation, mais une schistosité irrégulière et parfois assez fruste.

Au microscope, on y observe de la chlorite et du quartz interstitiel entre des feldspaths (plagioclase et feldspath potassique) très altérés, de forme globulaire ou sub-automorphe, cloisonnés par de la biotite chloritisée et de la chlorite. Cette texture rappelle beaucoup celle des granites d'anatexie, dont semble dériver en majeure partie cette roche ; elle est cependant perturbée par une déformation intense, avec pliage des minéraux, ouverture de nombreuses fissures à quartz-plagioclase, épidote-chlorite, et apparition de longs fuseaux de séricite dessinant la schistosité.

Il faut noter que vers 2 600 m sur la crête sud du Pic de Dormillouse (à l'Est de la Pointe Longis), ce faciès mylonitique est acquis aux dépens du granite du Pelvoux.

## Ensemble cortical

*ξ*c. **Grauwacke du Combeynot.** La terminaison méridionale du complexe volcano-sédimentaire du Combeynot, bien représenté sur la feuille la Grave,

affleure à l'extrême Est de la feuille Saint-Christophe, dans le flanc nord des Têtes de Sainte-Marguerite (rive droite du Tabuc). Il s'agit ici des *grauwackes (cornéennes du Tabuc)* de P. Termier, feuille à 1/80 000 Briançon), roches sombres à grain très fin ; la stratification est fine, soulignée par des alternances millimétriques de faciès très fins et un peu plus grossiers. Au microscope, on voit une trame de petites biotites brun-acajou moulant des éléments anguleux, quartzeux ou feldspathiques.

L'empreinte métamorphique est considérablement moins forte que dans les gneiss du noyau : les minéraux néoformés, toujours de petite taille, sont le quartz, l'albite, la biotite, la séricite, la chlorite et l'épidote. Il s'agit donc d'un faciès schiste vert, dont il n'est pas exclu qu'il soit lié au cycle alpin.

ζ v. **Gneiss de Villar-Loubière.** En rive droite du Valgaudemar, à hauteur de Villar-Loubière, coïncé entre deux bandes triasico-liasique, affleure un ensemble de gneiss qui évoquent beaucoup à l'affleurement soit les gneiss du Plan du Lac, soit certains gneiss volcano-détritiques du Combeynot.

En effet, au microscope, on retrouve des feldspaths à tendance automorphe nette et des fantômes de quartz corrodés qui évoquent une origine volcanique (Le Fort, 1971). Mais ces caractères sont très largement masqués, tant à l'affleurement qu'en lame mince, par un laminage et une rétro-morphose intense ; il est donc fort possible qu'une partie des roches cartographiées en gneiss de Villar-Loubière aient acquis leur structure à l'alpin, par mylonitisation des gneiss migmatitiques banals du noyau.

### Gneiss du noyau

Ils forment l'essentiel des terrains cristallophylliens de la feuille Saint-Christophe, et peuvent être schématiquement séparés en plusieurs ensembles :

— les gneiss acides de l'ensemble de la Lavey, les plus abondants, sont des gneiss monotones en grand, plus variés dans le détail, où les distinctions qui ont pu être faites reflètent surtout des variations dans les proportions réciproques moyennes des différents minéraux. Ils comprennent çà et là quelques niveaux plus nettement différenciables : minces bandes d'amphibolites, rares niveaux de quartzites, voire de cipolins ; mais d'extension toujours limitée, morcelés par les nombreuses déformations ductiles ou cassantes qui se sont succédé dans le massif, ne ressortant pas dans le paysage, ils ne forment que de piètres niveaux repères et n'ont pas toujours pu être cartographiés ;

— les blastomylonites catazonales de Peyre Arguet—la Pilatte dessinent un linéament bien individualisé qui s'étend du granite de la Béarde, au Nord du refuge de la Pilatte, jusqu'au synclinal de Malamort, en rive droite de la vallée des Bans, au Sud. Des blastomylonites tout à fait identiques se retrouvent en d'autres points du massif : minuscule affleurement de Soureille-Bœuf, au Sud de la crête de Malamort, sur la feuille Orcières, versant sud de la cime de Clot Chatel, assez nombreux niveaux dans les gneiss de la région de Saint-Christophe (environs du lac Noir, versant ouest du Plat de la Selle, entre le Puy et Saint-Christophe...) ; souvent très minces et difficiles à reconnaître sur le terrain parce que oblitérés par la migmatisation ultérieure, ils n'ont pas été reportés sur la carte ;

— les gneiss œillés acides, très probablement pour la plupart des orthogneiss, forment soit des massifs étendus et très homogènes, mais isolés tectoniquement (gneiss œillés de Crupillouse, dont le massif septentrional forme une énorme lentille au-dessus des Andrieux, en rive droite du Valgaudemar), soit

des amas d'extension très variable, en général plurihectométriques, beaucoup moins homogènes, souvent associés à des gneiss leucocrates non œillés, et montrant des contacts progressifs, bien que très rapides, avec les gneiss de la Lavey (gneiss de Claphouse et des Bans) ;

— les gneiss amphiboliques en grosses masses (amphibolites de la Lavey, Le Fort, 1971) : ils forment des bandes épaisses de plusieurs centaines de m qui se suivent pour certaines d'entre elles à travers tout le massif, en dessinant des grands plis post-foliaux, d'âge vraisemblablement hercynien, d'axe N 0° (Nord du massif) à N 140° E (Sud du massif).

Il existe en outre quelques rares niveaux carbonatés (cipolins), associés aux amphibolites.

A ces grands regroupements lithologiques se superposent des variations de faciès dues à l'intensité variable de la migmatisation. A l'échelle régionale, celle-ci croît d'Ouest en Est ; mais elle dépend aussi beaucoup de facteurs lithologiques ou structuraux locaux : ainsi dans les gneiss de la Lavey, la mobilisation augmente vers le mur des grands chapeaux amphiboliques, sous lesquels on observe souvent une zone épaisse de quelques dizaines à quelques centaines de mètres très mobilisée (phénomène bien visible, par exemple, sous les amphibolites qui coiffent les crêtes de la Lavey et du Pigeonnier, ou de l'Ailefroide).

Compte tenu de ceci et de la difficulté qu'il y a à déterminer un *taux de mobilisation*, les limites cartographiques qui ont pu être dessinées entre migmatites d'un côté et gneiss peu migmatisés de l'autre restent assez subjectives.

### **Gneiss acides de la Lavey, faciès peu mobilisés**

ζL. *Gneiss de la Lavey*. Sous leur faciès le plus banal et le plus répandu (ζL), ce sont des roches essentiellement quartzo-feldspathiques, à patine souvent rouille, où des petits lits micacés déterminent la structure gneissique. Ces lits sombres peuvent être assez réguliers (gneiss rubanés, *laminaires*), mais plus fréquemment ils sont discontinus et moulent les irrégularités en golfe des lits leucocrates.

Au microscope, ces roches à grains millimétriques montrent toujours la même association de base à quartz, plagioclase, feldspath potassique, biotite. Le plagioclase, toujours abondant (30 à 40 %) se présente en grains arrondis, généralement maclés péricline-albite, souvent très altérés. Sa teneur en anorthite varie de An 20 à An 32, avec parfois une écorce plus albitique. Le feldspath potassique est un microcline intermédiaire perthitique. Il forme souvent des porphyroblastes de quelques mm, allongés en œil selon la foliation. La biotite, en paillettes brun orangé, presque toujours chloritisée, dessine la foliation en s'organisant en lits plus ou moins boursoufflés, ou cloisonne les autres minéraux. Lorsque le gneiss est microplissé, on remarque dans les charnières de microplis une polygonisation des vieilles biotites, avec souvent apparition d'une seconde génération de micas. A côté de ces minéraux, il y a un peu de muscovite, assez rarement du grenat almandin, plus souvent de la cordiérite, très pinitisée, de l'épidote, de l'apatite, des opaques ; dans quelques lames minces (par ex. échantillons venant de la rive gauche du vallon de la Lavey), de la sillimanite fibrolitique a aussi pu être observée.

ζb. **Gneiss biotitiques**. Sous ce nom on a regroupé des faciès qui dérivent des précédents par augmentation de la teneur en biotite, localement suffisamment prédominante pour former des micaschistes.

Les gneiss biotitiques, et plus particulièrement les micaschistes, forment souvent des enclaves arrondies dont la taille excède rarement quelques m ; ils peuvent aussi former des niveaux continus assez épais (région du lac Noir), notamment près des niveaux d'amphibolites (par exemple, versants sud de la Cime du Vallon ou du Pic des Souffles).

Leur minéralogie se distingue de celle des gneiss banals par la pauvreté ou l'absence du feldspath potassique, par l'abondance des biotites, souvent ici beaucoup moins chloritisées, et par la relative abondance des silicates aluminés : la cordiérite n'est pas rare, et la sillimanite, en grosses gerbes fibreuses associées à la biotite, est abondante dans certaines lentilles. Dans le bas du valon de Claphouse, il existe en outre un faciès de *gneiss biotitique riche en graphite* ( $\xi_{b-gra}$ ), ce minéral formant des petites paillettes associées à la biotite.

$\chi_b$ . **Quartzites à biotite.** Dans les gneiss de la Lavey on a distingué quelques niveaux de *quartzites à biotite* : associés à des leptynites en général prédominantes, ils forment quelques minces niveaux discontinus souvent localisés près de la base des amphibolites. Seuls quelques niveaux un peu plus importants, en rive gauche du cirque du Clot des Cavales, ont été isolés cartographiquement.

$\xi_\lambda$ . **Gneiss de Saint-Christophe.** Recoupés par la route D 530 dans les épingles en aval du village de Saint-Christophe, ils forment une bande d'environ 1 km de large, qui se suit au Nord jusqu'aux replats du Diable, mais qui perd son individualité au Sud du Vénéon. Ces gneiss se distinguent assez nettement des gneiss de la Lavey, d'allure plus migmatitique, mais évoquent beaucoup les gneiss de la Rampe des Commères (gorges de la Romanche à leur débouché dans le bassin de Bourg d'Oisans, feuille Vizille à 1/50 000) : sous sa forme la plus typique, il s'agit d'une roche grise à grain très fin (de l'ordre du 1,2 mm), parfois ponctuée de petits grenats roses, où des lits millimétriques à centimétriques gris violacé et des lits leptynitiques dessinent un litage extrêmement régulier.

Les lits leptynitiques peuvent devenir prédominants et plus épais (jusqu'à quelques décimètres), et montrent alors souvent une foliation dessinée par de très minces lentilles de quartz.

Au microscope, on observe dans les lits sombres des grenats lobés, très craquelés, assez gros (1 à 2 mm), entourés de biotites en très petites paillettes dessinant une trame très dense, dont le fond est occupé par du quartz et de la séricite ; dans les lits clairs, on voit des feldspaths (oligoclase et microcline perthitique) et surtout du quartz, soit en fine mosaïque irrégulière, soit en rubans allongés dans la foliation et morcelés par des cassures transverses (textures blastomylonitiques).

Des *gneiss leucocrates* ( $\xi^{1-2}$ ) forment quelques panneaux isolés tectoniquement dans les gneiss ocellaires et les micaschistes, entre Saint-Christophe et Champhorent. Ce sont des gneiss très clairs, très homogènes, bien qu'assez fortement migmatisés, à litage millimétrique mal marqué par de minces interlits phylliteux discontinus.

### ***Gneiss acides repris dans la migmatisation II***

$M_\zeta$ . **Gneiss de la Lavey très migmatitiques.** En maints endroits dans le massif (en particulier dans le cirque du Pigeonnier, où les polis glaciaires

permettent de très belles observations), les relations géométriques entre mobilisats et paléosomes gneissiques semblent indiquer la superposition de deux mobilisations distinctes : mobilisation I peu intense, donnant les migmatites rubanées et gneiss banals (gneiss de la Lavey), mobilisation II, se développant beaucoup dans la partie orientale du massif, et aboutissant à des roches variées : dans son expression la plus fruste, elle se marque par la blastèse du feldspath en petits ocelles centimétriques (gneiss perlés), par l'apparition de petites masses diffuses de mobilisat à taches de cordiérite pinnitisée, ou par un réseau de veines granitoïdiques recoupant les structures antérieures du gneiss ; dans ses formes les plus intenses, on aboutit à des faciès nébulitiques (structures antérieures du gneiss préservées dans des *schlierens* à limites floues) ou à des anatexites et granites d'anatexie (My), avec dissolution presque complète du paléosome dans le néosome granitique.

La minéralogie de ces migmatites reste fondamentalement la même que celle des gneiss de la Lavey ; cependant, dans les paléosomes, la biotite de seconde génération est largement prédominante, et la cordiérite peut devenir localement abondante.

**M $\xi$ <sup>1-2</sup>. Migmatites leucocrates de Claphouse.** Ces migmatites affleurent principalement en rive gauche de la haute vallée des Bans, entre le linéament de Peyret Arguet et le granite du Riéou Blanc, au Nord-Est de ce granite, dans le haut vallon de Claphouse, et, sur la feuille Orcières à 1/50 000, dans le haut vallon de la Selle (Triéou de la Bouchèyere) ; il en existe quelques petits pointements ailleurs, par exemple dans le flanc nord-est de la Grande Aiguille de la Béarde.

Il s'agit de migmatites de teinte générale très claire, riches en feldspath potassique, à tendance œillée plus ou moins marquée. Là où ce caractère est le plus net (par exemple : polis sous le glacier du Fournet), on reconnaît encore dans les yeux un feldspath potassique automorphe, prolongé à ses extrémités par des traînées quartzo-feldspathiques granulées. Ces gneiss évoquent alors beaucoup les gneiss de Crupillouse, dont ils seraient l'équivalent. Mais le plus souvent, il ne reste de ces yeux que des amandes granulées, renflements irréguliers dans des lits granitoïdiques plus ou moins lenticulaires séparés par de minces interlits discontinus biotito-chloriteux.

**My. Anatexites et granites d'anatexie.** Produit final de la migmatisation II, les anatexites et les granites d'anatexie ne forment dans la partie occidentale du massif que des masses d'extension réduites. Il prennent une grande extension à l'Est du massif, en particulier dans les régions de Béassac (vallée des Bans), du glacier Blanc et du glacier d'Arsine.

### ***Blastomylonites du linéament de Peyre Arguet—la Pilatte***

Dans ce linéament, on rencontre trois types principaux de roches : des leptynites et gneiss biotitiques, des amphibolites, des gneiss œillés.

***b*/M $\xi$ . Leptynites et gneiss biotitiques.** En alternances centimétrique à plurimétrique, ces gneiss et leptynites se caractérisent par une structure planaire très nette, soulignée par des rubans de quartz et sillimanite. Cette foliation, d'origine mylonitique, reprend d'anciennes structures plissées (avec éventuelle-

ment superposition de plusieurs phases de plissement (*cf.* Le Fort et Pécher, 1973, affleurement du refuge de la Pilatte), encore nettement reconnaissables dans certaines zones préservées de la blastomylonitisation ; par contre, elle est partiellement détruite par la mobilisation II (mobilisats à tache de cordiérite pinisée), qui reste cependant souvent discrète dans ces gneiss.

Au microscope, la foliation du gneiss est soulignée par les rubans mylonitiques de quartz, parfois complètement détruits par recristallisation ultérieure, associés à des paquets de sillimanite fibreuse et de biotite plus ou moins abondante ; entre les rubans, on observe du grenat, toujours assez chloritisé et du plagioclase antiperthitique associé à du microcline perthitique. En outre, on retrouve fréquemment dans ces roches des reliques de paragenèses anciennes (sillimanite prismatique, disthène anté-blastomylonitisation). A l'opposé, elles montrent aussi quelques néocristallisations post-mylonitisation de biotite et sillimanite, sans doute liées à la migmatisation II.

$\delta\psi$ . **Amphibolites (méta-éclogites ?)**. Dans la partie nord du linéament, les amphibolites, souvent granitisées (agmatites), sont associées en alternances fines parfois répétées avec les gneiss et les leptynites et ne se distinguent structurellement et minéralogiquement que très peu des autres niveaux amphiboliques qui existent dans les gneiss de la Lavey. Plus au Sud (polis de Peyre Arguet), elles forment un petit massif mal folié, cartographiquement discordant sur la direction générale du rubanement des gneiss. Ce sont ici des amphibolites à gros grain, à grenats centimétriques, à amphiboles englobant souvent des reliques de pyroxène. Il s'agirait de méta-éclogites, bien préservées de la blastomylonitisation, mais minéralogiquement très rétro-morphosées, sans doute lors de la migmatisation II.

Au microscope, on observe de la hornblende englobant fréquemment de vieilles plages de pyroxène difficilement déterminable, du grenat en général inclus dans l'amphibole, dont il est souvent séparé par un liseré réactionnel à plagioclase, et, traduisant des stades plus tardif d'évolution, un peu de biotite, de la chlorite, de l'épidote, des opaques.

$\circ M \xi^{1-2}$ . **Gneiss œillés**. Ils affleurent dans le haut de la coupe du refuge de la Pilatte au granite du Gioberney et forment une bande continue à la bordure est du linéament, au-dessus du refuge des Bans et en rive droite du glacier de la Pilatte.

Ce sont des gneiss de teinte assez claire, plus ou moins riches en yeux feldspathiques centimétriques étirés entre des lits biotitiques discontinus. Ils sont souvent affectés par un plissement intense, accompagné alors d'une nouvelle schistosité recoupée par les mobilisats à pinites.

Ce sont donc des gneiss très voisins des gneiss de Claphouse, auxquels ils passent d'ailleurs progressivement en rive gauche de la vallée des Bans, mais dont ils se distinguent cependant par la présence de textures blastomylonitiques identiques à celles trouvées dans les autres gneiss acides du linéament (en particulier, quartz en ruban associé à de la sillimanite fibreuse).

### ***Gneiss œillés de Crupillouse***

$\circ M$ . **Gneiss œillés (orthogneiss)**. Ce sont des gneiss à patine claire, compacts et durs, donnant des limites morphologiques souvent nettes. Très homogènes en grand, leur faciès de base est celui de gneiss œillés à mégacristaux

d'orthose. Des gneiss leucocrates à amygdales granitiques et des gneiss nébulitiques aboutissant çà et là à du granite d'anatexie en dérivent, tandis que des filons à bords francs de granite à deux micas et d'aplopegmatites à muscovite et tourmaline recoupent tous les faciès précédents. D'origine ortho très probable, ces gneiss représenteraient d'anciens granites porphyroïdes.

Leur massif principal se situe sur la feuille Orcières. Sur la feuille Saint-Christophe, ils forment une amande étirée du Clot en Valgaudemar au refuge des Souffles, où ils sont très tectonisés. Un peu au Sud-Ouest de l'axe de cette amande, on les retrouve dans une bande d'environ 500 m de large à la limite occidentale de la feuille (crête sud des Mourres Rouges), bande qui se prolonge sur la feuille la Mure, où l'on voit le faciès perdre peu à peu de son individualité vers le Nord-Ouest pour se noyer progressivement dans les gneiss migmatitiques type Lavey.

### ***Roches amphiboliques et cipolins***

De façon schématique, on peut distinguer plusieurs variétés dans les formations amphiboliques : amphibolites massives, amphibolites rubanées, gneiss amphiboliques, gneiss ocellés amphiboliques, pyroxénites à amphiboles, boules amphibolo-pyroxéniques à structure radiaire ; toutes ces roches sont diversement migmatitisées, avec, en particulier, formation de spectaculaires agmatites amphiboliques. Enfin, associés aux grandes masses amphiboliques, on trouve quelques amas lenticulaires de serpentinites et de très rares niveaux de cipolins.

**δ. Amphibolites et gneiss amphiboliques.** Les *amphibolites massives* forment des lits ou des bancs plus ou moins lenticulaires ou boudinés. Ce sont des roches très sombres, peu ou pas orientées, à grain millimétrique et à texture nématoblastique, pouvant parfois présenter de la biotite. Par endroits (Aiguille du Plat de la Selle, Rouies, versants du col du Sellar), elles peuvent former l'essentiel de la roche et sont alors très souvent associées à des agmatites.

Au microscope, l'amphibole forme des cristaux allongés disposés de préférence selon le litage de la roche, sauf quand il s'agit de cristaux de grande taille (1 cm et plus) qui s'arrondissent et perdent leur allongement ; c'est soit une hornblende verte, soit parfois une hornblende brune. Dans ce dernier cas, elle peut être accompagnée d'une augite incolore, souvent obscurcie par des pigments opaques, en voie d'altération en amphibole et parfois clinozoïsite : l'augite peut apparaître en relique au cœur des amphiboles. Le plagioclase, totalement séricitisé, semble être une andésine. Le quartz est peu abondant, le feldspath potassique absent. La biotite apparaît avec une abondance et un état d'altération en chlorite très variable. Le grenat existe parfois ; c'est un almandin riche en pyrope, en partie altéré en produits chloriteux. Enfin, le sphène, l'apatite et les opaques (pyrite, oligiste, voire magnétite) sont abondants.

Les *amphibolites rubanées* sont des roches à texture stromatitique où alternent des lits sombres et des lits plus clairs. On en trouve de très beaux exemples à l'Ailefroide occidentale, aux Fétoules, à l'Olan, etc... Dans les cas les plus tranchés, la biotite est le seul minéral ferro-magnésien des lits clairs, lits où la dimension du grain est plus grande que dans les lits sombres. L'épaisseur des lits varie depuis le millimètre jusqu'à plusieurs centimètres ; au-delà, les lits clairs sont franchement granitiques. Les lits sombres sont identiques aux amphibolites compactes décrites ci-dessus ; ils peuvent exceptionnellement présenter du pyroxène.

Les *agmatites amphiboliques* sont parmi les plus belles roches qu'on puisse observer à l'affleurement. Elles sont formées d'un assemblage de blocs amphiboliques emballés et recoupés par des filons et des masses granitiques. Parmi les nombreux points où l'on peut les observer, on peut citer les affleurements particulièrement spectaculaires des Fétoules ou des versants du col du Sellar. Dans un bloc d'agmatite amphibolique, on peut généralement distinguer trois zones successives :

— *un cœur amphibolique* qui peut ressembler à n'importe quel type d'amphibolite compacte ou rubanée ;

— *une couronne* éventuellement doublée d'une écorce plus potassique à l'origine, mais où se sont produits des phénomènes importants de rétro-morphose : chloritisation et séricitisation ; elle est également plus riche en quartz ;

— *une enveloppe leucocrate*, peu ou pas orientée, à grain plus grossier, qui présente tous les intermédiaires entre une diorite très plagioclasique et un granite à biotite.

**δσ. Boules amphiboliques à structure concentrique et serpentinites.** On rencontre assez fréquemment des masses ovoïdes vert foncé, de taille variable (jusqu'au mètre), composées essentiellement de minéraux sombres, disposées en chapelet dans les formations amphiboliques ou dans les migmatites acides à proximité de ces formations (notamment en rive gauche du Grand Riéou, à la base des escarpements est du Pic de la Feste, et dans le haut des versants du col du Sellar). Une section de ces boules montre une structure concentrique et radiaire ; de la périphérie au centre on peut distinguer jusqu'à cinq enveloppes successives :

- une enveloppe très fine de biotites mordorées ;
- une couche d'amphiboles vertes disposées radialement ;
- une couche d'amphiboles vertes où l'orientation radiale disparaît et peut faire place à une orientation parallèle à la surface ;
- une couche d'oxydes de fer ;
- enfin un cœur à structure équante formé d'un assemblage de minéraux ferro-magnésiens et calciques tels que : anthophyllite, trémolite, chlorite, phlogopite, carbonate, talc et serpentine, hornblende verte, augite, sphène, apatite, opaques.

Il est vraisemblable que ces boules amphiboliques proviennent de la transformation de petites masses ultra-basiques ayant acquis leur structure concentrique par migration locale d'éléments au cours de la migmatisation.

En rive gauche du Grand Riéou, ces boules amphiboliques sont d'ailleurs associées à des serpentinites, dans lesquelles on retrouve quelques reliques d'amphibole, noyées dans de l'antigorite, et aux clivages envahis de chrysotile. De telles lentilles serpentiniteuses sont aussi connues en rive gauche du vallon de Claphouse, où elles sont incluses dans des gneiss acides.

**δθ. Pyroxénites de Claphouse.** En rive gauche du vallon de Claphouse, on a distingué sur la carte, à la base des amphibolites qui forment une partie de la crête de l'Agulier, un niveau assez particulier de pyroxénites, dont l'épaisseur apparente atteint 30 mètres.

C'est une roche très massive, sans litage nettement visible, facilement identifiable sur le terrain à sa forte patine rouille. Au microscope, on y reconnaît de l'augite prédominante, en petits cristaux parfois idiomorphes, du plagioclase complètement séricitisé, formant la matrice des pyroxènes, des opaques abon-

dants et du sphène ; une vague foliation est marquée par des biotites complètement chloritisées.

oξh. **Gneiss œillés amphiboliques de l'Olan.** Il s'agit d'une formation stratoïde tout à fait remarquable développée surtout en rive droite du Valgaudemar, du Pic du Lauzon à l'Olan ; son épaisseur varie ici de 80 à 300 mètres. On en retrouve quelques autres témoins d'extension plus réduite, plus au Nord dans le massif : au Bec du Canard et dans le flanc ouest du col de l'Encoula, où ils sont, comme en Valgaudemar, associés aux amphibolites ; sous le Peigne du Pierroux (cirque de Lauranoure), où ils forment un mince niveau intercalé dans les gneiss acides de la Lavey.

Ce sont des gneiss à grands yeux feldspathiques (feldspaths subautomorphes, pouvant atteindre plusieurs cm de long, souvent fragmentés, prolongés par des queues polycristallines), séparés par des joints lenticulaires vert sombre à amphibole et biotite. Ça et là, ils englobent des enclaves centimétriques à décimétriques, micacées ou amphiboliques, aplaties dans la foliation.

Au microscope, les yeux apparaissent formés pour l'essentiel de feldspath potassique (microcline et orthose) perthitique en grandes plages, sur le pourtour desquelles s'alignent des amas enchevêtrés d'amphibole poecilitique et de paillettes de biotite chloritisée. Le plagioclase, toujours très séricitisé, et le quartz sont peu abondants. Parmi les accessoires, on note surtout de l'apatite et du sphène, qui forme de grands fuseaux automorphes. Enfin dans quelques échantillons, il existe de l'augite, partiellement remplacée par de l'amphibole.

Cette formation d'une remarquable homogénéité chimique (*cf.* Le Fort, 1971), à caractère potassique très accusé, dériverait par métamorphisme d'anciens sills ou coulées latitiques.

**C. Cipolins.** Ils ont été trouvés en quelques points, toujours en éboulis, excepté le mince niveau boudiné intrafolié dans les amphibolites au Nord-Est du lac de la Lavey. Parmi les échantillons récoltés, on trouve :

— *des cipolins à pyroxène*, formés de calcite, d'un peu d'épidote et d'augite (quelques pour cent à 50 %) ; dans le niveau du lac de la Lavey, on trouve en plus un peu de grenat,

— *des cipolins à amphibole*, où on observe en lame mince un fond à grain très fin, formé de cristaux de calcite, trémolite et chlorite, sur lequel se détachent de longues fibres de trémolite et des agrégats de trémolite et opaques qui pourraient correspondre au remplacement total d'un pyroxène.

Les cipolins du Pelvoux (Rochers Rouges), du Pic de la Feste, des Bans sont décrits dans les roches sédimentaires.

## Géochronologie

Les derniers travaux de P. Demeulemeester (1982) ont permis de préciser l'âge hercynien du granite du Rochail, avec une isochrone sur roches totales à  $331 \pm 31$  M.A.

Pour le massif de Pelvoux, les autres mesures portent sur des phases minéralisées séparées, datées par les méthodes K/Ar et Rb/Sr.

Les résultats consignés dans le tableau ci-dessous font apparaître plusieurs constatations :

- les âges concordants entre les deux méthodes et typiquement hercyniens sont localisés à l'Ouest du massif (Chaillol, Valjouffrey, Rochail) et au centre (Gioberney) ;
- des âges tardi-hercyniens marquent des rejeux de grands accidents dans la partie nord-ouest du massif (288-286 + / - 10 M.A.) ;
- les âges apparents diminuent vers l'Est et la discordance entre les valeurs obtenues selon les deux méthodes augmentent. Ceci démontre une action localisée, mais importante, de l'orogénèse alpine sur le socle hercynien ;
- compte tenu des différentes mesures effectuées sur les biotites du socle, on constate, en approchant de l'accident de la Meije—Olan, un rajeunissement (modification des âges K/Ar) et une chloritisation progressifs ; d'autre part, la valeur obtenue pour la chlorite du granite du Bourg est de  $130 \pm 8$  M.A. par la méthode K/Ar. On ne peut affirmer actuellement que cet âge soit celui de l'accident de la Meije—Olan mais il se situe dans une fourchette de 130 à 80 M.A., ce qui correspond bien aux plissements antésénoniens connus dans la couverture sédimentaire (Dévoluy, Arves).

Les phases tectoniques post-nummulitiques ne modifient pas les âges apparents des biotites du socle ;

- la bordure orientale du massif est particulièrement affectée à l'alpin (75-52 M.A. K/Ar et 69 M.A. Rb/Sr sur les chlorites) : ces âges isotopiques peuvent correspondre à l'épisode tectonique précoce mais aussi à des âges intermédiaires (mélange d'âge) entre la phase précoce et les phases tardives (serrages est-ouest).

### Roches sédimentaires et volcaniques

**CM, CS, Cl. Formations calcaires du Pelvoux.** Ces trois formations ont été regroupées car, malgré leur différence de faciès et d'âge, elles ont surtout été étudiées au Pelvoux même où elles affleurent largement ; des problèmes demeurent en ce qui concerne leur mise en place, leur rapport mutuel et leur âge (P. Gidon, R. Michel, J. Vernet entre 1949 et 1956).

**CM.** Des niveaux calcitiques colorés (rouge vif à violet ou vert) sont intercalés dans la série migmatitique en versant sud du Pelvoux (les Rochers Rouges), au Petit Pelvoux et près du glacier des Violettes.

On peut aussi en remarquer dans d'autres secteurs du massif, soit en paroi, soit en éboulis ou moraines : Pic de la Feste au Nord d'Ailefroide, les Bans et Pointe du Sélé.

Ils sont en général subverticaux et orientés nord à nord-est, d'une épaisseur centimétrique à métrique, d'allure lenticulaire et de texture rubanée et fluidale, ou parfois bréchiq ue ; ils sont formés uniquement de calcite recristallisée (cipolin), colorée par de l'hématite avec des zones de passage mylonitisées au cristallin encaissant (avec quartz, calcite, séricite et chlorite recristallisés et orientés). Considérés comme appartenant à la série stratigraphique du cristallophyllien, ils sont plus probablement dus au remplissage de fissures précoces du socle (filons clastiques d'âge triasique ?).

Âges Rb/Sr et K/Ar des biotites (et minéraux en association)

(Extrait de Demeulemeester, 1982)

Type roche, localité	Minéral	Âge Rb/Sr (M.A.)		Âge K/Ar (M.A.)	Auteurs
		(a)	(b)		
Granite de Pétarel	BChl	274±8		230±10	Demeulemeester
Granite de Turbat	BChl	274±8		232± 9	—
Granite du Rochail	BChl	286±8	313 + 9	—	—
Granite du Rochail	BChl	283±8	290 + 8	293±13	—
Gneiss du Pigeonnier	B	286±8		264±16	—
Gneiss du Valjouffrey	B	302±9		304±12	—
				277±11	
Granite d'Orgières	BChl	210±6		226±18	—
Granite du Bourg	BC	297±9		130± 8	—
Granite du Riéou Blanc	BC	194±6		52± 5	—
Granite du Tabuc (Combeynot)	BC	251±7	266 + 7	75± 7	—
Minette du Petit Chaillol	B	320±9		323±10	—
Gneiss du Bourg d'Oisans, Clapier Auris	BChl	294±9		281±11	—
Granite des Etages	BChl	280±8		—	—
Gneiss de la Lavey	BChl	222±6		—	—
Granite du Rochail	BChl	(319 + / - 9)	330	—	Buffière
Granite du Rochail	B	(327 + / - 16)	338	—	—
Enclave dans le granite du Pelvoux, Ailefroide	BC	294±9	155	—	Barbieri
Granite de Claphouse	BC	170±5	120	—	—
Migmatite de Béassac	BC	106±3	190	—	—
Micaschistes Champoléon	B	(292)	302	—	Sonnet
Gneiss oëillé Crupillouse	B	(325)	336	—	—
Granite de la Montagne des Bans	BC	40±2	57	—	Barbieri

Abréviations : Minéral : B = biotite fraîche ; BChl = biotite partiellement chloritisée ; BC = biotite totalement chloritisée.

(a) Âge au strontium conventionnel (0,712).

(b) Âge Rb/Sr isochrone mica RT avec constante  $\lambda Rb = 1,42 \times 10^{-11} \text{ an}^{-1}$ .

CS. Sur le bord ouest des Rochers Rouges et jusqu'à l'arête de la Momie au Nord, se suit une étroite lame synclinale (0,5 à 20 m), subverticale, à peu près nord-sud, et cela sur plus de 300 m de dénivelée.

Elle comporte — en plus d'arkoses remaniant le cristallin — des calcaires fins gris-bleu et des calcschistes jaunâtres avec de petites intercalations de schistes rouges à violets, mais aussi des calcaires marmoréens gris à blanc rosé, plaqués ou non. Le métamorphisme paraît léger. Le problème de l'âge n'est pas résolu — peut-être triasique — mais les faciès paraissent quelque peu différents de ceux du Trias. On peut aussi penser à un synclinal jurassique presque entièrement cicatrisé (?).

Cl. Une troisième formation calcaire est disposée *en chapeau* au sommet des Rochers Rouges du Pelvoux, donc franchement discordante sur le cristallophyllien (et ses niveaux de cipolins). On y relève, au-dessus d'arkoses ou de calcaires bréchiqes (à galets de cristallin), des calcaires fins, gris, siliceux, à plaques de Crinoïdes.

Leur âge est sans doute jurassique (Lias ?), mais sans certitude et les rapports avec la formation CS sont imprécis.

## Houiller

h. Un affleurement de conglomérat, situé immédiatement à l'Est du Jandri (3 288 m) sur le bord nord de la feuille, a été attribué au Houiller.

## Trias

tQ. **Grès ou conglomérat de base.** Le Trias débute le plus souvent par des grès ou des arkoses grises ou brunes, plus rarement par des brèches, ravinant la surface du cristallin, donc d'épaisseur très variable : quelques centimètres à une dizaine de mètres.

Des quartzites blancs (3 m) sont visibles dans le ravin bordant à l'Est la Montagne de Rachas (à l'Est des Deux-Alpes).

Des enduits ferrugineux brun-rouille s'observent parfois à la surface du cristallin : chalets de l'Alpe du Villar d'Arène, et les grès peuvent acquérir une teinte brun foncé.

Sur la rive droite du Petit Tabuc (coin nord-est de la feuille), entre le lac de la Douche et les chalets d'Arsine, et aussi à la brèche séparant les Têtes de Sainte-Marguerite des Pics du Casset, les grès de base montrent des graviers de quartz rose ou blanc et des débris volcaniques rouges ou verts ; des pélites violacées s'y intercalent parfois. Ce faciès épais de 10 à 20 m rappelle le Verrucano des zones plus internes.

tD. **Dolomies et calcaires.** Le Trias calcaréo-dolomitique, d'âge impossible à préciser étant donné l'absence totale de fossiles à ce jour, est un ensemble d'une épaisseur allant de 10 à 30 m de dolomies claires, grises ou jaune-beige, alternant souvent avec des calcaires. Les dolomies sont souvent bréchifiées, les calcaires sont gris, en bancs de 30 à 40 cm ou blancs à pâte très fine en bancs massifs de 2 à 3 m (Chamoissière au Sud des chalets de l'Alpe du Villar d'Arène). Près de ces chalets, les dolomies de base, à patine brunâtre, ont des délits de schistes dolomitiques noirs.

Le long des fractures importantes, les bancs calcaires ont été transformés en cipolins ou en calcaires cristallins fluidaux, tandis que les bancs dolomitiques n'ont pas été modifiés (Tête de la Toura—Serre Pallas).

Le Trias dolomitique peut atteindre 50 à 60 m dans l'Est de la feuille : Petit Tabuc, crête des Grangettes (sur le versant Grand Tabuc à la base des dolomies existent des lentilles de brèche à gros blocs).

Enfin, sur le bord est du « *synclinal* » d'Ailefroide, au-dessus des grès de base, suivis de brèches calcaréo-dolomitiques lenticulaires et de dolomies brunes, apparaît une douzaine de mètres de calcaires fins, noduleux ou bréchoïdes gris, rosés, rouge vif ou verdâtres, coupés de lits ferrugineux ou gréseux ; des bancs de dolomies claires s'y intercalent.

**tS. Schistes dolomitiques.** Les coupes plus complètes du Trias montrent, au-dessus des dolomies, une dizaine de mètres de schistes dolomitiques noirs à surface luisante, admettant quelques bancs de dolomie ocre de 15 à 30 cm et des passées de grès brunâtres, finement litées (laminites) : environs des chalets de l'Alpe du Villar d'Arène, du lac de l'Eychauda—Dôme du Monêtier et de Tête Moute-le Diable. En ce dernier point s'y intercalent quatre mètres de brèches grossières à ciment gréseux. Le Trias se termine, à Chamoissière, par une assise de quelques mètres de calcschistes bréchoïdes gris et jaunes à éléments dolomitiques et calcaires, parfois lumachelliques, au Dôme du Monêtier et dans le soubassement du glacier de Séguret-Forant par des calcaires noirs spathiques (4 à 5 m) dits *calcaires moirés*.

Ces faciès évoquent le Trias supérieur, Rhétien compris.

**tK. Cargneules.** Des niveaux de cargneules jaunes sont visibles, soit au-dessus des grès de base (Nord de la Montagne de Rachas), soit dans la série dolomitique qu'elles remplacent parfois entièrement (Villar-Loubière) pouvant alors jalonner seules des accidents du socle (Sud Olan) ou du sédimentaire (synclinal du Villar d'Arène).

**tG. Gypse.** Les affleurements de gypse sont au nombre de deux seulement : sentier col d'Arsine—chalets d'Arsine et Têtes de Sainte-Marguerite ; le gypse est aussi responsable des entonnoirs de dissolution des environs des chalets d'Arsine et de Près les Fonts à l'Est des Têtes de Sainte-Marguerite (sur la limite de la feuille Briançon).

**K<sup>3</sup>. Coulées spilitiques.** Les épanchements volcaniques se situent au sommet du Trias ; on les trouve en diverses localités : Venosc, Lanchâtra, la Belle-Étoile à l'Est des Deux-Alpes, aux Têtes de Sainte-Marguerite, pour le Nord de la feuille et à Villar-Loubière, le Rif du Sap pour la partie sud.

Les roches spilitiques se présentent sous forme soit massive verte ou violacée, soit de schistes avec des niveaux argilitiques, volcano-sédimentaires ou calcaréo-dolomitiques parfois bréchiques, de teinte lie de vin. A leur contact, les calcaires triasiques sont marbreux et versicolores, souvent bréchiques. L'épaisseur peut dépasser 50 mètres.

Leur paragenèse est toujours composée de feldspaths alcalins (albite et orthose), chlorites cryptocristallines (ripidolite), minéraux opaques (hématite surtout), carbonates (calcite surtout) ; le péridot est moins bien représenté.

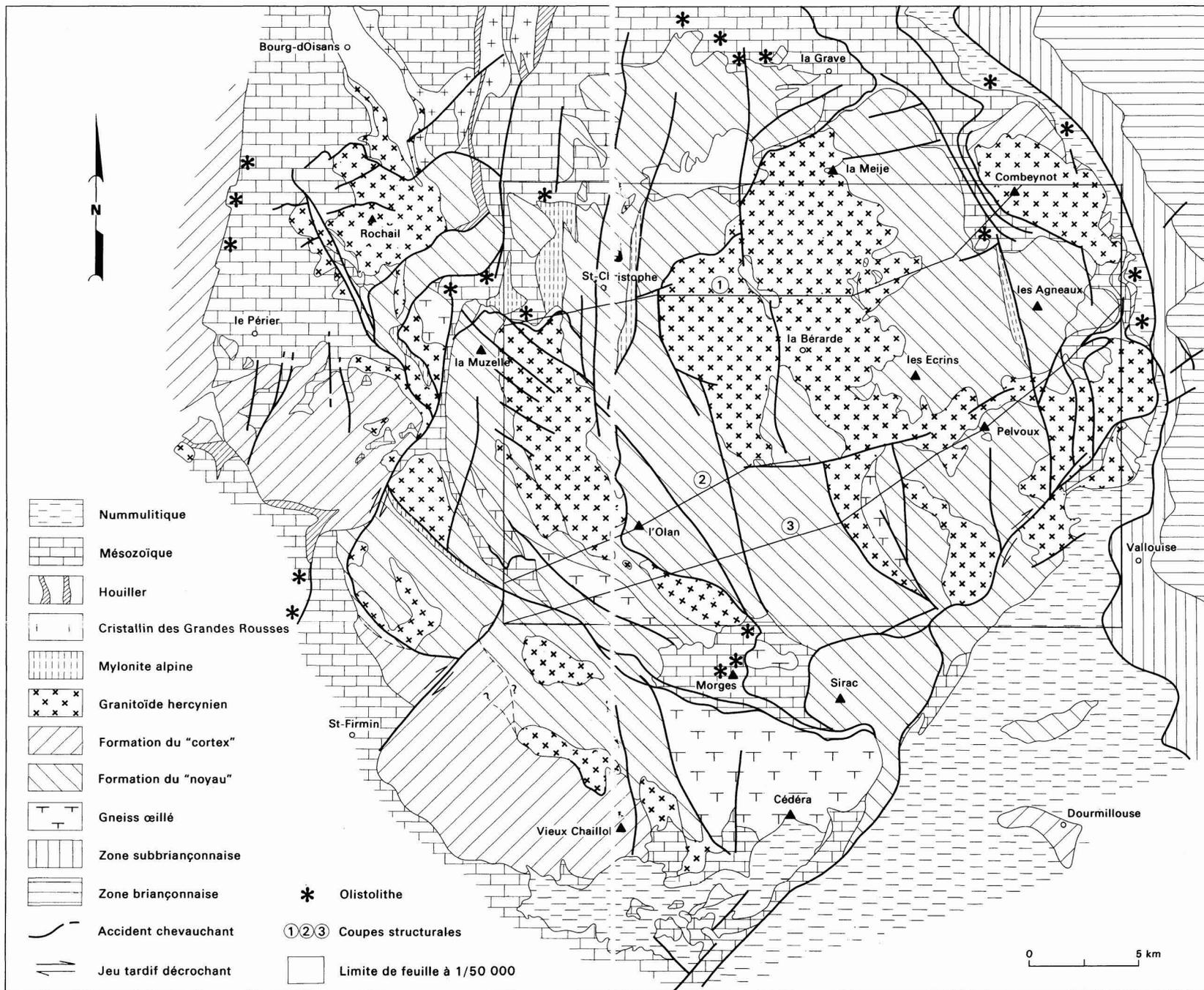


Fig. 1 - Schéma structural à 1/250 000 : la feuille St-Chr stoppe dans le contexte du massif des Ecrins-Pelvoux

A. Pécher et J.-C. Barféty, 1982

Leurs caractéristiques chimiques sont celles des spilites en filons avec les mêmes variations et les conditions de leur genèse ne doivent pas être dissociées de celles de l'ensemble du volcanisme basique du massif (*cf.* Roches filoniennes).

En particulier, leur mise en place s'est faite en milieu subaquatique ou dans des régions de hauts-fonds.

## Jurassique

Les faciès du Lias-Dogger varient rapidement d'un point à un autre de la feuille Saint-Christophe ; à côté des ensembles épais et monotones identiques à ceux de la zone dauphinoise au Nord du Pelvoux (l1-5, l6-8, l9) apparaissent des séries réduites et des épisodes détritiques au Sinémurien, au Lias supérieur et au Dogger (l, lj, l6-8G) avec mise en place d'olistolithes et de brèches ; les descriptions stratigraphiques se feront par régions lorsque les variations sont trop importantes d'un point à un autre.

l1-5. **Hettangien—Sinémurien—Carixien. Calcaires.** Cette notation recouvre la partie du Lias correspondant aux étages Hettangien—Sinémurien—Carixien, lorsqu'il n'a pas été possible de les séparer par la lithologie ou la paléontologie. Ce sont des calcaires fins, bleutés, en banc d'épaisseur variable de 20 à 80 cm alternant avec des schistes calcarifères de 20 à 30 cm ; on y relève aussi des bancs métriques à patine rousse séparés par des délits décimétriques (Lotharingien ?). Cette série calcaire est souvent très replissée ; son épaisseur cependant peut atteindre 300 m, ainsi au Nord de Villar-Loubière où la base de la série est plus sombre avec des bancs moins épais et plus détritiques ; plus haut on relève des calcaires à silex (Carixien ?) : c'est le *Lias calcaire* des anciens auteurs.

En d'autres points, cette série calcaire est bien moins épaisse : tout au plus 50 m : Nord-Ouest ou Sud-Ouest de Bourg d'Arud, ce qui peut être dû, soit à des étirements tectoniques (écaillages du sentier de Venosc aux Deux-Alpes vers 1 100 m ou vers 1 400 m d'altitude ?), soit le plus souvent à des réductions stratigraphiques et des événements paléotectoniques attestés par la présence de calcaires spathiques ou à entroques, de brèches, mégabrèche et olistolithes (Grande Côte à l'Est des Deux-Alpes).

l6-8. **Domérien—Toarcien. Marnes.** Épaisse série de marnes noires ou grises à rares bancs calcaires rapportée au Domérien-Toarcien (feuille la Grave) ; la base est plus détritique, prend une patine brune ou rousse avec quelques bancs roux à cassure noire (Domérien ?) : région entre le Bourg d'Arud et les Deux-Alpes où ils ont donné lieu à des exploitations d'ardoises (la Ponsonnière, les Poyas). A l'Est des Deux-Alpes (les Perrons), la mise en place des mégabrèches et olistolithes se poursuit.

l9. **Aalénien. Schistes noirs.** Les schistes silico-alumineux noirs, très luisants, à nodules très durs, décimétriques et non calcaires donnant les grands ravinelements au Nord de Venosc—Bourg d'Arud ont été rapportés à l'Aalénien par similitude avec des terrains datés sur la feuille la Grave.

## Variations de faciès dans les séries jurassiques du massif des Écrins-Pelvoux

### Série du vallon de Lanchâtra

11-5. 1 Br. **Lias inférieur à Lias supérieur. Brèches.** Sur le flanc est de la Cime du Pied de Bary et dans la combe du Replat, la base du Lias est représentée par deux ou trois mètres de dalles bleu clair de calcaire fin encroûtant directement le socle cristallin ou des brèches peu épaisses à éléments variés et ciment arkosique à la base ; l'âge de cette brèche peut être variable : de la base du Lias au Domérien-Toarcién.

16-8 G. **Domérien—Toarcién. Calcaires et schistes gréseux.** Au Nord-Est du Petit Roux, la série liasique, renversée ici, est représentée par des calcaires gréseux gris-jaune et des schistes gris intercalés de grandes lames de cristallin très altéré, faciès dus en partie aux efforts tectoniques (mylonites) (cf. Socle), mais aussi à des processus sédimentaires (transport et résédimentation d'olistolithes). On retrouve un empilement d'olistolithes cristallins sur la crête de la Cime du Pied de Bary jusqu'à près de 2 800 m d'altitude, où des bandes de grès et conglomérats associés à du Lias schisteux, s'insinuent largement entre des paquets de socle ( $\sigma_1$ ) (limite des feuilles la Mure et Saint-Christophe).

On rapporte la mise en place de ces blocs au Domérien—Toarcién, car la série schisteuse semble passer latéralement à ces étages sur les rives du ruisseau de la Pisse.

### Série Montagne de Rachas, Tête Moute, le Diable

11-2. **Hettangien. Calcaires gréseux.** La partie inférieure est représentée par deux bancs de calcaires clairs massifs de 1 à 2 m séparés par 3 m de calcaires noirs un peu gréseux, en bancs de 10 à 15 cm et à interlits centimétriques. Au-dessus se développent 10 à 15 cm de calcaires noirs puis bleutés ou ocreux en bancs de 10 à 20 cm ; ce sont des calcaires gréseux ou microbréchiques qui ont fourni à la base *Alsatites* sp. et *Waehneroceras* sp. de l'Hettangien moyen, puis des *Schlotheimia* sp. et *Schlotheimia* gr. *angulata* (Hettangien supérieur) : arêtes est-sud-est et nord-est du Diable.

13-4. **Sinémurien. Calcaires.** Le passage au Sinémurien se fait par 10 à 15 mètres de calcaires bleus calcarénitiques, bien lités en bancs de 10 à 20 cm, s'altérant en rose violacé. Ils se chargent rapidement en oxydes de fer et prennent une patine brunâtre. Sur 50 cm à 1 m, les lits ferrugineux et nodules phosphatés abondent ; ce niveau de condensation, bien repérable à la Montagne de Rachas, à Tête Moute, au Diable et jusqu'au ruisseau du Grand Plan et à Serre Palas a fourni de très nombreuses Ammonites (en particulier le gisement de Tête Moute ou du Mont Rachas des anciens auteurs, connus depuis 1812 ; il correspond à un col maintenant nommé col d'Entre-les-Têtes sur les cartes de l'I.G.N.) : *Coroniceras* sp., *Coroniceras lyra* Reynis, *C. lyra* Hyatt, *Arnioceras* sp., *Arnioceras acuticarinatum* Simpson, *A. densicosta* ? Quenst., *A. cf. semicostatum*, *A. cuneiforme*, *A. semicostatum*, *A. geometricum*, *A. miserabile*, *A. mendax*, *A. rariplacata*, *Agassiceras scipionianum* d'Orb., *Paranioceras planares*, *P. gr. gaudryi-meridionale* Reynis, *Paracorniceras* sp., *Lytoceras corumdatum* ? Martin ou Reynes, *Coroniceras (Epammonites ?) isis* Reynes, tous de la zone à *Semicostatum* (sommet du Sinémurien inférieur).

Au-dessus, une vingtaine de mètres (?) de bancs de 20 à 40 cm de calcaires bleutés fins à nodules pyriteux représente le Lotharingien ; dans le ravin nord de la Montagne de Rachas (point 2500 de la carte de l'I.G.N.) ont été récoltés : *Paltechioceras* cf. *nobile*, *Paltechioceras* sp., *Echioceras* sp., *E. gr. raricostatum*, *E. cf. delicatum* Buck, *E. raricostatoïdes* Vaduik et un peu à l'Est du point 2751 : *Echioceras* (*Paltechioceras* ?) gr. *nodifianum*.

15. **Carixien. Calcaires.** Cet étage débiterait par une dizaine de m de calcaires bleus en petits bancs dont certains sont pétris de Bélemnites (arête E.SE de Tête Moute). Les bancs s'épaississent jusqu'à devenir métriques ; ils ont fourni des *Uptonia* gr. *jamesoni* (Carixien inf.), ravin 2500 au Nord de la Montagne de Rachas, et à l'Est du point 2751 au Nord-Est du Diable et *Acanthopleuroceras stabili* ou *valdani* (Carixien moyen), récolté sur l'arête ouest de Tête Moute, au sommet de la formation.

Les calcaires acquièrent ensuite une zonation jaune-ocre bien régulière et certaines dalles sont couvertes d'empreintes d'Inocérames parfois décimétriques ; les interlits calcschisteux prennent une patine brun-chocolat donnant des éboulis très colorés (Montagne de Rachas). Ce niveau zoné a fourni plusieurs exemplaires d'*Acanthopleuroceras* sp. ou *Tropidoceras* (Carixien moyen à supérieur) à Tête Moute ou près de la gare d'arrivée de la télécabine du Diable.

16-8. **Domérien-Toarcien. Marnes.** Des marnes schisteuses gris clair à noires s'altérant en roux et à débits irréguliers, comportant de rares bancs de calcaires roux, terminent la série sédimentaire à la Montagne de Rachas et à Serre Palas. Des fossiles du Domérien ont été trouvés un peu au Nord de la feuille sur le plateau de la Belle Etoile : *Amaltheus stokesi* Sow, *Protogrammoceras* sp. (Domérien inférieur) et *Amaltheus margaritatus* Montf. (Domérien supérieur) (feuille la Grave).

### Série de l'Alpe du Villar d'Arène

La série décrite est celle de la base du versant est des Pics de Chamoissière entre les chalets de l'Alpe du Villar d'Arène et le col d'Arsine.

11-2. **Hettangien. Calcaires.** Un niveau ferrugineux de rubéfaction brun ou rouge sépare le sommet des schistes noirs bréchoïdes attribués au Keuper-Rhétien de calcaires massifs gris clair à blancs d'aspect marmoréen que l'on attribue à l'Hettangien (4 à 5 m).

13-4. **Sinémurien. Calcaires.** Des calcaires gris à Bélemnites et grands Lamelli-branches (*Plagiostoma* sp.) passent à des calcaires gris spathiques à Bélemnites, Pentacrines et Ammonites : *Arietites* cf. *bisulcatus* Brug, *Arnioceras* sp., *Arietites* ou *Coroniceras* sp. juv. indiquant la zone à Bucklandi ou la base de la zone à *Semicostatum* du Sinémurien, puis *Euagassiceras* sp. juv. du gr. de *sauzeanum* d'Orb. ou d'*E. subtaurus* Reynes, *Arnioceras* sp. ou jeune *Arietites* ?, *Arnioceras cuneiforme* Hyatt, *Paracorniceras planaries* Reynes de la zone à *Semicostatum*, ainsi que *Coroniceras multicosatum* Sow. La formation ne dépasse pas une vingtaine de mètres et au sommet de ces calcaires, la présence de *Platypleuroceras* sp., voisin de *P. brevispina* Sow indique déjà le Carixien inférieur (base de la zone à Jamesoni).

15. **Carixien. Calcaires.** Au-dessus apparaissent 30 à 40 m de calcaires bleus en gros bancs avec des lits gréseux prenant une patine ocre ou orangé-rouge ; les Bélemnites sont de grandes tailles et très abondantes ; les Ammonites sont trop usées (grandes *Lytoceras*) pour être déterminables mais ce faciès rappelle le Carixien du Nord du Pelvoux.

l6-9. **Domérien—Aalénien. Schistes argileux.** Des calcschistes argileux noirs à éclats gras et cassure ovoïdale ont livré dans la partie haute un *Phylloceras* et un *Graphoceras* (*Ludwigella*) gr. *cornu* de l'Aalénien (base de la zone à Concaum), 50 m environ.

j1. **Bajocien. Calcaires.** Des calcschistes marneux gris cendré, très tendre, râpeux au toucher, à nodules limoniteux représenteraient le sommet de l'Aalénien ou la base du Bajocien ; ils acquièrent peu à peu des bancs calcaires gris-jaune d'abord minces et schisteux à nodules limoniteux (20 m environ). On passe ainsi à des calcaires gris ou noirs en bancs de 30 cm intercalés de marnes dures grises ou jaunes. On y a trouvé des traces de *Cancellophycus* et des Ammonites du Bajocien inférieur : *Otoites* gr. *sauzei* d'Orb., *Emileia* gr. *polyschides* Waagen (zone à Sauzei), *Witchellia* sp., *Witchellia corrugata* Sow. et *W. laeviuscula* ? Sow. (trentaine de mètres).

Une dizaine de mètres de calcaires plus schisteux, gris ou jaunâtres ont fourni : *Teloceras* sp., *Stephanoceras* sp., indiquant le Bajocien moyen, zone à *Humphriesianum*.

L'ensemble supérieur (40 m environ) est constitué de calcaires en bancs décimétriques ou parfois métriques gris à surface jaunâtre-ocreuse et minces niveaux schisteux. Les Ammonites sont abondantes : *Stephanoceras* sp. voisin de *St. bigoti* var. *paucicostata* Fallet et Blanchet et plus haut, *Parkinsonia* cf. *parkinsoni* Sow., *Leptosphinctes* sp. et surtout *Parkinsonia dorsetensi* Wright (appelée autrefois *P. neuffensis*), d'âge bajocien supérieur (zone à Parkinsoni).

j2-6. **Bathonien-Oxfordien. Schistes argileux.** La série sédimentaire se termine par des calcschistes sombres, satinés, puis des schistes noirs très argileux à rares petits nodules noirs, à Bélemnites canaliculées. Posidonies, débris d'Ammonites. L'ensemble est rapporté au Bathonien-Oxfordien (un *Macrocephalites* du Callovien a été découvert un peu au Nord près du Rif de la Planche).

Vers le Nord, au niveau des Chalets de l'Alpe, l'ensemble de la série s'aminuit ; le Lias calcaire (calcaire bleu à Bélemnites) ne dépasse pas une quinzaine de mètres et le Lias schisteux 4 m, le Dogger conserve deux barres calcaires (*Parkinsonia* a été trouvé dans la 2<sup>e</sup> barre). Au point où le sentier des Chalets traverse le Rif de la Planche, le Bajocien ravine directement le Lias calcaire et se présente en grande partie sous forme de calcaires noduleux ocreux couronné par un *hard ground* ferrugineux (5 m) ; les calcaires noduleux ont livré *Garrantiana* ou *Parkinsonia* ainsi que *Nannolytoceras* sp. du Bajocien supérieur et de nombreux *Phylloceras*.

## Série Dôme du Monétier, Têtes de Sainte-Marguerite

### • Dôme du Monétier, Crête des Grangettes

La série Lias-Dogger est très réduite, seul le Callovo-oxfordien est épais.

lj. **Lias—Dogger. Grès et calcaires gréseux.** Les calcaires moirés noirs (glacier de Séguret-Foran) où les schistes dolomitiques (Crête des Grangettes, versant nord) du sommet du Trias sont ravinés par des microbrèches ou des grès quartzeux rosés puis blancs à grains de quartz millimétriques passant à des calcaires gréseux clairs parfois à silex puis à des calcaires marmoréens gris ; les grès et calcaires gréseux peuvent aussi être noirs (rive gauche du glacier de

Séguret-Foran). Ils contiennent des Bélemnites, des articles de Crinoïdes, des Lamellibranches et des Polypiers ; la pyrite en cubes isolés ou en nodules décimétriques est également fréquente, elle peut conférer à la roche une patine rouille uniforme (base du versant sud de la Crête des Grangettes).

Cette formation calcaréo-gréseuse a une épaisseur variant de quelques mètres à une trentaine de mètres ; elle est parfois surmontée de quelques mètres de plaquettes calcaires bleues.

j2-6. **Bathonien—Oxfordien. Schistes argileux.** Au-dessus, viennent des schistes sombres calcaréo-argileux, à éclats gras, huileux, finement zonés de bandes brunâtres, leur débit est en plaquette à surface ovoïdale ou en baguettes prismatiques, la cassure est noire, finement micacée ; on y relève encore des nodules de pyrite ou des concrétions limoniteuses jaunes. Des Ammonites : *Reineckeia* (vallon du Grand Tabuc), *Sowerbyceras tortisulcatum* d'Orb. (base de la Crête des Grangettes sous le point 2844 et rive gauche glacier Séguret-Foran), du Callovien, permettent de rapporter ces schistes à un ensemble bathonien—oxfordien (j2-6). La série sous-jacente serait donc à rattacher à un épisode détritique du Lias—Dogger.

#### • *Têtes de Sainte-Marguerite*

Au-dessus des spilites terminant ici le Trias, apparaissent des calcaires fins bleus en dalles (l3-5) où s'intercale une barre (3 à 4 m) de calcaires massifs gréseux, spathiques ou microbréchiques parfois à silex et croûte siliceuse (l). Ces calcaires possèdent des Bélemnites mais aussi des Ariétitidés : *Arnioceras* sp. de la zone à *Semicostatum* du Sinémurien (les Prés les Fonts) et de jeunes *Arietites*.

Au-dessus vient un ensemble de quelques dizaines de mètres de calcaires gréseux, gris ou brunâtres en plaquettes ou en bancs, intercalés de schistes, dont l'âge peut aller du sommet du Lias moyen au Bajocien (l6-j1) car il est suivi des schistes argileux datés du Bathonien-Oxfordien.

### Série Ailefroide-Valgaudemar

#### « Synclinal » d'Ailefroide

l1-5. **Hettangien—Carixien. Calcaires.** Au Lias calcaire on rapporte des bancs de calcaires fins bleus ou jaunes, décimétriques, à Bélemnites où aucune datation précise n'a été possible. La base de la série peut être représentée par des bancs de calcaires marneux à silex ou zones siliceuses (Nord du torrent d'Ailefroide), ou bien des arkoses, ravinant les dolomies triasiques et suivies de quartzites blancs (3 m) et de calcaires marmoréens clairs (3 m) (Sud-Est du torrent d'Ailefroide).

l6-9. **Domérien—Aalénien. Schistes.** Le Lias schisteux est réduit à des schistes noirs peu épais à rares Bélemnites où se développe irrégulièrement une barre de conglomérats (épais de 4 à 5 m au plus) à éléments calcaires et cristallins et ciment gréseux passant latéralement à des grès conglomératiques en bancs de quelques décimètres (l6-9) ; les conglomérats existent seulement au Nord du torrent d'Ailefroide.

j1-2. **Dogger. Calcaires.** Cet épisode détritique est suivi d'un ensemble de calcaires un peu gréseux, plaquetés ou en dalle à patine ocreuse que l'on a rattaché, sans preuve paléontologique, au Dogger.

16-j6. **Domérien—Oxfordien. Schistes.** Au Sud du torrent d'Ailefroide, une partie de la série est plus schisteuse ; on y relève un banc de grès quartzitique. Il a été difficile de lui attribuer un âge précis ; elle pourrait monter jusque dans l'Oxfordien. A l'Alpe de Claphouse, à la Collette de Rascrouzet, à Entre-les-Aigues et à la Crête de Malamort, on ne retrouve plus que des calcschistes gris ou brunâtres à rares bancs calcaires et à petits nodules limoniteux.

### **Rif du Sap (Valgaudemar)**

Au-dessus des spilites, 50 à 60 m de calcaires bleus fins à Bélemnites en bancs de 30 à 60 cm, représentent le Lias calcaire ; ils passent à une vingtaine de mètres de plaquettes calcarénitiques brunes et de schistes suivis d'un niveau gréseux se présentant sous forme de *bancs de grès grossiers plus ou moins massifs* (une dizaine de mètres). La série redevient plus marneuse avec des schistes nervurés bruns ou roux à rares bancs calcaires patinés de roux, faciès caractéristique du Domérien (daté au Nord du Pelvoux) puis des marnes brunes sans bancs calcaires comprenant sans doute le Toarcien et l'Aalénien. Le niveau gréseux peut être rapporté au Domérien inférieur.

### **Priabonien**

Les terrains nummulitiques, transgressifs en général sur le cristallin, n'apparaissent qu'à l'angle sud-est de la feuille (massif de la Blanche et de la Rouya, crête de Reycharde) et à l'extrême bord nord-est (vallon du Petit Tabuc) ; ils se développent au Sud sur la feuille Orcières et au Nord sur la feuille la Grave. Ils sont constitués de trois termes, de bas en haut : calcaires souvent conglomératiques, schistes noirs, grès, appelés communément *trilogie priabonienne* depuis L. Moret.

eC, eC<sub>g</sub>. **Flysch calcaire, conglomérats de base.** La série débute par des calcaires à Nummulites bleu sombre à patine claire, plus massifs à la base. Ils reposent directement sur le socle à la crête de la Blanche et à la Rouya puis à l'Est deviennent conglomératiques avec des galets cristallins parfois anguleux à ciment grésosiliceux ; les galets calcaires sont rares. Les petites Nummulites sont très abondantes : *N. striatus*, *N. incrassatus*, ainsi que les *Orthophragmines*. A l'Est de la Rouya, un gîte fossilifère a fourni (P. Gidon, 1953) : *Serpula spirulaea* Lunk, *Turitella gradataeformis* Von Schauroth, *Chlamys* sp., *Spondylus* sp., *Arca* cf. *brongniarti*, *Ostrea gigantea* et surtout *Crassatella chaillolensis*.

eS. **Flysch schisteux.** Le flysch schisteux est représenté par des marnes bleues à patine brunâtre et des schistes noirs luisants (*Globigérines*).

eG. **Flysch gréseux.** Le flysch gréseux ou *Grès du Champsaur* forme l'essentiel du Nummulitique au Sud du torrent d'Entre-les-Aigues : bancs de grès souvent granoclassés à débris volcaniques et parfois galets de schistes, alternant avec de minces passées de pélites noires.

Au Sud du massif du Sirac, près du lac de Cédéra (feuille Orcières) dans la partie inférieure des grès, deux niveaux de calcaires noirs à patine claire, d'une dizaine de mètres d'épaisseur, à débris de *Lithothamnium* ont fourni des Miliolids, Globorotalidés, Globigérinidés et des Orthophragmines.

### ZONE SUBBRIANÇONNAISE

Les zones internes des Alpes sont représentées sur le bord sud-est de la feuille par une infime partie de la zone subbriançonnaise.

**tD. Trias. Dolomies, cargneules.** A la base de l'unité subbriançonnaise existent quelques lambeaux d'écaillés de dolomie claire, parfois bréchiques ou de cargneule.

**l, jm. Lias ? Dogger. Calcaires.** La majeure partie des affleurements consiste en calcaires gris clair assez compacts mais à débit en plaquettes : ce sont des calcaires zoogènes, souvent oolithiques (50 à 60 m) appelés *calcaires de Vallouise* et attribués au Dogger (*jm*) par la présence à la base, dans un niveau de calcschistes, de calcaires à Polypiers : *Cladophyllia radiata* Koby du Bajocien supérieur—Bathonien.

Les *calcaires de Vallouise* sont précédés de calcaires bien stratifiés, noirs, à patine roussâtre, à entroques et parfois microbrèches ; à la base, ils sont plus schisteux, pisolithiques ou lumachelliques. Cet ensemble, peu épais, est rapporté au Lias (l) mais peut aussi appartenir au Dogger.

**jo. Callovo-oxfordien. Calcschistes et schistes.** On rattache au Callovo-oxfordien des calcschistes gris à empreintes de *Cancellophycus* et des schistes noirs très argileux où on peut relever des passées de microbrèches brunes à éclats dolomitiques.

**eF. Flysch.** Entre les *Grès du Champsaur* et la base du Subbriançonnais existent des affleurements discontinus d'une série schisteuse : alternance de schistes à lentilles de brèches et microbrèches et de petits bancs de grès brunâtres rapportée au *flysch noir* subbriançonnais.

### QUATERNAIRE

**U. Tufs calcaires.** Les tufs calcaires sont peu développés.

**Fz. Alluvions modernes.** Les alluvions torrentielles récentes et actuelles n'occupent guère de place au fond des vallées du Vénéon, du Valgaudemar et d'Ailefroide, car les cônes d'éboulis ou d'avalanches envahissent tout l'espace libre au pied des hautes parois cristallines ; on a aussi groupé sous cette notation les plaines de lavage glaciaire (« sandurs ») dues à la reprise et à l'étalement des matériaux morainiques les plus récents (Pré de Madame Carle).

**Ez, Ey, EJ. Éboulis, cônes d'éboulis.** Les éboulis, cônes d'éboulis, cônes de ruissellement ou d'avalanche (EJ) sont, avec les moraines récentes, les formations quaternaires les plus développées sur cette feuille, étant donné le relief escarpé et l'altitude générale forte, favorisant les alternances de gel et de dégel (gélifraction) ; ils n'atteignent cependant jamais une taille considérable. La plupart sont actifs et dépourvus de végétation ; on y a distingué des éboulis (Ey) plus anciens et inactifs où la végétation a pu se développer.

**EB. Éboulis à gros blocs.** Les éboulements rocheux les plus remarquables sont ceux du Grand Clapier à Bourg d'Arud et du Riéou Blanc au Nord d'Ailefroide. Le premier, situé à l'aval du Plan du Lac, provient de la face nord du Cloutet et a provoqué la formation d'un lac de barrage long de deux km ; le

second, issu du versant sud du Pic de Dormillouse, recouvre des dépôts morainiques. Actuellement, il n'est pas rare que des écroulements viennent modifier l'aspect des arêtes et des parois rocheuses ; ainsi, au clocher des Écrins, sur le glacier de Bonne Pierre en 1933, la brèche Zigmondy à la Meije sur le glacier des Étançons en 1964 ou à la face sud de la Meije orientale en 1969.

**EC. Coulées de matériel éboulé.** Le matériel éboulé peut donner lieu à des glissements (vallée des Bans).

**EG. Glaciers pierreux.** On regroupe sous la notation EG les moraines de névé ou pseudomoraines alimentées par des éboulis en pied de névé et les glaciers pierreux (rock-glacier) qui sont une reprise, par glissement, de matériel éboulé sous l'effet de la gravité ou de la présence de loupes de glace ancienne ou néoformée, tout en conservant des formes très caractéristiques : multiplicité de bourrelets continus et arqués et front non entaillé par les eaux de fonte.

**Jz, Jy. Cônes de déjection torrentielle.** Les cônes de déjection ont une pente moins forte que les cônes d'éboulis. Ils sont en général occupés par un torrent permanent et se raccordent progressivement aux plaines d'alluvions ; on les trouve au débouché de chaque vallée affluente ; l'âge indiqué est relatif.

**Gz, Gy, Gw. Formations glaciaires.** Les moraines historiques (Gz), les plus récentes datent du *petit âge glaciaire* de 1830-1860 qui a vu une avancée de plusieurs centaines de m par rapport aux positions actuelles et l'édification de moraines encore très fraîches : moraine du Casset, glacier Noir, Sélé, Arsine, Plate des Agneaux, la Selle, Chardon ou du Sélé déposés par des glaciers de vallées ; toutes les autres moraines sont dues à des glaciers de cirque (l'Alpe du Pin, par exemple).

La notation Gy indique les moraines antérieures à 150 ans, pouvant correspondre à l'avancée glaciaire des 16<sup>e</sup>-17<sup>e</sup> siècles. C'est le cas de la moraine de Frontfroide, en grande partie recouverte par les éboulis provenant du Pic de Dormillouse. Cette notation peut aussi se rapporter à des dépôts tardiwurmien. La notation Gw correspond à des glaciations plus anciennes appartenant au cycle wurmien : vallée d'Ailefroide, du Villard à Vallouise ; la moraine du plateau des Deux-Alpes à 1 650 m d'altitude pourrait être plus ancienne (Riss ?) ; elle est due à la transfluence Vénéon—Romanche par un lobe diffus du glacier du Vénéon.

## GÉOLOGIE STRUCTURALE

(Voir le schéma structural à 1/250 000 et les coupes interprétatives).

### TECTONIQUE ANTÉRIEURE A LA MISE EN PLACE DES GRANITES HERCINIENS

Ainsi que nous l'avons souligné, l'organisation géométrique générale des structures anciennes est mal connue. Mais de très nombreux affleurements montrent dans le détail des traces de plissements superposés et leurs relations avec le métamorphisme et la migmatisation (plis synfoliaux apparaissant bien souvent comme des plis de phase 2 — ou plus — mais antérieurs à la mobilisa-

tion principale) ; à ce titre, on peut tout particulièrement recommander l'observation de polis glaciaires qui dominent le refuge de la Pilatte, ou ceux du cirque du Pigeonnier.

Si l'on ne peut mettre en évidence de manière claire des plis de grande ampleur anté- ou syn-foliation métamorphique, l'étude de l'attitude de la foliation montre des plis pluri-hectométriques, voire pluri-kilométriques, post-foliaux, orientés nord-sud à NW—SE, recoupés par les contacts des granites hercyniens. On peut attribuer à ces plis la disposition en lanières sub-méridiennes des grosses masses amphiboliques (vallon de la Selle, Lavey, Pics du Says, Ailefroide occidentale...), qui appartiendraient à un même ensemble (« couverture » des gneiss et migmatites à prédominance acide sous-jacents) replissées en anti-formes assez ouvertes (fond de la Lavey, par exemple) et synformes serrées (Ailefroide).

A côté des structures plissées, les principaux témoins de la structuration ancienne du massif sont des blastomylonites méso- à catazonales, antérieures à la migmatisation. De la rive droite de la vallée des Bans au Nord du refuge de la Pilatte, elles dessinent un linéament rectiligne orienté N 140° E, épais d'environ 1 km, où les faciès mylonitiques, bien que souvent intensément plissés dans le détail (région de Peyre Arguet) et recoupés par les mobilisats granitiques, peuvent être encore bien reconnaissables sur le terrain (contreforts du Gioberney ou rive droite de la langue terminale du glacier de la Pilatte).

Mais le plus souvent, il ne s'agit que de reliques mal préservées dans des gneiss à microstructure banale (par exemple versant nord-est de la Grande Aiguille de la Bérarde, où il s'agit d'un possible jalon septentrional du linéament de la Pilatte). Ces reliques sont abondantes dans les gneiss de la région de Saint-Christophe ; mais ici la mylonitisation alpine est aussi très intense, ce qui peut rendre difficile l'attribution de ces tectonites à un cycle ancien plutôt qu'à la déformation alpine.

#### TECTONIQUE POST-GRANITES HERCINIENS (TECTONIQUE ALPINE)

Il est très difficile de faire la part dans la structuration postérieure aux granites de ce qui peut se rattacher à la déformation tardi-hercynienne. Mais il est certain que la tectonique en compression alpine a été en partie contrôlée par un découpage précoce du socle métamorphique et granitique.

En particulier, dès le Trias et le Jurassique inférieur, il existe une tectonique précoce en distension, qui se marque par la mise en place probable à cette époque d'une partie des filons basiques (filons spilitiques), et surtout par les caractères sédimentologiques du Mésozoïque :

— *existence de failles en distension* syn-sédimentaires, sur le plateau des Deux-Alpes, dans le synclinal de Venosc, dans le vallon de Lanchâtra ; il est possible que les cipolins rouges du Pelvoux ou des Bans soient des filons clastiques formés à cette époque ;

— *existence d'olistolithes*, de paquets glissés, de brèches, dans la zone de Venosc - Lanchâtra et au Sud-Ouest du col d'Arsine ;

— *séries réduites du Lias*, dans la région de la Muzelle (feuille la Mure) et de Lanchâtra, des Deux-Alpes (Tête Moute), du col d'Arsine, des Têtes de Sainte-Marguerite et de l'Eychauda.

Après le Jurassique (derniers dépôts mésozoïques datés du Malm, lac de l'Eychauda et Tête de Sainte-Marguerite, col d'Arsine, plan de l'Alpe), le massif est soumis à une intense tectonique en compression, qui le découpe en plusieurs domaines superposés.

L'essentiel de la feuille Saint-Christophe est occupé par un domaine central, relativement monolithique, dont l'ossature est constituée par les granites des Étages et de la Béarde. Ce domaine est limité sur ses bordures occidentales par l'important chevauchement Meije—Olan, qui, jalonné de mylonites et parfois de lambeaux sédimentaires pincés, se suit à travers tout le massif : versant nord de la Meije (feuille la Grave), col de la Lauze (où il est décalé par une faille méridienne), versant nord de la crête du Soreiller et du Plat de la Selle (où il dessine une vire bien visible dans le paysage, occupée au niveau du Plat de la Selle par du sédimentaire) ; plus à l'Ouest, après un décalage dû à la fracture N 70° E qui occupe le ravin de Combe Blanche (Ouest de la Tête du Graou), il est relayé au niveau de Champhorent par les failles méridiennes à fort pendage est auxquelles sont dues les épaisses mylonites schisteuses qui dominent la route D 530 en amont de Saint-Christophe ; il se poursuit ensuite vers le Sud en rive droite du vallon de la Mariande, puis, après décalage par une faille N 135° E sénestre, en rive gauche du vallon de la Lavey jusqu'à la pointe Maximin ; il passe alors au pied de la face nord de l'Olan (où il est jalonné par une écaille de granite du Bourg) ; enfin, après avoir limité au Nord-Est le granite du Bourg, il rejoint au niveau du Rif du Sap, en Valgaudemar, le « *synclinal* » de Morges (feuilles Orcières), au travers duquel (?) il se prolonge jusqu'au Sud du Sirac.

Par le biais de ce contact majeur, ce domaine central se superpose à un domaine occidental, découpé lui-même en plusieurs blocs par l'accident décrochant dextre Bourg d'Arud—col de la Muzelle (*synclinal de la Muzelle*, feuille la Mure) et par les chevauchements qui relayent vers l'Ouest le chevauchement de la Meije : chevauchement de Lanchâtra (orienté N 90° E, penté environ 40° S, amenant le granite de Turbat-Lauranoure sur le sédimentaire par l'intermédiaire d'une écaille de gneiss), chevauchements du Valsenestre (feuille la Mure).

Au chevauchement de Lanchâtra sont associés des décrochements N 135° E (minces zones de cisaillement verticales), qui ont un rejeu cartographique sénestre ; l'étude des microstructures des mylonites associées à l'accident Petit Roux—Tête de Lauranoure (accident que l'on peut observer dans d'excellentes conditions juste en amont du verrou du vallon de Lanchâtra) montre que ce mouvement sénestre s'est sans doute superposé à un mouvement dextre antérieur.

A l'Est du massif, on peut définir un domaine oriental, également très écaillé, où se relayent de bas en haut (d'Ouest en Est) :

— *le système de plis-écailles* Crête des Grangettes—Pic du Rif, souligné par de grands plis dans les séries mésozoïques — et de ce fait bien visible dans le paysage, par exemple depuis la vallée de la Guisane —, se suivant du vallon du Grand Tabuc à la vallée de l'Ailefroide ;

— *l'accident chevauchant* d'Ailefroide, jalonné par de nombreux lambeaux triasico-liasiques pincés dans le cristallin. Cet accident qui relaye vers le Nord le chevauchement du Sirac (feuille Orcières) se suit à travers la Crête de Malamort, la Colette du Rascrousset et le « *synclinal* » d'Ailefroide, puis (feuille Briançon) dans la tête de l'Yret. Au Nord du vallon du Grand Tabuc, son tracé est encore mal précisé : il se prolongerait soit par le chevauchement intra-sédimentaire du synclinal d'Arsine, soit au contraire à l'Est du Combeynot, sur la feuille Briançon.

### **Age des chevauchements, directions de raccourcissement**

Certains éléments cartographiques ou microstructuraux (superposition de stries et cannelures de directions différentes sur les plans de cassure, disposi-

tion des linéations d'étirement dans les mylonites, jeux successifs dans des sens éventuellement différents des accidents décrochants) indiquent que la structuration alpine du massif s'est faite selon deux directions de raccourcissement successives presque orthogonales entre elles :

— raccourcissement de direction approximative N.NW—S.SE, avec chevauchements vers le Nord ; par analogie avec les plis est—ouest de la « chaîne arvinche » au Nord du massif, ou du Dévoluy, au Sud-Est, on peut envisager un âge fini-crétacé pour cette première compression. De cet épisode précoce daterait la direction transverse de certains chevauchements (Lanchâtra) ou partie de chevauchements (Meije, Plat de la Selle), et une première reprise en décrochement des paléoaccidents méridiens (région de Saint-Christophe et du glacier Blanc) ;

— raccourcissement de direction est—ouest à NE—SW, avec rejeux selon une direction transverse des surfaces de chevauchement initialement formées, basculement d'anciennes failles méridiennes verticales (Champhorent), et apparition ou accentuation des écaillages vers l'Ouest.

Cette tectonique en compression est-ouest, que l'on peut associer à la mise en place finale des nappes alpines à la bordure est du massif, serait post-écène.

Après formation de ces chevauchements, le massif a acquis son altitude actuelle du Miocène à aujourd'hui par des mouvements essentiellement verticaux, accompagnés d'une légère distension est—ouest. Se forment alors d'innombrables failles verticales, souvent tapissées de minéralisations (*fentes alpines*). Elles sont le plus souvent méridiennes à NW—SE, à l'exception de deux longues failles est—ouest : faille du Rouget—col de la Casse Déserte, et faille Pointe du vallon des Étages—col du Chéret—col de Coste Rouge—brèche de la Momie.

Ces failles tardives, qui peuvent avoir un maillage très serré et se suivre sur de longues distances, ont une grande importance morphologique ; il est peu de cols, peu de ravins ou couloirs d'avalanches, peu de vires qui n'empruntent ces cassures, qui contribuent largement à la réputation de « rocher pourri » qu'a parfois le massif auprès des alpinistes. Néanmoins leur rejeu reste le plus souvent très faible, souvent inférieur à quelques mètres.

## RESSOURCES DU SOUS-SOL

### HYDROGÉOLOGIE

(J.-C. Fourneaux)

Pour l'ensemble de la zone couverte par la feuille Saint-Christophe, l'hydrogéologie est liée à trois caractéristiques principales de ce secteur :

- présence de glaciers couvrant plus de 15 % de la surface totale de la feuille ;
- existence d'une fracturation importante affectant l'ensemble des formations cristallines et cristallophylliennes ;
- creusement récent de vallées profondes entraînant la mise en place de masses considérables d'éboulis sur les versants et la présence d'alluvions dans le fond des vallées avec des surépaisseurs dans les ombilics et en amont des barrages naturels.

Les principales ressources en eau et les sources les plus importantes sont liées à la présence des glaciers. C'est le cas de la source de la Romanche qui

émerge au pied du glacier de la Plate des Agneaux et de la source du Vénéon au pied du glacier de la Pilatte. Dans certains cas, la source ne se trouve pas au pied même du glacier, mais à la base de la moraine frontale (source du ruisseau du Vallon en rive gauche du Vénéon).

On peut citer aussi les sources du Chalet d'Arsine, dans la haute vallée du Petit Tabuc, qui emmènent vers la Guisane des eaux du bassin de la Romanche. Ces sources émergent à la base des moraines du glacier d'Arsine.

Les sources liées à la fracturation sont nombreuses, mais souvent mal connues. Elles peuvent émerger au sein d'éboulis. C'est le cas des sources du lac de l'Étoile, en rive droite du Rif de la Planche, des sources du lac de la Douche, en rive droite du Petit Tabuc, des Fontaines Bénites, en rive droite du Vénéon, juste en aval de Saint-Christophe, etc...

Il existe de nombreuses sources en relation avec le substratum fissuré et la couverture d'éboulis. On en trouve par exemple tout autour du cirque où coule le torrent du Villard, au Nord de Villar-Loubière, en rive droite de la vallée de la Séveraisse.

Dans toutes les vallées importantes, il existe des accumulations importantes d'alluvions, soit dans les ombilics, soit derrière des barrages créés par des écroulements. Les plus connus de ces plans ainsi créés sont : le Pré de Madame Carle, en amont d'Ailefroide, et le Plan du Lac entre Bourg d'Arud et Saint-Christophe. L'épaisseur des alluvions y dépasse 30 m et il y a là une véritable nappe qui s'écoule au travers des éléments constitutifs du barrage, alors qu'elle donne naissance à des sources au Pont du Ban, en aval du Pré de Madame Carle.

On trouve aussi une accumulation importante d'alluvions au droit de Villar-Loubière, dans la vallée de la Séveraisse jusqu'au Casset, en amont de la Chapelle en Valgaudemar.

Dans la vallée de la Bonne, les sources des gorges des Gors sont en relation avec un verrou masqué sous les éboulis et le remplissage alluvial.

D'une manière générale, les ressources en eau sont importantes, mais mal connues. L'absence de demande, en raison de la très faible densité de la population et de l'inexistence d'industrie, ne justifie par la réalisation d'études. Seuls les sites ou les zones susceptibles de faire l'objet d'aménagement hydro-électrique ont été étudiés.

#### GÎTES MINÉRAUX

(P.-A. Poulain et J. Vernet)

D'assez nombreux gîtes minéraux ont été reconnus dans le périmètre de la feuille.

#### **Molybdène**

Il vient en tête par l'importance de ses occurrences. La découverte de la molybdénite par M. Platon est décrite par Fournet en 1866 au versant nord de la Meije (feuille la Grave). Par la suite, C. Allier en 1887 signale son existence dans la région du Clot des Cavales. Ce n'est qu'à partir des années 1960 que J. Vernet signale la présence de molybdénite sur les blocs de moraine de divers bassins glaciaires et un discret indice en place rive gauche du glacier Noir.

La minéralisation se dissémine dans un espace allongé nord-sud, dessinant grossièrement un croissant convexe vers l'Ouest, situé à cheval sur la ligne de

partage des eaux, entre le bassin du Vénéon à l'Ouest et ceux du Gyr et de la haute Romanche. Elle s'étend ainsi entièrement sur le territoire de la feuille, à l'exception de sa lisière nord qui, depuis le versant nord du Combeynot (indice en place), par le bassin du glacier de l'Homme, jusqu'au versant nord de la Meijette et au glacier des Enfetchores (versant nord de la Meije), est incluse dans la feuille la Grave.

Elle consiste en molybdénite, parfois accompagnée de son produit d'oxydation : la molybdite. Elle forme des petites concentrations locales, millimétriques à pluricentimétriques, disséminées, éventuellement rassemblées en essaims peu denses, associées ou non à du quartz filonien et généralement localisées dans des fissures visibles. Elle est localisée près du contact granite/gneiss, soit dans le granite, soit dans le gneiss. Elle apparaît ainsi liée à un phénomène de bordure lors de la mise en place du granite. Elle est la plus apparente dans le granite, quelle que soit la taille du grain de celui-ci.

Les indices reconnus en place sur le territoire de la feuille sont :

- le petit indice de la rive gauche du glacier Noir (base de la Tête Noire) qui semble d'ailleurs avoir été enseveli par un petit éboulement ;
- celui du Clos l'Ouréou (niveau tout à fait sommital du granite, base sud du Pelvoux) ;
- la concentration — de loin la principale — du col du Flambeau, versants nord et ouest du Flambeau des Écrins (panneau granitique de dimension plurihéctométrique visible entre 2 900 m d'altitude, au pied des parois, et 3 300 m) ;
- l'indice du sommet de la pointe du Rouget (3 419 m), dans les gneiss ;
- enfin, l'indice reconnu dans la paroi gneissique sud-est du contrefort sud-ouest de la Tête sud de la Somme, crête du Peronnet.

De la molybdénite du Flambeau proviennent les blocs de granite minéralisé de la moraine superficielle rive gauche du glacier de Bonne Pierre, de celle du glacier de la Véra Pervoz et de leurs formations de remaniement torrentiel. Celle du contrefort de la Tête de la Somme, dans les gneiss et aussi dans le granite, a alimenté les éboulis minéralisés sous-jacents. Les éboulis à la base du ravin du Soureillan indiquent la poursuite vers l'Est de la minéralisation de Clos l'Ouréou.

Tout un ensemble d'indices consistant en blocs de moraine ou d'éboulis trahit des gîtes en place, plus ou moins lointains, largement disséminés. On citera, dans l'ordre de leur découverte :

- celui de la moraine de gneiss (rive droite du glacier de Bonne Pierre) ;
- les indices (gneiss rive gauche, granite rive droite) du glacier de la Plate des Agneaux ;
- ceux du vallon de la Pilatte des Écrins (granite), (provenance du contrefort du Pic Coolidge rive gauche et Pointe de Balme Rousse rive droite) ;
- celui du bas versant des Pichettes (granite) ;
- ceux du Clot de la Somme (gneiss et granite), qui proviennent en partie de l'éperon sud-ouest de la Tête sud de la Somme ;
- enfin, l'indice morainique de gneiss du versant ouest du col du Plaret.

## **Tungstène**

Le tungstène a été trouvé associé au molybdène, sous forme de scheelite, à la Tête du Rouget.

La classique association des sulfures de *cuivre*, *plomb* et *zinc* type BPGC, en proportions diverses, contenus dans une gangue filonienne généralement quartzeuse ou quartzo-barytique, éventuellement quartzo-calcitique, est représentée

dans le socle cristallin par des occurrences disséminées de faible extension, visibles à tous les niveaux de la surface d'érosion dans la roche en place, ou simplement en blocs de moraine, éboulis et transport torrentiel. Cependant, c'est au proche voisinage du contact cristallin-Trias, soit dans le socle, soit dans le Trias, éventuellement dans les spilites du sommet du Trias, que se situe la zone principale de concentrations minérales de ce type, et elle fournit ses propres projections détritiques. A noter que le filon, surtout barytique, reposant sur le granite rive gauche du torrent de la Selle, à la sortie de celui-ci à Entre-les-Aigues, se trouve au voisinage du synclinal de Trias, presque entièrement démantelé par l'érosion, passant à la Collette de Bonvoisin. Les minéralisations du contact cristallin-Trias s'observent d'ailleurs, pour l'essentiel, dans les zones profondes des synclinaux pincés.

*Le cortège BPGC* a fait l'objet de grattages et de très petites exploitation de durée éphémère, au Rif du Sap, sur le filon de la crête de la Chauvetane (ancienne mine : extraction de quelques tonnes de galène argentifère), à l'Alpe du Villar d'Arène (octroi d'une concession en 1836 et installation d'un petit établissement métallurgique, fin d'exploitation en 1850 : volume excavé peu important).

Des cuivres gris ont été notés, à côté de la blende et de la galène, dans le stockwerk barytique du parement gneissique oriental du synclinal pincé du Rif du Sap.

## Fer

*Le fer* est présent sous forme d'oligiste, le plus souvent en remplissage de minces cassures, dans plusieurs secteurs. L'oligiste a parfois été confondu avec la molybdénite (vallon des Etançons).

### SUBSTANCES DIVERSES

(P.-A. Poulain et J. Vernet)

*Le quartz*, sans autre minéral associé, en filons souvent assez puissants dans le socle, se concentre en quelques secteurs, principalement au coin nord-ouest de la feuille, où des géodes ont été exploitées au-dessus de l'Alpe de Venosc. Là, au flanc nord-est de la structure synclinale faillée de la corniche de Rabegtant, un stockwerk quartzeux recèle un puissant filon au contact même du Trias et du cristallin.

Le socle contient des fentes à minéraux, surtout connues dans la partie nord-ouest de la feuille, et plus précisément aux environs de *Saint-Christophe*. C'est dans le vallon du Diable, à l'amont du chalet de la Selle (ruiné), que se trouve le gîte classique d'*axinite* et de *prehnite* de l'Oisans. Ce sont surtout les fentes de gros blocs d'éboulis qui ont été exploitées. De la *calcite* et de l'*asbeste* peuvent masquer les cristallisations caractéristiques. Plus près de Saint-Christophe, dans la région du Puy, ces mêmes minéralisations existent, avec *brookite* en plus.

De l'*asbeste* a été anciennement l'objet de minimes extractions sur les bas contreforts ouest du Pic de la Feste (près du bord est de la feuille).

Des *ardoisières* ont exploité, au-dessus du lieu-dit *la Blache*, rive gauche du torrent d'Entre-les-Aigues et de son affluent du Rif des Estelles, un niveau basal des *Grès du Champsaur*. Elles sont également abandonnées.

A Venosc (la Ponsonnière, les Poyas), les schistes de l'Aalénien fournissaient des ardoises de bonne qualité, car à faible pourcentage de calcaire ; on y confectionnait aussi des ardoises pour écrire ; les exploitations étaient souterraines.

GISEMENTS ET INDICES MINÉRALISÉS

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
cros du Routier	1-4001	Pb Zn	Galène blende quartz	filon	Gneiss cataclasite	Travaux souterrains. Ancienne exploitation
vallon de la Selle	1-4002	Pb Zn	Galène blende quartz	éboulis		Indice, blocs dans le torrent
Tête du Rouget	2-4001	Mo W	Molybdénite scheelite	disséminé	Pegmatite gneiss	Affleurement. Indice.
versant Ouest du col du Plaret	2-4004	Mo	Molybdénite	éboulis	Granite	Indice, blocs en éboulis et moraines
ravin de la Ruine	3-4001	Mo	Molybdénite quartz	éboulis	Granite	Indice. Cône torrentiel. Mouches de molybdénite (provient de 3-4007)
glacier Noir	3-4002	Mo	Molybdénite	disséminé	Granite	Affleurement. Mouches de molybdénite (disparu par éboulement)
tête sud de la Somme, crête du Péronnet	3-4004	Mo	Molybdénite	disséminé filonnet éboulis	Granite gneiss	Indice. Filonnet de molybdénite dans les gneiss. Pierres volantes en moraine ou éboulis
l'Alpe du Villar d'Arène	3-4005	Pb Cu	Galène pyrite cérusite chalcoppyrite tétrahédrite blende malachite	stockwerk	Granite cataclasite	Travaux souterrains. Carrière ancienne exploitation. On aurait extrait entre 1834 et 1839 710 kg de cuivre et 86 kg d'argent
glacier de Bonne Pierre	3-4006	Mo	Molybdénite Molybdite prehnite	éboulis	Gneiss granite	Indice. Blocs en moraine (en rapport avec 3-4011)
col du Flambeau	3-4007	Mo	Molybdénite	éboulis disséminé	Granite	Indice. Molybdénite disséminée dans granite en place et blocs morainiques.
glacier de la Plate des Agneaux	3-4008	Mo	Molybdénite	éboulis disséminé	Granite	Indice. Mouches de molybdénite. Blocs de moraines sur le glacier.
vallon du Clot des Cavales	3-4009	Mo	Molybdénite	éboulis	Gneiss	Indice. Mouches de molybdénite dans éboulis et moraines.
torrent de la Bonne Pierre	3-4011	Mo	Molybdénite	éboulis	Granite	Indice. Cône torrentiel

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
arête sud de la Grande Sagne	3-4014	Cu	Malachite quartz	filon	Granite gneiss	Indice.
Chamoissière	4-4001	Cu Fe	Limonite, pyrite, oligiste, chalcopryrite, malachite	stratiforme	Calcaire dolomie gneiss (Trias)	Indice.
torrent du Petit Tabuc	4-4002	Ba Pb Cu	Barytine galène chalcopryrite	éboulis	Granite calcaire	Indice. Mouches de galène et chalcopryrite, placages de barytine. Éboulis sur moraine.
champ Vieux grand Tabuc	4-4003	Pb Cu	Galène, pyrite, chalcopryrite, cuivre gris, malachite	éboulis	Granite calcaire	Indice. Éboulis, moraine.
les Moures rouges	5-4001	Pb	Galène	éboulis	Granite gneiss	Indice. Galène massive dans quartz
les Ouergues	5-4002	Cu	Chalcopryrite malachite quartz	filon (éboulis)	Spilite au contact du granite	Indice. Affleurement. Quartz minéralisé.
Orgières	5-4003	Cu	Chalcopryrite quartz	éboulis	Granite gneiss	Indice. Blocs en éboulis.
les Peines	5-4005	Cu	Chalcopryrite malachite quartz	filon	Socle cristallin	Affleurement de quartz. Faille.
Rif du Sap	6-4001	Ba Pb Cu Ag	Galène pyrite chalcopryrite pearceite blende barytine	filon N 100° E stockwerk amas	Gneiss amphibolite cataclasite	Ancienne exploitation. Une galerie de 27 m. Production très faible.
le Perier	6-4002	Ba Pb	Barytine galène	champ filonien	Gneiss	Indice.
la Lavine	6-4003	Pb Cu	Galène chalcopryrite	filon	Calcaire spilite	Indice.
la Farsaille	6-4004	Pb	Galène	filon N 135° E	Cargneule grès (Trias)	Apophyse de Rif au Sap. 2 filons.
torrent du Gioberney	6-4005	Pb Zn	Galène blende	éboulis	Gneiss amphibolite cataclasite	Indice.
Vaccivier	6-4006	Pb		filon	Gneiss	Indice. 2 filons parallèles.

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
la Chauvetane	7-4001	Pb	Galène chalcopryrite cuivre gris blende pyrite quartz calcite	filon nord-sud pendage nord puissance : 1,4-1,9 m	Granite gneiss	Ancienne exploitation. 3 galeries de 10 à 15 m. Production 6 tonnes d'alquifoux.
grand Pic d'Ailefroide	7-4002	Cu	Malachite		Gneiss	Grand enduit en paroi.
le Sellar	7-4003	Pb	Galène quartz	filon	Gneiss	Indice.
vallon de la Pilatte des Écrins-1	7-4004	Pb	Galène quartz	bloc morainique	Granite	Indice.
vallon de la Pilatte des Écrins-2	7-4005	Mo	Molybdénite stilbite molybdite	disséminé	Granite	Trainée de blocs morainiques. A 1 km à l'Ouest, au pied de de la pointe de Balme Rousse, blocs de gneiss également minéralisés.
Clot l'Oureou et ravin de Soureillan	8-4001	Mo	Molybdénite	disséminé	Granite	Indice. Placages et mouches de molybdénite.
la Grande Costa	8-4003	Ba Cu Pb	Barytine galène blende chalcopryrite	filon N 90° E	Granite	Indice. Filon en plusieurs veines. La puissance varie de quelques cm à plus d'1 m.
vallon de la Selle	8-4005	Cu	Quartz pyrite chalcopryrite	éboulis		Indice. Blocs de quartz.
Colombuègue	00-4001	Cu	Chalcopryrite malachite quartz	filon nord-sud	Socle cristallin	Galerie de 7 m.

## DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

### GALERIES

Deux galeries d'aménage d'eau ont été creusées sur chacune des rives du Vénéon, afin d'alimenter l'usine hydroélectrique de Pont Escoffier (située sur la feuille Vizille). Les eaux captées dans le vallon du Lauvitel (feuille la Mure) sont amenées, en rive gauche, dans la retenue du Plan du Lac, à l'amont de Bourg d'Arud, et de là, par la rive droite du Vénéon, une galerie relie l'usine de Pont Escoffier. Ces galeries recoupent la zone synclinale de Venosc et si la coupe au Nord du Vénéon n'a pas apporté d'éléments nouveaux, celle du Sud du Vénéon a mis en évidence des passées de sédimentaire à l'intérieur du socle, inconnues en surface.

Sur le bord est du synclinal et à peu de distance de la limite du sédimentaire, la galerie a recoupé une mince passée de schistes calcareux noirs, graphiteux, pris dans une diaclase. Du côté ouest semble-t-il, à la limite de la feuille la Mure, entre le Mésozoïque de Venosc et le Carbonifère du versant nord de l'Aiguille de Venosc, on a retrouvé plusieurs minces bandes de schistes calcaires noirs (d'aspect liasique ?) et aussi dans le socle, des conglomérats et arkoses (d'aspect carbonifère ?).

On peut expliquer ces répétitions par des pincées synclinales cicatrisées en surface (J. Vernet, 1965), ou bien par des paquets d'olistolithes de cristallin tapissant la surface du socle et d'âge liasique, comme cela a été démontré à la cime du Pied de Bary, immédiatement au Sud et dans la même zone synclinale (J.-C. Barféty, M. Gidon, 1980/81).

### ITINÉRAIRES GÉOLOGIQUES

La géologie de la feuille Saint-Christophe-en-Oisans est partiellement décrite dans les livres « Alpes-Savoie et Dauphiné » de J. Debelmas (1970) ou « Alpes du Dauphiné » de J. Debelmas (1983), de la collection des *Guides géologiques régionaux* éditée chez Masson.

L'itinéraire 4 dans l'édition de 1970 et l'itinéraire 1 dans l'édition de 1983 recoupent l'extrême Nord du massif des Écrins-Pelvoux et donnent des points de panorama sur le massif de la Meije et le massif du Combeynot.

### BIBLIOGRAPHIE

#### Roches sédimentaires et volcaniques

- APRAHAMIAN J. (1974) — La cristallinité de l'illite et les minéraux argileux en bordure des massifs cristallins externes de Belledonne et du Pelvoux. *Géologie alpine*, 50, p. 5-15.
- AUMAITRE R., BUFFET G. (1973) — Minéralogie, pétrographie et géochimie des laves spilitiques et des filons basiques associés du massif des Écrins-Pelvoux. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Grenoble, 301 p.
- BARBIER R. (1963) — Réflexions sur la zone dauphinoise orientale et la zone ultra-dauphinoise. *Livre jubilaire Paul Fallot*, t. II, p. 321-329.

- BARBIER R. et BARFÉTY J.-C. (1972) — Les structures Est-Ouest de la zone ultradauphinoise du pays des Arves (Savoie) et leur signification. *Géologie alpine*, t. 48, p. 151-158.
- BARFÉTY J.-C., MOUTERDE R. (1980) — Évolution des faciès du Jurassique dans la zone dauphinoise du Mont Blanc au Pelvoux (Alpes occidentales). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), t. XXII, n° 4, p. 557-565.
- BARFÉTY J.-C., GIDON M. (1980-1981) — Fonctionnement synsédimentaire liasique d'accidents du socle dans la partie occidentale du massif du Pelvoux (région de Venosc, Isère). *Bull. B.R.G.M.*, I, 1, p. 11-22.
- BELLAIR P., GIGOUT M. (1969) — Livret-guide de l'excursion A8 Dauphiné - Union Internationale pour l'étude du Quaternaire - VIII<sup>e</sup> Congrès INQUA - Paris, 63 p.
- BRAVARD C., GIDON M. (1979) — La structure du revers oriental du massif du Pelvoux : observations et interprétations nouvelles. *Géologie alpine*, 55, p. 23-33.
- BUFFET G. (1981) — Variabilité des caractères spilitiques et magmatiques du volcanisme alcalin triasique du massif des Écrins-Pelvoux (Alpes françaises). Thèse Grenoble, 271 p.
- CARENCO E. (1982) — Hydrologie et hydrogéologie du bassin versant de la Guisane (Hautes-Alpes) — Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Grenoble, 190 p.
- DEBELMAS J. (1970) — Alpes (Savoie et Dauphiné) — Guides géologiques régionaux — Masson éd., 213 p.
- DEBELMAS J. (1983) — Alpes du Dauphiné. Guides géologiques régionaux. Masson éd., 198 p.
- GIDON P. (1953) — Les rapports des terrains cristallins et de leur couverture sédimentaire dans les régions orientale et méridionale du massif du Pelvoux. *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, t. 31, p. 1-202.
- GIDON M. (1965) — Sur l'interprétation des accidents de la bordure méridionale du massif du Pelvoux. *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, t. 41, p. 177-185.
- GIDON M. (1979) — Le rôle des étapes successives de déformation dans la tectonique alpine du massif du Pelvoux. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, 288, p. 803-806.
- GIDON M., BARFÉTY J.-C., DEBELMAS J. (1982) — Un exemple de « collapse-structure » jurassique dans le Nord-Est du massif du Pelvoux : contribution à la connaissance des panneaux glissés synsédimentaires des Alpes externes françaises. *Géologie alpine*, t. 58.
- GIGNOUX M. (1946) — Les nappes d'eau souterraine profondes dans les alluvions des vallées alpines - *La Houille Blanche*, n° 5, p. 315-326.
- GRATIER J.-P., LEJEUNE B., VERGNE F.-L. (1973) — Étude des déformations de la couverture et des bordures sédimentaires des massifs cristallins

externes de Belledonne, Grandes Rousses et Pelvoux - Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Grenoble, 2 fasc., 289 p.

- KILIAN W. (1908-1909) — Sur le gisement bajocien de l'Alpe d'Arsine. *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, t. 9, p. 276-284.
- LEMOINE M., GIDON M. et BARFÉTY J.-C. (1981) — Les massifs cristallins externes des Alpes occidentales : d'anciens blocs basculés nés au Lias lors du rifting téthysien. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 292, p. 917-920.
- MICHEL R. et VERNET J. (1956) — Les trois formations calcaires du Pelvoux. *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, t. 33, p. 59-74.
- MONTJUVENT G. (1978) — Le Drac - Morphologie, stratigraphie et chronologie quaternaires d'un bassin alpin - Thèse, 431 p., Grenoble, C.N.R.S.
- RICOUR J., VAYSSE A. et VERNET J. (1954) — Renseignements géologiques recueillis dans la galerie d'amenée rive gauche du Vénéon. Rapport B.R.G.M., A 626.
- TERMIER P. et KILIAN W. (1893) — Sur un gisement d'Ammonites dans le Lias calcaire de l'Oisans. *Bull. Soc. géol. Fr.*, t. 21, p. 273-277.
- VERNET J. (1965) — La zone « Pelvoux - Argentera ». Étude sur la tectonique alpine du socle dans la zone des massifs cristallins externes du Sud des Alpes occidentales. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, 275, t. LX, p. 131-424.
- VERNET J. (1974) — Sur la tectonique alpine des massifs cristallins dauphinois dans leur région culminante (Pelvoux, Grandes Rousses et leurs abords) et l'histoire de leur édification. *Géologie alpine*, t. 50, p. 195-236.
- VIALON P. (1974) — Les déformations « synschisteuses » superposées en Dauphiné. *Bull. suisse Minéral. Pétrogr.*, 54, p. 663-690.
- Roches cristallines**
- BARBIERI A. (1970) — Étude pétrographique de la partie orientale du massif des Écrins-Pelvoux. Les granites. Aperçu sur la géochronométrie du massif. Thèse 3<sup>e</sup> cycle., Grenoble, 117 p.
- BARTOLI F. (1973) — Étude pétrologique et structurale du Haut Venéon (Massif du Pelvoux). Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Grenoble, 121 p.
- BARTOLI F., PÉCHER A., VIALON P. (1974) — Le chevauchement Meije-Muzelle et la répartition des domaines structuraux alpins du massif de l'Oisans (partie nord du Haut-Dauphiné cristallin). *Géologie alpine*, t. 50, p. 17-26.
- BELLAIR P. (1948) — Pétrographie et tectonique des massifs centraux dauphinois - I - Le Haut Massif. *Mém. Expl. Carte géol. Fr.*, 348 p.

- BERNARD D., GRATIER J.-P., PÉCHER A. (1977) — Applications de la microthermométrie des inclusions fluides des cristaux syncinématiques à un problème tectonique. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, 5, p. 284-288.
- BIJU-DUVAL J. (1975) — Étude pétrologique des terrains cristallins de la région du Sirac (Haut-Dauphiné) - Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Grenoble, 107 pages.
- DEBON F., LE FORT P. (1982) — A chemical, mineralogical classification of common plutonic rocks and associations - Trans. R. Soc. Edinburgh.
- DEMEULEMEESTER P. (1982) — Contribution à l'étude radiométrique à l'argon et au strontium des massifs cristallins externes (Alpes françaises) : distribution cartographique des âges sur biotites et amphiboles. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Grenoble, 227 p.
- GIBERGY P. (1968) — Découverte de « grès à trous » renfermant des débris d'organismes dans les schistes noirs de Valbonnais. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, 267, p. 1251-1254.
- GILLOT-BARBIERI C. (1970) — Étude pétrographique de la partie orientale du massif des Écrins-Pelvoux. Le complexe intermédiaire - Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Grenoble, 118 p.
- GIORGI L., GIRAUD P., VACHARD D. (1979) — Sur la présence de micro-organisme d'âge cambrien dans les schistes cristallins du versant occidental du massif cristallin externe des Grandes Rousses (Alpes occidentales). *C.R. Acad. Sci.*, Paris., t. 288, série D, p. 1070-1082.
- LACOMBE J.-C. (1970) — Etude pétrographique de la partie orientale du massif des Écrins-Pelvoux. L'ensemble volcano-détritique. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Grenoble, 109 p.
- LA ROCHE H. de (1964) — Sur l'expression graphique des relations entre la composition chimique et la composition minéralogique quantitative des roches cristallines. *Sci. de la Terre*, Nancy, vol. 9, t. 3, p. 293-337.
- LE FORT P. (1973) — Géologie du Haut-Dauphiné cristallin (Alpes françaises). Étude pétrologique et structurale de la partie occidentale. Thèse, *Sci. de la Terre*, Mémoires, Nancy, n° 25, 373 p., 46 planches photos.
- LE FORT P., PÉCHER A. (1971) — Présentation d'un schéma structural du Haut-Dauphiné cristallin. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 273, série D, p. 3-5.
- LEFORT P., DEBON F., SONET J. (1980) — The « Lesser Himalayan » cordierite granite belt. Typology and age of the pluton of Manserah (Pakistan). *Spec. Issue, geol. Bull. Univ. Peshawar*, 13, p. 51-61.
- MENARD G. (1979) — Relations entre structures profondes et structures superficielles dans le Sud-Est de la France. Essai d'utilisation de données géophysiques. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Grenoble, 178 p.
- OZOCAK R. (1965) — Étude pétrographique des schistes cristallins et des granites de la haute vallée du Vénéon (Massif du Pelvoux) - Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Grenoble, 58 p.

- PÉCHER A. (1970) — Étude pétrographique de la partie orientale du massif des Écrins-Pelvoux. Le socle ancien. Thèse 3<sup>e</sup> cycle Grenoble, 122 p.
- SALIOT P. (1978) — Le métamorphisme dans les Alpes françaises. Thèse Sciences, Paris Sud-Orsay, 183 p.
- VATIN-PÉRIGNON N., JUTEAU Th., LE FORT P. (1972) - Les filons du massif du Pelvoux (Alpes occidentales françaises) - *Géologie alpine*, t. 48, p. 207-227.

### Gîtes minéraux et indices minéralisés

- ALLIER C. (1887) - Notice sur l'ALP et les gîtes métallifères - de Villar d'Arène — *Bull. Sté. a"Et. Hautes-Alpes*. Archives départementales de Grenoble.
- BOIS J.-P., BOISSONNAS J. et VERNET J. (1978) - Rapport de synthèse sur les recherches de molybdénite dans le massif du Pelvoux. Rapport B.R.G.M., 79 RDM 004 Fe, inédit.
- CAILLAUX A. (1875) — Tableau général et description des mines métalliques. Paris. Librairie Polytechnique.
- LACROIX A. (1915) - Minéralogie de la France. T. 2.
- LONG (1956) — Mémoire de la Cie de Valgaudemar. Imprimerie de Neuve-Mongin-Rusard, Lyon.
- LORY Ch. (1860) — Description géologique du Dauphiné. Paris, chez F. Sauvy.
- MÉLOUX J. (1969) — Reconnaissance d'indices de molybdénite dans le Massif du Pelvoux. Rapport B.R.G.M. Division S.E. n° 105.
- MELOUX J., POULAIN P.-A. (1969) - Indices de Valgaudemar. Rapport B.R.G.M. division S.E. n° 110.
- NIBOUREL (1856) — Rapport sur les mines de Valgaudemar. Arch. Serv. des Mines de Gap.
- PIERROT R., PICOT P. et POULAIN P.-A. (1972) - Inventaire minéralogique de la France. Hautes-Alpes. Édité. B.R.G.M.
- POULAIN P.A. (1964) - La barytine dans les Hautes-Alpes. Rapport B.R.G.M. Division S.E. Alpes Nord n° 20.
- VERNET J. (1970) — La campagne de prospection pour molybdène en 1969 dans le massif du Pelvoux. Rapport B.R.G.M. Division S.E. n° 132.

## **Carte géologique à 1/80 000**

Feuille *Briançon* (189) :

- 1<sup>re</sup> édition (1900) par P. Termier, W. Kilian, M. Lugeon et P. Lory.
- 2<sup>e</sup> édition (1933) par M. Gignoux, L. Moret, E. Raguin et D. Schneegans.
- 3<sup>e</sup> édition (1969) par P. Bellair, J.-M. Buffière, R. Ozocak, J. Vernet, P. Bornuat, J. RebouJ, R. Barbier, P. Giraud, J. Debelmas, J.-C. Barfély, B. Tissot, P. Bulard, R. Caby, J. Fabre, F. Feys, J. Goguel, M. Lemoine, L. Pusztaszeri.

## **Carte des gîtes minéraux de la France à 1/320 000 :**

Feuille *Lyon* (1963), coordination par F. Permingeat.

## **Carte des gîtes minéraux de la France à 1/500 000 :**

Feuille *Lyon* (1979), par A. Embergeret J. Méloux.

### **DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSUL TABLES**

La Banque des données du sous-sol du B.R.G.M. détient l'inventaire des sondages et autres travaux souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille et archive régulièrement les nouveaux travaux. Les documents peuvent être consultés au S.G.R. Rhône-Alpes, 43, boulevard du 11-Novembre, 69604 Villeurbanne-Croix-Luizet, ou à l'annexe de Grenoble, 18, rue Général-Champon, pour le département de l'Isère, ou au S.G.R. Provence-Corse, Domaine de Luminy, route Léon-Lachamp, 13009 Marseille pour le département des Hautes-Alpes, ou encore au B.R.G.M., 191, rue de Vaugirard, 75015 Paris.

### **AUTEURS DE LA NOTICE**

La notice a été rédigée par Jean-Claude BARFÉTY et Arnaud PÉCHER en 1982, avec la collaboration de :

- G. VIVIER et P. DEMEULEMEESTER pour la géochronologie,
- P.-A. POULAIN et J. VERNET pour les gîtes minéraux et les substances utiles,
- J.-C. FOURNEAUX pour l'hydrogéologie,
- A. BAMBIER pour les gisements et indices minéralisés.

Annexe 1 — Équivalence des notations

Certaines formations qui apparaissent sur la feuille Saint-Christophe se prolongent avec des noms ou avec des symboles différents sur les feuilles adjacentes la Grave et Orcières. Le tableau ci-dessous donne, lorsque nécessaire, les correspondances entre ces trois feuilles.

NOM DE LA FORMATION (*)	SAINT-CHRISTOPHE	LA GRAVE	ORCIÈRES
Granite du Bourg	$\gamma_{b-a}^{3-4}$		$\gamma^2$
Grauwackes du Combeynot	$\xi C$	$\xi_w$	
Gneiss de la Lavey peu migmatisés	$\xi L$		
Gneiss non différenciés et gneiss rubanés du Doigt de Dieu		$\xi, M\xi$	
Migmatites du Sirac			$bM\xi$
Gneiss de Saint-Christophe et gneiss leucocrates	$\xi\lambda, \xi^{1-2}$		
Gneiss leucocrates		$\xi/$	
Gneiss de la Lavey migmatisés	$M\xi$		
Migmatites du Bec de l'Homme		$M\xi$	
Anatexites du Pigeonnier			$aM\xi$
Migmatites de Claphouse et de la vallée des Bans	$M\xi^{1-2}$		
Migmatites du Triéou de la Bouchéryère			$cM\xi$
Gneiss œillés de Crupillouse	$oM$		$p\xi\gamma^1$
Gneiss de Peyre Arguet — La Pilatte	$b/M\xi$		$b/\xi^2$

(\*) Les formations regroupées dans une même case sont équivalentes.

Annexe 2 — Analyses chimiques des principaux granitoïdes hercyniens (moyenne de n analyses, ou analyses représentatives)

Nom du granite	(1)	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> tot	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P.F.
Combeynot	M4u1	76.37	13.11	1.02	0.00	0.21	0.00	3.19	5.29	0.04	1.03
Claphouse	5	70.70	14.31	2.85	0.03	1.34	0.47	3.48	4.28	0.52	1.70
		0.79	0.50	0.27	0.03	0.34	0.42	0.08	0.16	0.14	0.13
La Bérarde-Promontoire	46	75.24	12.85	1.41	0.05	0.40	0.43	3.94	4.49	0.12	0.74
		1.54	0.71	0.48	0.01	0.07	0.08	0.07	0.09	0.03	0.08
Riéou-Blanc, porphyroïde	4	69.90	14.66	2.62	0.03	1.34	0.52	3.81	4.38	0.33	1.65
		1.92	0.47	0.48	0.03	0.72	0.29	0.25	0.23	0.10	0.35
Riéou-Blanc, grain fin	5	70.89	14.86	2.21	0.05	0.89	0.66	3.84	4.49	0.13	1.49
		3.38	0.73	1.13	0.04	0.54	0.32	0.25	0.62	0.12	0.30
Turbat-Lauranoure	24	73.30	13.42	1.87	0.04	0.52	1.01	3.26	4.89	0.23	0.89
		0.94	0.35	0.26	0.01	0.12	0.29	0.08	0.15	0.06	0.15
Les Etages	43	74.35	13.08	1.57	0.04	0.46	0.50	3.39	4.93	0.15	0.87
		0.50	0.19	0.21	0.01	0.07	0.24	0.36	0.13	0.04	0.10
Ailefroide	9	73.27	13.09	1.97	0.04	0.58	0.46	3.63	4.66	0.33	1.20
		0.78	0.45	0.13	0.02	0.22	0.22	0.27	0.22	0.11	0.13
Berches	7	74.18	13.29	1.55	0.03	0.37	0.65	3.21	5.17	0.19	0.86
		0.88	0.33	0.29	0.01	0.10	0.16	0.19	0.28	0.05	0.12
Cray	4	75.22	13.15	0.99	0.03	0.23	0.22	3.31	5.33	0.10	0.78
		1.19	0.18	0.22	0.01	0.19	0.24	0.06	0.08	0.03	0.16
Graou	R2G6	70.10	13.73	2.38	0.05	1.15	1.34	3.48	4.39	0.31	1.40
Bourg	6	66.57	15.13	3.64	0.08	1.47	2.45	3.24	4.42	0.50	2.25
		1.44	0.48	0.38	0.01	0.19	0.32	0.18	0.27	0.09	0.31
Orgières	6	62.76	16.55	5.00	0.09	2.22	2.48	3.56	3.88	0.65	2.04
		2.79	0.99	0.76	0.01	0.51	1.29	0.74	0.89	0.11	0.48
Bans	SF 3X	58.63	18.05	6.44	0.16	2.05	3.61	3.47	2.78	0.86	2.45
	SG 3X	69.51	15.33	2.27	0.04	0.89	1.43	4.45	3.71	0.44	1.12

(1) n° de l'échantillon, ou nombre d'analyses sur lequel a été faite la moyenne ; dans ce dernier cas, la seconde ligne correspond au double écart-type de la moyenne  $26/\sqrt{n}$ .  
Analyses quantométriques, C.R.P.G. Nancy, K. Govindaraju, analyste.

Annexe 3A. — Diagramme de nomenclature  
(de la Roche, 1964, modifié par Debon et Le Fort, 1981).

En ordonnée :  $Q = \text{Si}/3 - (\text{K} + \text{Na} + 2/3\text{Ca})$  en milliatomes/100 gr de roche.

En abscisse :  $P = \text{K} - (\text{Na} + \text{Ca})$  en milliatomes/100 gr de roche.

Les lignes séparent les domaines des granités (1), des adamellites (2), des granodiorites (3), des quartz-syéénites (5), des quartz-monzonites (6) et des quartz-monzodiorites(7).

CALK : tendance évolutive calco-alcaline ; SALK : tendance évolutive subalcaline.

Annexe 3B. — Diagramme des minéraux caractéristiques  
(Le Fort, Debon, Sonet, 1980 ; Debon et Le Fort, 1982).

En ordonnée :  $A = \text{Al} - (\text{K} + \text{Na} + 2\text{Ca})$  en milliatomes/100 gr de roche.

En abscisse :  $B = \text{Fe} + \text{Mg} + \text{Tien}$  milliatomes/100 gr de roche.

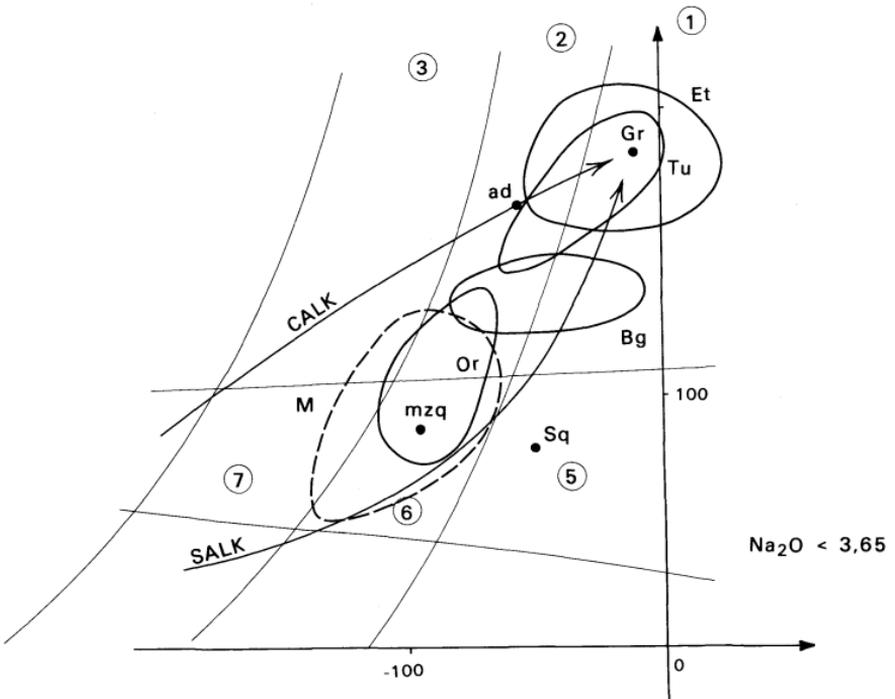
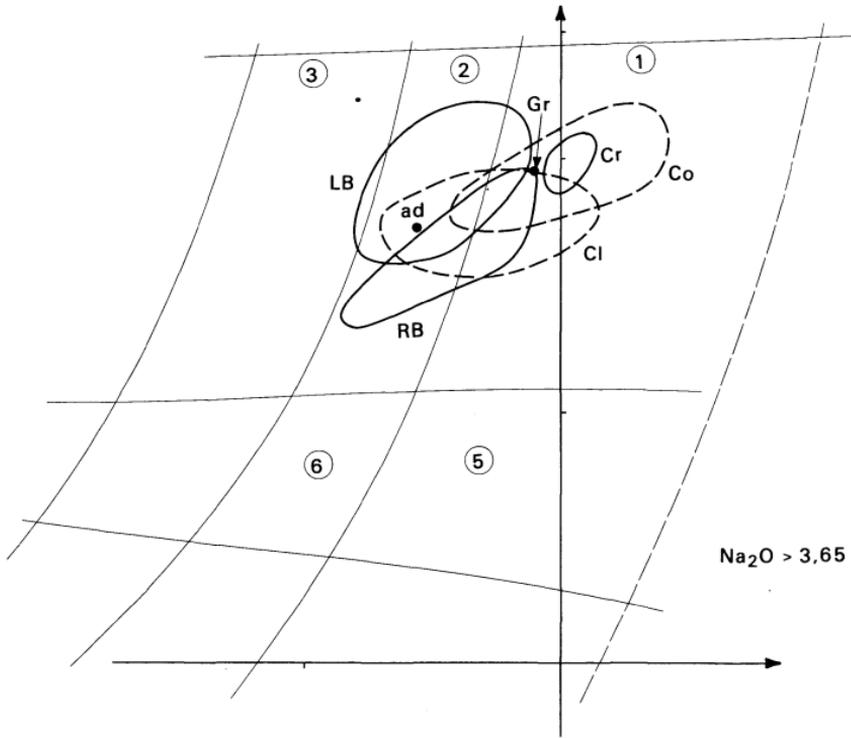
Mu = muscovite, Bio = biotite, Hb = hornblende, Px = pyroxène.

• = points représentatifs moyens des adamellites (ad), des granités (gr), des quartz-syéénites (sq) et des quartz-monzonites (mzq).

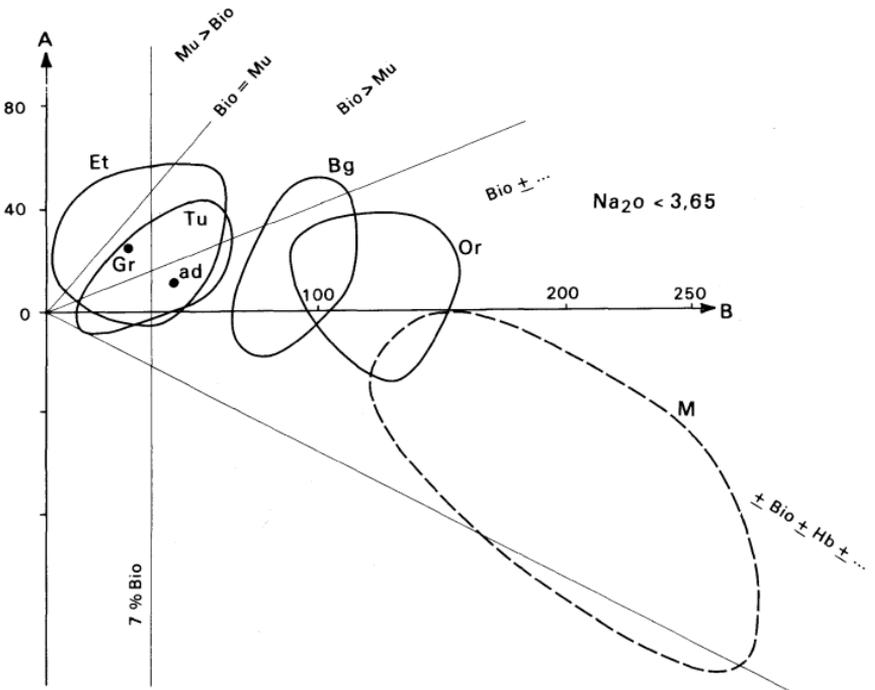
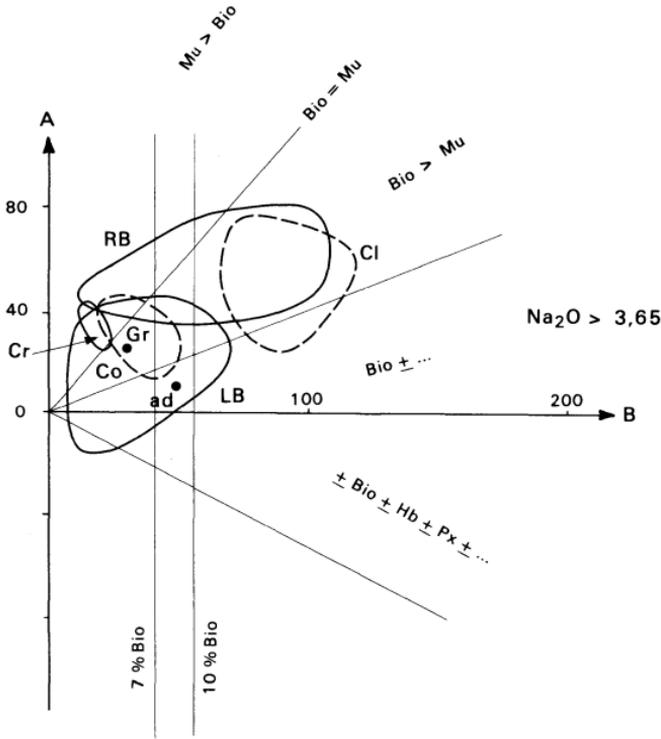
Ont été délimités les domaines correspondant aux analyses des granités du Bourg (Bg), de Claphouse (Cl), du Combeynot (Co), du Cray (Cr), des Etages et de l'Ailefroide (Et), de la Bérarde (LB), de Moutières et de Colle-Blanche (feuille Orcières) (M), d'Orgières (Or), du Riéou-Blanc (RB) et de Turbat-Lauranoure (Tu).

• = points représentatifs moyens des adamellites (ad), des granités (gr), des quartz-syéénites (sq) et des quartz-monzonites (mzq).

Ont été délimités les domaines correspondant aux analyses des granités du Bourg (Bg), de Claphouse (Cl), du Combeynot (Co), du Cray (Cr), des Etages et de l'Ailefroide (Et), de la Bérarde (LB), de Moutières et de Colle-Blanche (feuille Orcières) (M), d'Orgières (Or), du Riéou-Blanc (RB) et de Turbat-Lauranoure (Tu).



**Annexe 3A - Diagramme de nomenclature**  
**(De La Roche - 1964 - modifié par Debon et Le Fort - 1982)**



**Annexe 3B - Diagramme des minéraux caractéristiques (Le Fort, Debon, Sonet - 1980 ; Debon et Le Fort - 1982)**

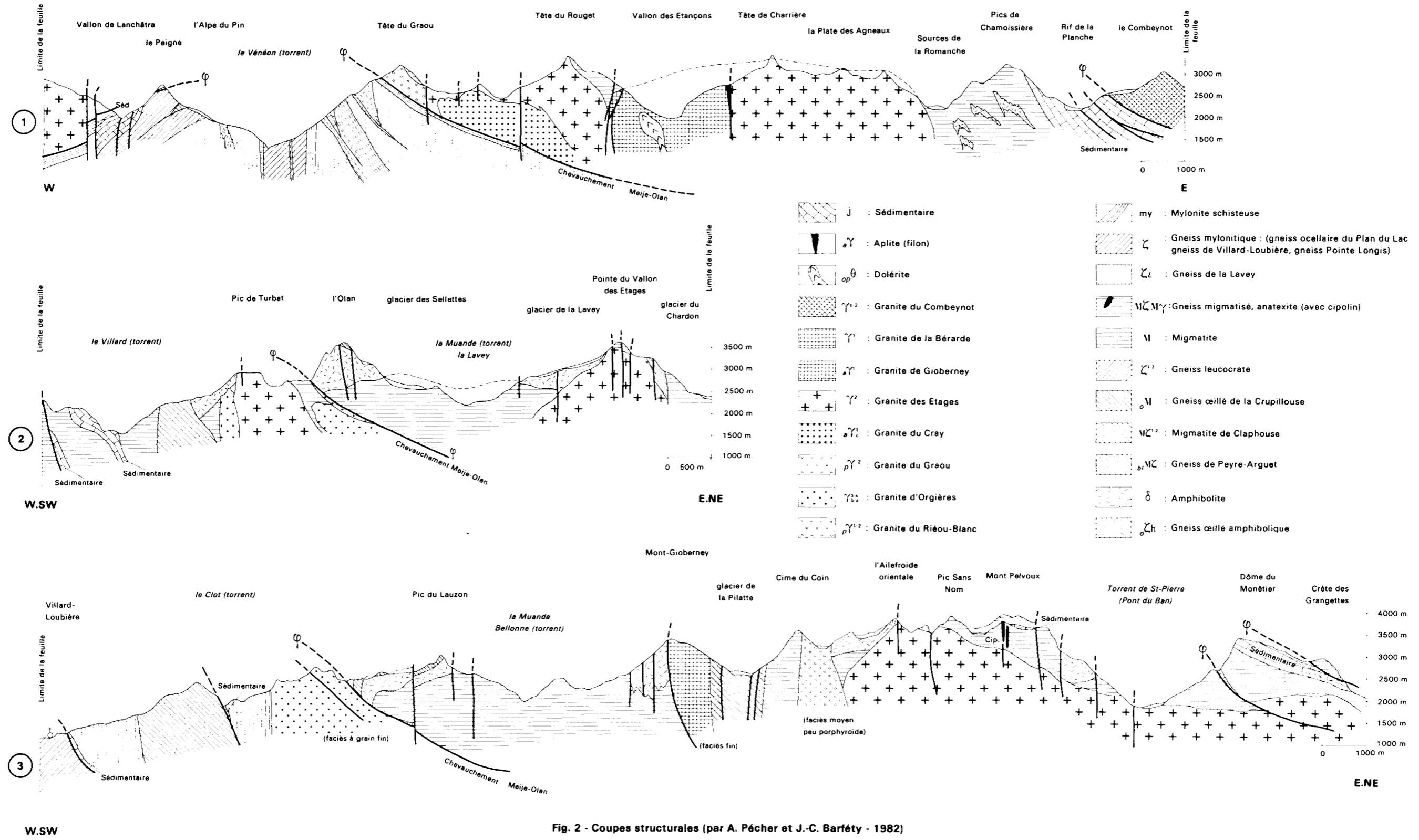


Fig. 2 - Coupes structurales (par A. Pécher et J.-C. Barféty - 1982)