

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

# MODANE

## MODANE

La carte géologique à 1/50 000  
MODANE est recouverte par la coupure  
ST-JEAN-DE-MAURIENNE (N° 179)  
de la carte géologique de la France à 1/80 000.

La Rochette	Moutiers	Tignes
St-Jean-de-Maurienne	MODANE	Lanslebourg
La Grève	Névache-Mont-d'Ambin	

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE  
ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE  
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES  
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL  
Boîte postale 6009 - 45060 Orléans Cedex 2 - France



**NOTICE EXPLICATIVE DE LA FEUILLE  
MODANE À 1/50 000**

**par**

**Jacques DEBELMAS**

**avec la collaboration de J. DESMONS, F. ELLENBERGER, B. GOFFÉ,**

**J. FABRE, E. JAILLARD, A. PACHOUD**

**1989**

## SOMMAIRE

	<b>Pages</b>
<b>GRANDES UNITÉS MORPHOLOGIQUES ET STRUCTURALES</b>	<b>5</b>
<b>SÉRIES STRATIGRAPHIQUES</b>	<b>5</b>
<i>ZONE BRIANÇONNAISE</i>	6
<i>ZONE DES GYPSES</i>	19
<i>ZONES DES SCHISTES LUSTRÉS</i>	20
<i>TERRAINS D'APPARTENANCE INDÉTERMINÉE</i>	21
<i>QUATERNAIRE</i>	21
<b>PHÉNOMÈNES GÉOLOGIQUES</b>	<b>23</b>
<i>TECTONIQUE</i>	23
<i>LE MÉTAMORPHISME ALPIN</i>	32
<b>RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS</b>	<b>34</b>
<i>HYDROGÉOLOGIE</i>	34
<i>RESSOURCES MINÉRALES</i>	37
<b>DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE</b>	<b>50</b>
<i>SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES</i>	50
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	50
<b>AUTEURS DE LA NOTICE</b>	<b>53</b>

## GRANDES UNITÉS MORPHOLOGIQUES ET STRUCTURALES

La feuille comprend, d'Ouest en Est :

**La zone houillère briançonnaise**, qui couvre la moitié ouest de la feuille et culmine au Mont Brequin (3 175 m), à l'Aiguille de Pécelet (3 660 m) et à l'Aiguille de Polset (3 531 m).

**Le massif Aiguille du Fruit, Aiguille des Corneillets, col du Mone**, fait d'unités de couverture surtout calcaréo-dolomitiques décollées, reposant anormalement sur le Houiller briançonnais. Le Petit Mont Blanc, à la limite supérieure de la feuille, peut être rattaché à cet ensemble bien que fait d'une importante masse de gypse allochtone.

**La cicatrice Modane - Chavière - Pralognan**, jalonnée de carneules et d'écaillés mésozoïques. Elle sépare la zone houillère briançonnaise et le socle du Briançonnais interne à Cristallin précambrien. Elle se présente actuellement comme un plan de cisaillement à pendage ouest.

**La zone briançonnaise interne, avec :**

– *le massif de Chasseforêt*, culminant au dôme de même nom (3 586 m) et au dôme de l'Arpont (3 599 m). Il est fait de micaschistes précambriens et de leur couverture de Permien métamorphique. Celle-ci borde très régulièrement à l'Est la cicatrice de Modane - Chavières et culmine à la Pointe de l'Echelle (3 345 m). Les micaschistes affleurent surtout sur le versant est de la coupole de Chasseforêt où ils sont entaillés par la profonde gorge du Doron ;

– *des unités de couverture charriées* sur le massif de Chasseforêt et culminant à la Dent Parrachée (3 697 m). Pour l'essentiel, elles appartiennent à l'"unité de la Grande Motte" (feuille Tignes), caractérisée par un Lias épais.

**La "nappe des gypses"**, formant une semelle tectonique pour la nappe des schistes lustrés. Elle affleure surtout dans la vallée de l'Arc, entre Modane et Termignon, où elle englobe des écaillés, parfois dites "blocs-klippes", appartenant à des unités briançonnaises d'origine variée (Roc du Bourget, Rochers du Châtel, par exemple).

**La nappe des schistes lustrés.** Elle forme l'angle SE de la feuille et culmine à la Pointe de Longecôte (3 104 m). Il en émerge deux massifs triasiques briançonnais, l'un dans la vallée du torrent d'Ambin, prolongeant la Pointe de Bellecombe, l'autre au Sud de Termignon (Balmes et forêt des Tannes) qui apparaît dans le prolongement de la "fenêtre de Lanslebourg" (feuille de Lanslebourg).

## SÉRIES STRATIGRAPHIQUES

Trois types de séries se juxtaposent sur la feuille Modane. Deux appartiennent à la *zone briançonnaise*, la troisième à la *zone piémontaise s.l.* (ou *zone des schistes lustrés*). La distinction de ces trois séries est seulement liée à la paléogéographie "alpine" et ne peut donc se faire que sur les sédiments mésozoïques.

Rappelons que, pendant tout le Trias, ces zones dépendaient d'une plate-forme sous-marine peu profonde, à sédimentation carbonatée prépondérante. A partir du Jurassique, un régime de distension affecte cette plate-forme qu'il découpe en blocs et lanières plus ou moins basculés. Ce régime aboutit, au début du Malm, à l'individualisation d'un domaine océanique "téthysien" entre deux marges continentales disloquées. La zone briançonnaise appartient à la marge ouest tandis que les schistes lustrés de la feuille Modane appartiennent au domaine océanique dit "liguro-piémontais"

*Dans ce domaine océanique liguro-piémontais*, la sédimentation débute avec le Malm (reposant sur une croûte océanique) et se termine avec des calcschistes probablement crétacé supérieur, mais ces différents termes sont difficiles à déchiffrer en raison du métamorphisme et des déformations intenses de la formation.

*Dans le domaine briançonnais*, la sédimentation mésozoïque commence au Trias en régime de plate-forme carbonatée, puis la plus grande partie de ce domaine émerge au Lias, peut-être même au Trias supérieur par places. La sédimentation marine liasique (Lias inférieur probablement) ne persiste que dans une partie du domaine (futurs unités de la Grande Motte, Grande Casse, Dent Parrachée). Dès la fin du Jurassique moyen, l'ensemble du Briançonnais s'immerge et reçoit une sédimentation à nouveau calcaire, entrecoupée de lacunes (le Crétacé inférieur n'a jamais pu être caractérisé paléontologiquement). Elle durera jusqu'au début de l'Eocène avant de faire place à un épisode détritique peu épais (flysch noir).

## ZONE BRIANÇONNAISE

### Le socle ancien

Le socle de Chasseforêt (ou de Vanoise méridionale), presque entièrement compris dans la feuille Modane, supporte la plupart des glaciers de Vanoise et est entaillé à l'Est par les gorges du Doron de Termignon. Les contacts avec les séries sus-jacentes, permienes à mésozoïques, sont souvent tectoniques ou tectonisés. La stratigraphie originelle du socle n'est pas connue et sa base n'est pas visible. Les plis et écaillages gênent l'estimation de l'épaisseur des différents termes, mais, dans les gorges du Doron de Termignon, l'épaisseur visible est de l'ordre de 800 m.

ξA. **Micaschistes de l'Arpont**, à patine grise ou gris verdâtre en raison de la présence et de l'abondance de la chlorite, parfois albitique. Fréquents rubans de quartz exsudé, caractéristiques de la formation. Les plans de foliation sont bosselés par le grenat. Ces micaschistes contiennent du mica blanc, d'éclat grisâtre, et, assez souvent, des aiguilles d'amphibole sodique, alignées ou en rosettes. L'omniprésence de très petits cristaux d'ilménite accompagnée de pyrite oppose les micaschistes de l'Arpont au Permien, riche en hématite.

Leur composition chimique, généralement pauvre en Na et Ca, les apparente aux grauwackes ou subgrauwackes, c'est-à-dire à des sédiments peu ou moyennement évolués.

δθ. **Métabasites de l'Arpont.** Ces roches sont interstratifiées dans les micaschistes. Il s'agit soit de glaucophanites (100-150 m d'épaisseur, front des glaciers de l'Arpont et du Pelve, bordure du glacier de Chasseforêt), soit de schistes chlorito-albitiques (prasinites – ovardites). Beaucoup plus rares sont les épidotites et les faciès à structure magmatique (doléritique) conservée, où de grandes amphiboles bleues ou vertes remplacent ce qui fut peut-être un pyroxène primaire. Les glaucophanites sont des roches très massives malgré l'orientation nette de l'amphibole sodique qui est largement prépondérante. Elles contiennent aussi grenat, sphène, très rarement une hornblende verte relique et, en quantité plus ou moins importante, albite, épidote, chlorite, biotite verte.

Les prasinites – ovardites, où prédominent chlorite, actinote, épidote, albite (souvent en ocelles), alternent fréquemment avec un gneiss albitique (à grenat et stilpnomélan) et présentent ainsi un faciès rubané qui évoque des amphibolites rubanées, ou peut-être aussi un complexe magmatique stratifié. Les métabasites sont chimiquement des basaltes ou des andésites parfois quartziques, d'affinité alcaline sodique, riches en titane.

ζγ. **Métagranite et orthogneiss acides de l'Arpont.** En rive gauche du bas glacier de l'Arpont, affleure sur environ 150 m d'épaisseur une lame d'un granitoïde gneissifié à grain moyen, à feldspaths potassiques réduits, où les mouchetures micacées (phengite et biotite verte) dessinent une nette foliation. On retrouve des faciès analogues mais plus foliés, en rares bancs minces interstratifiés dans les micaschistes du versant est du massif. Le chimisme est calco-alcalin. A ce métagranitoïde sont associés un mince filon pegmatitique à mica blanc et feldspath potassique et une roche surmicacée à biotite brune.

*Métamorphismes anté-alpins.* En dehors des associations minérales alpines on distingue dans les roches du socle les reliques d'un ou de plusieurs faciès anté-alpins. Ce sont le grenat (env.  $\text{Alm}_{70}\text{Pyr}_{10}\text{Gross}_{11}$  dans les micaschistes,  $\text{Alm}_{50}\text{Pyr}_{7}\text{Gross}_{30}$  dans les métabasites), une rare hornblende verte, le mica blanc (ferri-muscovite) et une rare biotite brune. Le massif de Chasseforêt n'a pas livré à ce jour de reliques de staurotite ou de silicate d'alumine. Les conditions de température – pression ont atteint le faciès amphibolite mais on ne peut pas les préciser mieux.

L'âge de la ou des phases métamorphiques reste conjectural en l'absence de données radiométriques. L'histoire métamorphique anté-alpine s'est terminée par une phase tardi-permienne, datée radiométriquement sur plusieurs échantillons de muscovite ( $247 \pm 10$  Ma, J. Bocquet *et al.*, 1974).

## Le Houiller briançonnais

Il comprend plusieurs ensembles stratigraphiques mal délimités cartographiquement en raison des glissements de terrain, de la couverture morainique et des complications tectoniques.

h. **Le Houiller stérile ("grès de La Praz").** Il affleure dans la vallée de l'Arc entre Sordières et Fourneaux au coeur d'un vaste anticlinal. Ce sont des grès gris arkosiques, en bancs souvent puissants (10 à 50 m), alternant avec des schistes noirs micacés, et contenant quelques lentilles conglomérées.

ratiques à galets surtout quartzeux. Les bancs franchement conglomératiques sont rares (croupe du Peyron à l'Ouest de la Pointe du Bouchet). Cette formation, d'âge probablement namurien à westphalien A-B, n'a fourni aucun fossile.

**h4. Le Houiller productif.** Dans la vallée de l'Arc, il enveloppe l'anticlinal des grès de La Praz. C'est un ensemble surtout gréseux, avec des bancs massifs, de quelques mètres à 10-30 m d'épaisseur. Ils forment des reliefs émergeant des masses glissées et alternent avec des bancs de grès fins et des schistes noirs. Les conglomérats manquent. Les veines de charbon (quelques centimètres à 1-2 m) sont relativement nombreuses, surtout à la partie supérieure de la formation. Longtemps exploitées pour les besoins domestiques et l'industrie locale, les nombreuses petites mines de la région sont maintenant abandonnées (les dernières ont fermé en 1954). Les principales se trouvaient aux environs de La Saussaz et de Sordières (Est de Saint-Michel-de-Maurienne).

Ce Houiller productif a fourni, en dehors de nombreux *Calamites*, *Neuropteris linguaefolia*, *Alethopteris friedeli*, *A. lonchifolia* au gisement de la Buffaz (NE de Saint-Michel-de-Maurienne), du Westphalien C. Des horizons à gros nodules carbonatés sont connus au Château Bourreau (Sud du Mont Brequin). Il s'agit probablement de moulages de brachiopodes ou de lamellibranches.

Le Houiller briançonnais renferme des sills de *microdiorite* qui ne sont véritablement abondants qu'entre la vallée de l'Arc (La Praz) et le barrage de Bissorte. Ces laves se sont injectées dans les joints de stratification, de préférence dans les lits charbonneux ou pélitiques.

**h4-5. "Assises de Tarentaise" (Westphalien D – Stéphanien A).** A son sommet, le Houiller productif contient des niveaux schisteux versicolores, verts et rouges, qui ont fourni, à l'Est du col des Encombres et à la Pointe de la Masse, *Pecopteris lamurensis*, *P. plumosa-dentata*, *P. candollei*, *Neuropteris flexuosa* du Westphalien D – Stéphanien A.

**h5-r. Stéphanien à Stéphano-Permien ("Assise de Courchevel").** Le Houiller classique est surmonté, en discordance stratigraphique, par une formation détritique grossière, grise à la base, verte et rouge au sommet, épaisse de 400 à 600 m. Les conglomérats (à galets de socle et nombreux feldspaths détritiques) y abondent dans le massif de Pécelet – Polset. Ils disparaissent vers l'Ouest dans la bande qui court au pied oriental de la Pointe de la Masse. Cette formation a fourni une flore stéphanienne sur la feuille Moutiers (gisement de la Loza au-dessus de Courchevel), mais il n'est pas impossible que son sommet se prolonge dans le Permien. En l'absence de fossiles, les galets de gneiss et de micaschistes des conglomérats sont le meilleur critère de reconnaissance de cette assise.

On a également attribué au Stéphanien (ou Stéphano-Permien) une bande de schistes noirs, avec des grès volcano-détritiques et des tufs acides (rhyolites calco-alcalines), blanchâtres, qui court à la limite ouest de la feuille (Moriaz, Geffriand). Ces "couches de Moriaz" pourraient être un équivalent latéral de l'"assise de Courchevel" car elles sont immédiatement surmontées par le Permien rouge et recouvrent l'assise de Tarentaise (h4-5).

## Le Permien

Probablement réduit au *Permien supérieur*, il montre trois domaines différents d'Ouest en Est :

● **Sur la bordure ouest de la zone houillère** (Geffriand), le Permien (r) est un ensemble schisteux rouge contenant quelques lentilles de grès conglomératiques de 10 à 90 m d'épaisseur, à galets surtout quartzeux et matériel volcanique détritique fortement albitisé. Ces conglomérats sont localement uranifères. La formation n'a pas fourni de fossiles et son attribution au Permien est uniquement basée sur le faciès et la position stratigraphique.

A son sommet, il y a passage progressif mais rapide au *Permo-Trias* (ou *Néopermien*, r-t). Ce terme est un conglomérat clair, à galets de quartz rose ou de rhyolite blanche à rouge, cimentés par de la dolomie ankéritique. Le changement de couleur, l'apparition de ciment dolomitique et la présence de feldspath potassique traduisent un changement climatique tandis que la présence de galets rhyolitiques, inconnus dans le Permien s.s., traduit aussi des modifications paléogéographiques dans les sources d'apports. Ce terme fait la transition entre le Permien s.s. et les quartzites de base du Trias.

● **Sur la bordure orientale de la zone houillère**, le Permien rouge manque et le Stéphanio-Permien est directement surmonté par le **complexe des gneiss de Sapey**. Il s'agit d'un ensemble hétérogène de gneiss ocellés leucocrates et de granitoïdes, avec des roches quartzo-feldspathiques, des micaschistes et des roches vertes quartzo-chloriteuses, d'une épaisseur de quelques mètres à plusieurs centaines de mètres. L'origine et l'interprétation de ces roches ont fait l'objet de discussions et de controverses toujours actives, l'opinion la plus généralement admise jusqu'ici étant qu'il s'agit d'un magmatisme permien plus ou moins contemporain de la phase saaliennne. Cette opinion ne rend cependant compte, ni de la situation paradoxale de ces roches, apparemment affectées d'un métamorphisme et d'une déformation intenses et qui reposent sur un Stéphanio-Permien beaucoup moins déformé et peu métamorphique, ni de la présence dans certains micaschistes de minéraux indiquant une phase de métamorphisme en faciès amphibolite.

Les principaux faciès des gneiss du Sapey distingués sur la carte sont les suivants :

οζ. **Gneiss ocellés** (300 m d'épaisseur au fort du Sapey, à l'Ouest de Modane, 600 m sur le versant sud du dôme de Polset et sur les arêtes de Pécelet et du Borgne, 50 m au Revers de Gébroulaz). Ce sont des roches leucocrates, à grands feldspaths potassiques, quartz bleutés, chlorite, localement de grandes lames de muscovite, passant latéralement à des granitoïdes plus ou moins orientés, à structure grenue plus fine et isogranulaire. Des variétés plus sombres ne contiennent pas de feldspath potassique.

ζξ. **Gneiss fins, micaschistes et metabasites** (0 à 500 m). Ce groupe, pétrographiquement hétérogène, rassemble des roches que leur texture fine et non ocellée sépare des gneiss ocellés. Elles se localisent presque exclusive-

ment au-dessus des gneiss oillés. Absentes au Sapey (originellement ou par érosion néopermienne ?), elles prennent un fort développement sur le pourtour du glacier de Gébroulaz, en particulier dans les contreforts de Pécelet - Polset et les arêtes de Pécelet. Dans ce groupe, sont présents des roches quartzo-feldspathiques claires, à chlorite ou à biotite et grenat, des chloritoschistes à tourmaline, des micaschistes à biotite et grenat, des gneiss à microcline et des metabasites à chlorite ou à hornblende relique. Dans toutes les coupes et à tous les niveaux, on trouve aussi des roches à faciès sédimentaire peu modifié, schistes gréseux ou conglomératiques, parfois charbonneux.

La présence de disthène et de staurotide dans un micaschiste à grenat et biotite des arêtes de Pécelet, témoigne, dans cet affleurement, d'un métamorphisme anté-alpin de faciès amphibolite et suggère ainsi que le complexe des gneiss du Sapey comprendrait des lames tectoniquement arrachées à un socle anté-houiller inconnu, peut-être au cours de la phase saalienne. De leur côté, les granites et gneiss oillés pourraient soit résulter d'un magmatisme permien, soit faire partie eux aussi de ces lames d'un socle ancien.

Σβ. Les "roches vertes" du complexe des gneiss du Sapey sont d'anciennes formations volcaniques basiques, d'affinités tholéitiques, qui se présentent sous la forme de roches chlorito-albitiques rubanées, associées à des quartz-kératophyres. Ces roches ont été longtemps considérées comme des coulées ou des tufs associés aux sédiments stéphano-permiens. Mais une grande partie d'entre elles appartiennent en fait au complexe des gneiss du Sapey car elles sont associées à des lentilles de micaschistes à grenat. Cette nouvelle attribution s'accorde également mieux avec l'inhomogénéité du faciès et la déformation de ces roches, beaucoup plus intense que celle du Stéphano-Permien.

myζ. Mylonites jalonnant des couloirs de déformation entre panneaux gneissiques ou, plus systématiquement, la base de ceux-ci quand ils sont en contact avec le Stéphano-Permien.

*Le métamorphisme alpin* a affecté les gneiss du Sapey en y développant une paragenèse à chlorite, albite, épidote, phengite, stilpnomélane et, localement, amphibole sodique ferrifère, fréquemment chloritisée.

Au-dessus des gneiss du Sapey, vient directement le *Permo-Trias* (r-t). Il est faiblement représenté à l'affleurement sur la retombée orientale de la zone houillère. A l'Ouest de Modane (ravin du torrent de Saint-Bernard), ce sont des conglomérats, transgressifs et discordants sur les gneiss du Sapey qu'ils remanient en blocs anguleux. D'une épaisseur de 150 m environ, ce conglomérat se caractérise aussi par des galets de quartz blanc ou rose, de roches quartzo-feldspathiques et des traînées diffuses ou des nodules de carbonates bruns ankéritiques. Il faut également souligner que les blocs de gneiss du Sapey remaniés dans ce conglomérat sont déjà foliés. Cette foliation est donc anté-alpine.

A leur partie supérieure, les conglomérats passent aux métasédiments typiques du Permo-Trias de Vanoise, c'est-à-dire des schistes sériciteux argentés, à reflets parfois violacés.

Tous ces faciès du Permo-Trias se retrouvent dans la partie nord de la feuille (Plan des Génisses, près du refuge du Saut).

● **Dans toute la partie de la feuille située à l'Est de l'accident de Chavière,** le Permien repose directement sur le socle ancien avec lequel il est en général en contact stratigraphique, parfois par l'intermédiaire d'un conglomérat polygénique (cirque du Génepy), mais ce contact a pu être secondairement tectonisé.

Plus fortement affecté par le métamorphisme alpin, ce Permien est représenté par un ensemble de micaschistes (rξ) à patine gris bleuté ; cette couleur étant due à des pigments hématitiques provenant probablement de la réduction des pigments rouges habituels de ce Permien supérieur. Localement se développe aussi un faciès de schistes chlorito-albitiques à patine vert sombre, faciès qui a été distingué sur la carte (rR) en raison de son rôle morphologique (col de Rosoire, Fond d'Aussois et extrémité orientale de la crête de l'Argentine dans le haut vallon de Chavière, rive droite).

A la Pointe de l'Echelle, à l'Aiguille Doran et au Rateau d'Aussois, les micaschistes permien passent ou sont associés à des niveaux micro-conglomératiques (galets de quartz blanc) et des quartzites verdâtres, massifs, alternant avec des conglomérats polygéniques à galets parfois décimétriques et matrice quartzo-chloriteuse verte (rCg). C'est à ces roches dures que l'on doit les reliefs vigoureux de ces sommets. Les faciès conglomératiques aboutissent, vers le Sud, à la carrière de Loutra, près de Modane, où l'on peut facilement observer le caractère polygénique du conglomérat, à matrice verte et altération ankéritique.

Au sommet de la formation, on a distingué sur la carte (rN) un niveau de schistes sombres, luisants, bleu violacé, localement ankéritiques, épais de 40 m environ, très visible sur les deux flancs de l'anticlinal de la Pointe de l'Echelle et à l'Ouest du col d'Aussois. Au SE du Ravin Noir, ce niveau est remplacé latéralement par des conglomérats. Partout ailleurs, la partie sommitale du Permien est faite de schistes gréseux gris passant vers le haut aux quartzites schisteux blancs du Permo-Trias.

En raison de l'intense plissement isoclinal et des étirements correspondants, l'épaisseur du Permien est impossible à évaluer.

### **Le Permo-Trias**

Le Permo-Trias (r-t) est fait d'environ 100 m de séricito-schistes clairs, onctueux, à nodules et niveaux carbonatés ankéritiques, alternant avec des niveaux plus phylliteux, nacrés à vert pâle, ou plus grossiers (quartzites phylliteux clairs, souvent à petits galets de quartz rose caractéristique). Le passage aux quartzites du Trias est progressif.

Ce Permo-Trias constitue le "groupe d'Etache" du massif d'Ambin, à l'angle sud de la feuille, avec les mêmes faciès.

### **Le Trias**

On y distingue deux grands ensembles, un ensemble inférieur, siliceux, un ensemble supérieur carbonaté.

#### **● Le Trias siliceux**

to. **Quartzites du Trias inférieur** (200 à 300 m), blancs, purs, massifs, azoïques. Quelques ripple-marks sont localement conservés. Les 5 à 10 m sommitaux sont constitués de quartzites schisteux verts ou pourpres.

Cette formation est interprétée comme une série marine de très faible profondeur marquant le début de la grande transgression triasique et remaniant un matériel d'origine éolienne.

### ● Le Trias carbonaté

Il est bien connu depuis les travaux de F. Ellenberger, complétés par ceux de A. Baud et J. Mégard-Galli, grâce à l'étude détaillée de coupes privilégiées dont celles du Lac Blanc de Polset et du Roc de la Pêche, toutes deux situées sur la feuille Modane.

On a distingué les termes lithostratigraphiques suivants (pour la correspondance avec les séquences sédimentologiques, voir fig. 1) :

tc1. **Anisien inférieur** (partie inférieure de la formation de Saint-Tryphon, 50 à 100 m environ). Cette formation comprend, de bas en haut :

– "calcaires vermiculés". Calcaires plaquetés noirs, à patine jaune, couverts de pistes ou de terriers noir bleuté, alternant avec des dolomies à patine beige ou rousse. Les calcaires ont fourni des articles de crinoïdes (*Dadocrinus gracilis*), de petits gastéropodes variés, dont *Omphaloptycha* cf. *gregaria* et une petite *Myophoria* (30-35 m).

En quelques rares points, il existe sous les calcaires vermiculés des schistes versicolores associés à des cargneules, jalonnant des plans de décollement, et qui représentent probablement le *Spathien*. Ils n'ont pas été séparés de tc1 ;

– calcaires à *Anisoporella occidentalis*, de teinte grise, à minces cloisons dolomitiques en zig-zag (5 à 20 m) ;

– calcaires massifs, à belles cloisons dolomitiques anastomosées à patine jaune-orange ; localement riche faune à *Worthenia hausmanni*, *Entalis torquata*, d'où le nom de "niveau à dentales" donné au sommet de cet ensemble, épais de 20 à 50 m.

tc2. **Anisien moyen et base de l'Anisien supérieur** (partie supérieure de la formation de Saint-Tryphon) (100 à 150 m).

On peut y distinguer trois ensembles superposés :

– calcaires à *Physoporella prealpina* et *Diplopora annulatissima*. Ces algues n'existent que localement dans cette formation déposée en milieu d'énergie parfois haute (ovoïdes, biseaux stratigraphiques, stratifications entrecroisées) et qui tranche par la patine blanche des accidents dolomitiques capricieux, souvent tuberculés (20 à 40 m) ;

– calcaires à rognons de silice allongés, bruns, associés à des dolomies blanches à terriers silicifiés ; c'est le "banc à silice", niveau repère essentiel du Trias briançonnais (10-20 m) ;

– "calcaires vermiculés supérieurs" : calcaires gris sombre, un peu argileux, bioturbés, intercalés de fréquents niveaux décimétriques de dolomie jaune ou blanche (20 m). Vestiges d'une faune à encrines, petits brachiopodes et lamellibranches. Ce niveau se termine par un ou plusieurs bancs dolomitiques blanc sale surmontés d'un niveau très caractéristique de schistes dolomitiques orangés matérialisant une assez longue émergence ("niveau d'émergence").

Sur le terrain, l'ensemble tc1-tc2 se reconnaît facilement par le fait que les accidents dolomitiques (granules, fibres, cloisons) ont une patine jaune (sauf dans le niveau à *Physoporella*), alors que dans le terme tc3, ils sont toujours blancs.

TRIAS SUPÉRIEUR	NORIEN	Rhétien	Calcaires lumachelliques		tc7	
		CARNIEN	supérieur	Argilites Dolomies blondes	Formation bréchique	tc6
			inférieur	Grès à végétaux Complexe schisto-dolomitique basal		tG tc5
	TRIAS MOYEN	LADINIEN	supérieur	Dolomies grises Couche à <i>M. goldfussi</i> Dolomies blanches	S9 S8 S7	tc4
			inférieur	Calcaires rubanés	S6	Formation de Champcella tc3
ANISIEN		supérieur	Niveau d'émerison	S5	Formation de St-Triphon	tc2
		moyen	Niveau à silex	S4		
		inférieur	Calcaires vermiculés	S3 S2		tc1
TRIAS INF	SPATHIEN	Pélites-Evaporites	S1	tc0s		
		Quartzites		tc0		

Fig. 1 - Stratigraphie du Trias et subdivisions cartographiques retenues (d'après Mégard-Galli et Baud, 1977)

tc3. Anisien supérieur – Ladinien inférieur. "Calcaires rubanés" (formation de Champcella, 150 à 250 m). Alternance monotone de calcaires francs, gris bleuté, à mouchetures et oolithes dolomitiques blanchâtres, et de bancs dolomitiques blancs. Les premiers montrent un aspect rubané dû à la présence de lits plus sombres, d'où le nom de la formation. Le litage (parfois entrecroisé) est souligné par des granules dolomitiques à patine jaune.

L'épaisseur, la monotonie, la couleur gris bleuté sombre, le rubanement fin du calcaire et la couleur blanche des accidents dolomitiques permettent la distinction de cette série de celle de l'Anisien. Les fossiles sont rares (*Encrinus liliiformis* et *Diplopora uniserialis*).

En quelques points (Mont Coua, Roc de la Pêche, Roc Mugnier) ces calcaires passent, à leur partie supérieure, à des dolomies saccharoïdes, à toucher rude et patine sombre ("dolomies noires" des environs de Briançon).

tc4. Ladinien supérieur. "Dolomies supérieures" (50 à 60 m). Ce complexe dolomitique comprend deux termes facilement reconnaissables. De bas en haut :

– des dolomies blanches (30 m env.), à grain très fin, azoïques, massives mais bien stratifiées, montrant fréquemment des laminations algaires et des brèches de dessiccation ;

– des dolomies gris sombre (20-30 m), bien litées, à lits de schistes gris.

A la base du deuxième ensemble, un niveau a fourni quelques *Myophoria* (*Costatoria*) *goldfussi*.

Localement, le Ladinien se termine, comme l'Anisien, par quelques décimètres de lits schisteux orangés à verts et de dolomies claires en petits bancs probablement liés à une émergence qui clôt le cycle sédimentaire du Trias moyen mais une origine cinéritique peut être envisagée pour certains lits de schistes colorés.

tc5. Carnien p.p. Calcaires noirs et brèches dolomitiques. D'épaisseur très variable mais jamais supérieure à 80 m, ce terme n'a pas fourni de fossiles et est attribué au Carnien seulement par sa position dans la série stratigraphique et certaines ressemblances avec le Carnien mis en évidence dans le Briançonnais classique. Il peut se présenter de deux façons :

– dans les coupes les plus classiques de la feuille Modane (Roc de la Pêche, Roc de la Vallette), alternance de dolomies jaunes ou kaki, de calcaires noirs en plaquettes et de lits bréchiques. L'ensemble, épais de 30 à 40 m, est concordant sur le Ladinien ;

– par places – Tête Noire (au Sud du col de Chavière), Mont Coua, Roc des Eaux Noires, Combe de Chanrouge (au SW du Roc de la Pêche) – ce sont des brèches massives, à patine brune, jaune ou orangée, qui reposent en discordance sur les dolomies ladinienne qu'elles ravinent. Cette discordance correspond probablement à la "crise distensive carnienne" des auteurs mais on ne peut pas exclure qu'il s'agisse de la crise distensive liasique, auquel cas ces brèches pourraient être liasiques. Elles ne remanient, de toute façon, que du matériel triasique.

Dans l'hypothèse d'un âge triasique de ces brèches, c'est donc avec ce terme tc5 que se terminerait la série triasique des unités briançonnaises classiques (c'est-à-dire sans Lias marin). Les termes sus-jacents ont pu être érodés lors de l'émergence liasique, ou bien ne se sont jamais déposés par suite de l'émergence précoce de cette partie du domaine briançonnais.

Le Dogger vient en effet en transgression sur le Carnien ou le Ladinien (Roc de la Pêche), voire sur l'Anisien ou même les quartzites du Trias inférieur (Rochers du Pelve).

En beaucoup de points, la série triasique est tectoniquement tronquée à son sommet qui est alors toujours le Carnien inférieur. Cette troncature sommitale est interprétée comme un plan de décollement lié à un important horizon évaporitique d'âge carnien supérieur. Cet horizon n'est pas connu en place, mais les gypses allochtones de Vanoise contiennent des lentilles de schistes à *Equisetum* d'âge carnien supérieur.

Par ailleurs, les sédiments attribués au Carnien renferment localement, à leur sommet, des lits de microbrèches à ciment de cargneule, voire de véritables cargneules vacuolaires rousses qui s'accordent bien avec l'existence d'anciens niveaux évaporitiques.

tc6. Norien p.p. "Hauptdolomit" ou "dolomie principale" (50 à 60 m visibles, mais le terme est toujours tronqué à la base). Dolomies blondes ou blanchâtres, en gros bancs bien stratifiées à grain fin, séparés par des lits argileux gris, parfois verdâtres ou violacés dont les plus élevés pourraient être des tonsteins. Ces dolomies ont fourni des *Worthenia* aux Coëtets (Nord de Termignon). Elles sont caractéristiques des unités à Lias marin, de type Grande Motte, dont elles forment le terme le plus ancien. A leur sommet, elles passent progressivement au Rhétien.

On a également attribué au Norien certaines dolomies massives, bréchiques, dans des unités briançonnaises n'appartenant pas à l'unité de la Grande Motte (Roc du Bourget, Rocher de l'Envers de Sollières).

tc7. Rhétien (10-60 m). Alternance de schistes dolomitiques, de dolomies noires à patine brune ou jaune et de calcaires gris foncé à noirs, parfois lumachelliques, tous ces termes en petits bancs bien stratifiés. Dans la coupe des Coëtets (Nord de Termignon), un banc de dolomie grise a fourni de petits gastéropodes (*Procerithium* ?).

### La série post-triasique

11. Lias inférieur (Hettangien probable). Limité aux unités à Lias marin, il est fait de quelques gros bancs de calcaires marmoréens gris ou noirs, spathiques, qui surmontent toujours le Rhétien. Localement, ces calcaires renferment des colonies de polypiers recristallisés en calcite blanche ("Mont des polypiers", sur l'arête entre la Losa et Bellecôte, au Sud de la Dent Parrachée). Un polypier bien conservé, trouvé en éboulis dans le haut vallon du monolithe de Sardières, a pu être déterminé comme un *Thecosmilia* d'affinité rhétienne à hettangienne. Aux polypiers sont associés des bélemnites, des lamellibranches (gryphées, mégalodontes) et des gastéropodes, difficilement déterminables mais toujours à cachet hettangien (La Losa, chalets de Chavière, "col Demi-Lune" sur l'arête est de la Dent Parrachée, cote 2732 au SE du glacier de l'Arpont).

Vers l'Est, ce niveau calcaire massif s'efface : aux Coëtets, le Lias inférieur est fait d'un calcaire noir, schisteux, à lits dolomitiques, contenant encore quelques polypiers.

1. Lias. Il est caractéristique de l'unité Grande Motte – Dent Parrachée. Il se présente tantôt sous forme de calcschistes phylliteux qui, lorsqu'ils sont suffisamment métamorphiques, deviennent très difficiles à

distinguer des schistes lustrés piémontais, tantôt sous forme de calcaires plaquetés gris bleuté, à fines zones siliceuses blanches ou jaunâtres qui soulignent le microplissement. Mais la silice peut se présenter aussi sous forme d'une trame spongieuse grise.

Le métamorphisme et l'intense déformation du matériel ne permettent pas pour l'instant d'y établir une stratigraphie même lithologique, ni d'en évaluer l'épaisseur réelle (quelques centaines de mètres ?).

Les fossiles sont très rares : *Arnioceras* du Sinémurien (au Plan des Nettes, sur la feuille Tignes), *Paltechioceras* du Lotharingien supérieur (en éboulis), quelques bélemnites et des fragments de polypiers recristallisés. La formation est surtout datée par encadrement entre les calcaires hettangiens et ceux du Bathonien (qui n'affleurent pas sur la feuille Modane mais plus au Nord, dans le massif de la Grande Motte).

Le Lias est parfois bréchique à sa base (1) (Rocher de l'Envers de Sollières, butte 2732 au SE du glacier de l'Arpont, dite "Petit Mont"). Ces brèches sont à matériel dolomitique.

**jm. Dogger.** Il est limité sur la feuille Modane, aux unités briançonnaises charriées sur la zone houillère et aux écaillés de la cicatrice de Chavière, y compris le Roc de la Vallette. Celui du Roc du Bourget, isolé tectoniquement, est dans une position paléogéographique incertaine. Les meilleures coupes se trouvent sur le versant oriental du chaînon Roc de la Pêche – Aiguille du Mône, ainsi que sur l'arête SE de l'Aiguille du Fruit.

Le Dogger y comprend trois termes :

● **Des couches continentales de base.** Elles débutent parfois par des croûtes calcaires très minéralisées (anciennes concrétions dues à des phénomènes d'évaporation ?), de minces dépôts calcaréo-dolomitiques palustres (traces de racines) ou des conglomérats fluviaux à ciment carbonaté (Les Prioux). Au-dessus se développent :

– soit des *argiles bauxitiques* ou des *bauxites*, de couleur verte (Roc de la Pêche) ou rouge (col du Mône, Aiguille du Rateau), transformées par le métamorphisme alpin en une association minérale à diaspore, séricite et chloritoïdes. Le banc vert à chloritoïdes du Roc de la Pêche se présente comme un niveau de 1 à 2 m d'épaisseur reposant régulièrement sur la surface du Trias. C'est aussi le cas du matériel argilo-bauxitique rouge du col du Mône, tandis que celui de l'Aiguille du Rateau forme localement le ciment d'une brèche à matériel dolomitique ou s'infiltre dans un paléokarst.

La bauxite rouge est évidemment l'équivalent latéral de l'argilite verte mais elle est plus évoluée chimiquement parce que plus tardivement immergée (elle est en effet recouverte par le Callovien). Les deux faciès sont considérés comme un sédiment allochtone déposé par des ruissellements et issu de l'altération d'un socle granitique émergé, probablement plus oriental ;

– soit des *schistes noirs hyperalumineux à carpholite* (10 à 15 m, Roc de la Pêche). Il s'agit d'anciennes vases organiques palustres (débris de plantes) et, de fait, ces schistes sont localement charbonneux et relativement riches en hydrocarbures. Par ailleurs, ils sont coupés de bancs de grès quartzitique qui représentent des chenaux fluviaux dans un paysage de marais deltaïques colonisés par une végétation de type tropical humide.

L'enrichissement en alumine indique qu'il est contemporain du dépôt des bauxites.

● **Des plaquettes calcaréo-dolomitiques**, localement riches en fossiles. C'est un des faciès classiques du "Dogger à *Mytilus*". Débutant parfois par un mince niveau de calcaires noirs conglomératiques, ce terme, qui ne dépasse pas 3 à 4 m d'épaisseur, comprend essentiellement des calcaires dolomitiques schistoïdes noirs, parfois oncolithiques, à patine jaune ou rougeâtre. Ils sont très fossilifères en certains points : échinides, huîtres, pectinidés, mytilidés, nérinées, bryozoaires, débris de poissons, etc. du Bathonien moyen. Ce niveau manque dans la partie sud du Roc de la Pêche où le terme suivant repose directement sur les calcaires noirs conglomératiques.

● **Des calcaires noirs** (15 à 25 m), fétides, bien lités ou en gros bancs, autre faciès classique du "Dogger à *Mytilus*". Ils représentent l'essentiel de la formation cartographiée sous le nom de "Dogger" (qui ne comprend pas le Callovien, cartographiquement bloqué avec le "Malm", plus clair et plus massif). Il peut reposer sur n'importe lequel des termes précédents. Les fossiles y sont beaucoup plus rares et moins bien conservés (oursins, bryozoaires, rares polypiers solitaires, petits gastéropodes, pectinidés, crinoïdes). Age bathonien d'après les nérinées du massif de la Portetta, plus au Nord (feuille Moûtiers) et *Pseudocyclamina maynci* à l'Aiguille du Fruit. La présence de fer ferreux et de matière organique indique un milieu de sédimentation peu profond, abrité et confiné.

Dans les écailles de la *cicatrice de Chavière*, beaucoup plus laminées, le Dogger est fait de calcaires cristallins noirs, massifs ou en plaquettes, à enduit hématitique rougeâtre, où les fossiles (polypiers ?) sont à peine discernables. La base de la formation est localement microbréchique et contient parfois des blocs de dolomie triasique.

Enfin au *Roc du Bourget*, le Dogger, épais de 0 à 40 m, débute par des calcaires sombres, mal stratifiés, microbréchiques, surtout à la base du roc. Puis viennent des calcschistes à patine sombre qui forment un couloir vertical, bien visible dans la face SW du rocher. La coupe se termine par un banc de 2 m de calcaire noir à silex gris qui est probablement déjà callovien. Les fossiles, toujours mal conservés et peu abondants, sont typiques du Dogger briançonnais (notamment des colonies de bryozoaires). Ce Dogger est transgressif sur des dolomies bréchiques attribuées au Trias supérieur et qui constituaient donc un paléorelief.

js. "Malm". Sous ce terme, on désigne quelques mètres ou dizaines de mètres d'un marbre à patine claire, massif, qui contraste lithologiquement avec le Dogger sous-jacent, plus lité et plus sombre. A la différence du Briançonnais classique, aucun niveau noduleux rouge, du type "marbre de Guillestre", n'apparaît à sa base. Ce marbre, en général très recristallisé, n'a fourni aucun fossile déterminable sauf au Roc du Bourget où sa base, de couleur plus sombre, a donné des ammonites du Callovien supérieur (*Hecticoceras* cf. *metomphalum*, *Lissoceras* sp., *Grossouvria* sp., périsphinctidés, phyllocératidés abondants), avec des *Aptychus* et des bélemnites. La limite lithostratigraphique entre "Dogger" et "Malm" cartographiques ne correspond donc pas exactement avec la biostratigraphie.

Dans les coupes du Roc de la Pêche, de l'Aiguille de Chanrossa et des Prioux, le "Malm", épais de 20 à 60 m, se laisse diviser en deux ensembles lithologiques :

- un *ensemble inférieur* (10 à 30 m), de calcaires gris, à cassure sombre, un peu fétides sous le marteau, contenant d'assez fréquentes traces d'organismes (gastéropodes, lamellibranches, radioles d'oursins, oncolites), avec parfois de la dolomie secondaire, diffuse ou en lentilles (Rateau). Il existe aussi un niveau métrique, assez constant, de zones siliceuses blanches vers le sommet de cet ensemble ;
- un *ensemble supérieur* (10 à 30 m), fait d'un marbre très cristallin ("marbre ivoirin" des auteurs), pratiquement sans fossiles. Ce deuxième ensemble correspond nettement au Malm supracallovien du roc du Bourget.

La masse inférieure des calcaires du "Malm" pourrait donc être callovienne ce qui expliquerait que ses conditions de sédimentation et sa faune rappellent celles du Bathonien.

Dans le doute et en raison d'une distinction souvent difficile, ces calcaires massifs gris ont été groupés avec ceux du Malm s.s.

*Dans les écailles de la cicatrice de Chavière*, le "Malm", d'épaisseur réelle inconnue, est fait de calcaires gris ou blancs, à accidents siliceux.

Enfin, *dans les unités à Lias marin* (Dent Parrachée, Rochers du Châtel), le Malm repose directement sur ce dernier. Au sommet de la Dent Parrachée, il débute par 4 ou 5 m de marbre noir (Callovien ?) puis viennent les marbres ivoirins habituels du Malm s.s. (15 m environ).

**Cs-e. Crétacé supérieur - Paléocène. "Marbres chloriteux"** (10 à 60 m). Le plus souvent, ce sont des marbres compacts, à patine jaunâtre, verdâtre ou rosée, mais toujours plus sombre que celle du Malm sous-jacent. La chlorite, finalement peu abondante, se localise dans les plans de schistosité. Cette chlorite en milieu calcaire est un véritable fossile caractéristique de la formation. Dans certains affleurements, le faciès devient celui de calcschistes grisâtres, plus fissiles, toujours finement phylliteux. A la carrière d'Aussois, au Roc du Bourget, aux Rochers du Châtel, les marbres chloriteux verts ou gris sont localement très riches en épidote.

Les marbres chloriteux montrent deux ensembles parfois superposés sur une même verticale :

- un *ensemble inférieur*, d'âge crétacé supérieur imprécis, car il a fourni des formes rappelant les *Rotalipora* du Cénomani (Rochers du Châtel) et des *Globotruncana* (Sénonien) mal conservées (Roc de la Pêche, Dent Parrachée, carrière d'Aussois). Cette partie crétacée peut manquer totalement ;
- un *ensemble supérieur*, apparemment toujours présent, d'âge paléocène, mais daté seulement par son hard ground de base qui a donné des *Globorotalia* et de grandes globigérines à test épais, largement perforé (col du Mône). Le Paléocène est souvent plus calcschisteux et phylliteux que le Crétacé supérieur, mais il peut aussi être fait de calcaires massifs qui sont alors de couleur pourpre ce qui est très rare pour le Crétacé supérieur.

Les marbres chloriteux reposent sur le Malm soit directement, et parfois même en le ravinant, soit par l'intermédiaire de minces encroûtements phosphatés et minéralisés (hard grounds), verts, violacés ou

pourpres, qui ont fourni des microfaunes beaucoup mieux conservées que dans les marbres sus-jacents. Les hard grounds verts datés ont en général fourni des microfaunes crétacées, les rouges des microfaunes tertiaires. Les premiers sont riches en chlorite, les seconds en oxyde de fer et manganeuse, avec une texture noduleuse (microgalets de calcaires encroûtés de concrétions algaires ou bactériennes).

Localement, la base des marbres chloriteux peut être une brèche à cailloux de Trias dolomitique (Roc du Bourget), plus rarement de calcaires jurassiques (Lac du Rateau).

**eS. Eocène inférieur - moyen. "Schistes de Pralognan".** Schistes et calc-schistes noirs, alternant avec des calcaires gréseux à patine sombre, attribués à l'Eocène du fait de leur passage progressif, vers le bas, aux marbres chloriteux paléocènes sous-jacents, passage visible sur la feuille dans quelques coupes (Ouest du lac du Rateau, Sud des lacs Merlet). Cette formation est considérée comme l'équivalent plus ou moins métamorphique du "flysch noir" Briançonnais ou de celui des Préalpes Médiannes, tous deux d'âge éocène encore mal précisé.

### ZONE DES GYPSES

**tg. Gypses triasiques.** Ces roches montrent souvent un rubanement peut-être hérité d'une ancienne stratification mais qui n'est plus que la traduction d'une texture particulièrement fluidale. L'énormité de certaines de ces masses d'évaporites et leur relief prononcé (promontoire des chalets du Jeu, à l'Est de Bramans, par exemple) suggèrent qu'elles sont probablement toujours en mouvement et que leur surrection compenserait leur dissolution.

L'âge de ces évaporites est vraisemblablement carnien supérieur (cf. *infra*). Leur origine paléogéographique n'est pas encore définitivement élucidée. Elles proviendraient soit de certains secteurs Briançonnais soit de la limite entre Briançonnais et Piémontais. Au niveau de ce dernier domaine, les évaporites auraient été particulièrement épaisses, donc susceptibles d'évoluer en diapirs remontant vers la surface où elles auraient été étalées et entraînées par la nappe des schistes lustrés au cours de sa mise en place.

**ts, td. Schistes à *Equisetum* du Carnien et dolomies associées.** Les gypses contiennent des lentilles de schistes noirs et de grès feldspathiques et micacés, en petits bancs, à grain fin, portant des empreintes végétales indéterminables. Cette flore est surtout connue par le gisement de la Dent du Villard (feuille Moûtiers) et celui de la Pointe de Bellecombe (feuille Lanslebourg), plus proche, où elle a fourni entre autres, *Equisetum myrtharum* du Keuper moyen germanique. Schistes et grès sont associés à des dolomies jaunâtres en petits bancs et même à des calcaires gris clair, très purs, parfois lumachelliques.

Ce cortège de roches n'est conservé avec sa stratigraphie originelle qu'en quelques rares points au sein des gypses, notamment en rive droite de l'Arc, au Nord de Bramans, si bien que l'on peut être assuré que les schistes à *Equisetum* sont parties intégrantes des évaporites du Keuper et plus précisément du Carnien supérieur. On admet ainsi que le Carnien

représenterait l'épisode évaporitique principal du Trias dans le domaine pennique interne.

tk. **Cargneules.** Roches calcaires vacuolaires et scoriacées, dures ou ter-reuses, à patine jaune ou rousse, toujours liées aux masses gypseuses qu'elles peuvent parfois remplacer complètement. On les attribue classi-quement à l'altération chimique de dolomies par des eaux d'infiltration chargées de sulfates. Cette explication vaut aussi bien pour les dolomies primitivement intercalées dans le gypse que pour des brèches tectoniques à matériel dolomitique mises au contact du gypse dans les plans de friction que ces gypses injectent souvent. L'âge de ces cargneules bréchi-ques est alors celui de la tectonisation du complexe où elles sont enga-gées. Il y a tous les passages entre les véritables cargneules et les croûtes calcaires cimentant des brèches de pente en pays gypseux ("monolithe" de Sardières).

### ZONE DES SCHISTES LUSTRÉS

Il s'agit d'un ensemble de calcschistes épimétamorphiques sans gran-des différenciations lithologiques et qu'on a donc laissés indivis sous la notation **SL** (*schistes lustrés*).

Cependant, dans les environs de Termignon, trois termes lithologiques apparaissent assez nettement dont la succession, apparemment stratigra-phi-que, permettrait une corrélation avec les séries décrites plus au sud (Queyras) où l'on peut maintenant distinguer un Malm – Néocomien cal-caire, un Crétacé moyen *s.l.* à faciès de "black shales" et un Crétacé supé-rieur calcschisteux daté par des *Globo truncana*.

**SLC1. Malm – Néocomien (?)**. Cet ensemble débute par un banc de calcaire noir ou gris, plus ou moins boudiné, à débris de serpentine remaniés. On ne l'observe qu'à la carrière d'amiant de Termignon où il repose directe-ment sur les serpentines ( $\Lambda$ ). Au-dessus, viennent des calcaires en bancs décimétriques alternant avec de minces lits schisteux, et présentant localement des zones siliceuses (5 à 10 m).

**SLCm. Schistes noirs calcareux (100 m ?)**. On peut y voir l'équivalent des "black shales" du Crétacé moyen (?).

**SLC5. Crétacé supérieur (?)**. Ensemble franchement calcaire, assez hétéro-gène dans le détail. Le faciès dominant est celui de calcaires plus ou moins fortement schistosés, à patine grise ou gris jaunâtre. Mais il peut exister des faciès plus massifs, de couleur claire, parfois à petites séquen-ces détritiques granoclassées (sortie amont de Termignon, en bordure de la N 6, falaise entre le point coté 2713 et les granges de Suffet, au NNE de Termignon). Cet ensemble, qui a fourni des restes de microfaune malheu-reusement indéterminables, pourrait représenter le Crétacé supérieur. Sa déformation rend illusoire toute tentative d'évaluer son épaisseur pri-mitive (quelques centaines de mètres ?).

**θ. Gabbro de Villarodin** (*euphotide* des anciens auteurs), à grands cris-taux de diallage, en affleurements plus ou moins glissés et en éboulis à Villarodin même.

Dans les Alpes internes, de telles lames de gabbro se rencontrent souvent au sein des schistes lustrés d'origine liguro-piémontaise. Leur association avec des lames de serpentine, des diabases en coussins ou des radiolarites fait considérer le tout comme des ensembles ophiolitiques. Mais ici les affleurements sont trop isolés au milieu de la forêt, sans contexte sédimentaire et trop disloqués par les glissements de terrain pour que l'on puisse se prononcer sur leur véritable signification.

**A. Amiante de Termignon.** Elle provient probablement de l'altération de serpentines. Elle a fait l'objet d'une tentative d'exploitation.

### TERRAINS D'APPARTENANCE INDÉTERMINÉE

**Sf. Schistes de la Crête de la Freyt** (angle NE de la feuille). Alternance de schistes sombres et de calcaires gris assez massifs mais bien stratifiés. Cette formation n'a fourni aucun fossile et ne peut être rattachée avec certitude à aucun des ensembles décrits.

On peut lui rapporter un affleurement dans la zone des écaïlles du col de Chavière, au Nord du col (La Rama).

### QUATERNAIRE

Les "rock-glaciers" (*glaciers rocheux*) sont très fréquents dans toutes les parties hautes du massif. Ils résultent de la mise en mouvement d'éboulis ou de moraines grâce au film de glace reliant les blocs les uns aux autres. Le glissement de l'ensemble donne des bourrelets très caractéristiques qui ont été figurés par des traits bleus superposés à la couleur de l'éboulis ou de la moraine, suivant la nature du matériel originel.

**Gk. Moraines de cargneules reconstituées.** Dans la Combe du Rateau, à l'Ouest du Petit Mont Blanc, des formations morainiques presque exclusivement constituées de débris de cargneules ont été cimentées par les eaux d'infiltration et donnent une véritable cargneule reconstituée dont la masse prolonge un ancien vallum morainique.

**G, Gw. Glaciaire wurmien.** Il se présente sous forme d'un manteau morainique sans formes propres, souvent envahi par la végétation, garnissant les pentes. Dans les hautes vallées (cirque de Val Thorens notamment), des vallums latéraux, plus rarement frontaux, sont conservés et permettent parfois de séparer plusieurs stades (environs des chalets de Caron, à l'Ouest de Val Thorens, par exemple).

**FGz. Alluvions fluvio-glaciaires récentes à actuelles.** Elles sont liées à la décrue succédant à la dernière poussée glaciaire (glacier du Pelve dans le vallon de la Letta, à l'angle NE de la feuille).

**Gz. Formations glaciaires post-wurmiennes à historiques.** On a groupé sous cette notation les moraines très fraîches qu'abandonnent les glaciers actuels et qui datent peut-être de la crue des 17<sup>e</sup> et 18<sup>e</sup> siècles, comme au pied de la Grande Casse plus au Nord (feuille Moûtiers).

**Fy. Alluvions anciennes**, formant terrasse au-dessus de la vallée de l'Arc. Faute d'éléments de datation, on a regroupé sous cette dénomination des terrasses qui ne sont pas forcément contemporaines.

**Fz. Alluvions actuelles** des grandes vallées et des dépressions plus ou moins tourbeuses des lacs d'altitude comblés.

**Jy. Cônes de déjection anciens**, envahis par la végétation et se raccordant à la surface des terrasses alluviales anciennes.

**Jz. Cônes de déjection actuels**, se raccordant aux alluvions modernes de l'Arc et de ses affluents.

**Rtk. "Croûte calcaire"** (fausse cargneule). Entre Aussois et Termignon, les basses pentes du massif de la Dent Parrachée sont revêtues d'une croûte calcaire cimentant des blocs de toutes tailles, croûte que les auteurs ont parfois appelée "cargneule" à cause de son aspect vacuolaire ou carié et de sa patine jaunâtre. Manifestement cette croûte calcaire est liée aux gypses de base de la nappe des schistes lustrés car elle correspond à l'extension et à la position que ces gypses ont dû avoir sur le versant avant d'être éliminés par l'érosion. De fait, cette croûte est encore en liaison avec le gypse en quelques points situés au Sud de la route d'Aussois à Sardières.

Les blocs inclus dans cette croûte sont, pour la plupart, des écailles tectoniques plus ou moins broyées jalonnant le contact de base de la nappe des schistes lustrés. Les plus grandes d'entre elles ont été cartographiées. Une partie de cette croûte peut donc être considérée comme une véritable brèche tectonique à ciment de cargneule mais une autre partie n'est qu'une brèche de pente à éléments dolomitiques et ciment de cargneule : elle témoigne du caractère relativement récent d'une partie au moins de la formation qui serait donc liée à la circulation d'eaux très minéralisées au contact des gypses.

Ces brèches, qu'elles soient tectoniques ou de pente, sont plus ou moins indurées et compactées suivant les points. Les parties les plus dures ont été dégagées par l'érosion et donnent des reliefs mamelonnés ou des aiguilles ("monolithe" de Sardières).

**E. Éboulis.** On n'a pas, en général, séparé les éboulis actifs des éboulis anciens souvent envahis par la végétation, mais les premiers ont été soulignés sur la carte par un figuré spécial quand leur morphologie est particulièrement typique. Un certain nombre de ces cônes actifs sont également des cônes d'avalanches.

Les éboulis anciens sont très souvent mêlés de moraines plus ou moins remaniées et la séparation entre ces deux types de formations n'est pas toujours possible.

On a indiqué par un figuré spécial les éboulis à gros blocs, les tassements sur place et les éboulements en masse, surtout fréquents dans le Houiller briançonnais.

Enfin, une surcharge spéciale indique les formations de versants glissées ou en cours de glissement. Elles sont particulièrement fréquentes dans le Houiller briançonnais, notamment en rive droite de l'Arc et dans les schistes lustrés en rive gauche.

X. **Dépôts artificiels** liés aux terrassements de la route d'accès au tunnel routier du Fréjus (Sud de Modane).

## PHÉNOMÈNES GÉOLOGIQUES

### TECTONIQUE

#### Caractère généraux

La plus grande partie de la feuille appartient à la zone briançonnaise *s.l.* La nappe des schistes lustrés n'apparaît qu'à l'angle SE, au-delà d'une ligne Termignon-Modane.

#### La zone briançonnaise

Son ossature est constituée par deux axes de terrains primaires :

● **La zone houillère briançonnaise**, à l'Ouest, dont la couverture stratigraphique ne dépasse pas, sur la feuille Modane, les quartzites de base du Trias. Les termes plus récents ont disparu, soit par le fait d'une érosion ancienne (antépriabonienne ?), soit par suite de leur décollement et de leur glissement vers le NW : on en retrouverait des restes dans les Préalpes, bien que la plus grande partie ait dû être érodée. Une fois cette couverture originelle disparue, une couverture "de substitution", charriée, a pris sa place et constitue actuellement les massifs calcaires de l'Aiguille du Fruit, Roc de la Pêche, col du Mône. Il n'est même pas impossible que des schistes lustrés aient pu être également transportés sur cette zone houillère comme ils l'ont été plus au Nord, au Mont Jovet (feuille Moûtiers). Les gypses du Petit Mont Blanc pourraient alors appartenir à la semelle évaporitique de cette nappe.

● **La coupole des micaschistes de l'Arpont (dôme de Chasseforêt)**, à l'Est. Sur ces micaschistes repose le Permien, métamorphisé, étiré et replissé qui "bourre" vers l'Ouest, dans la bande courant depuis le refuge de la Vallette à Modane par la Pointe de l'Echelle. Il représente l'ancienne couverture stratigraphique des micaschistes de l'Arpont mais le contact actuel peut être localement tectonisé et les micaschistes sont eux-mêmes écaillés, notamment sur la retombée orientale du dôme.

Sur ces terrains primaires, repose un Mésozoïque décollé et même fortement replissé. On peut y distinguer deux ensembles :

- un ensemble où dominent les quartzites du Trias sur lesquels reposent directement le Dogger ou le Malm (massif du Pelve) ;
- l'unité de la Grande Motte, représentée ici par les écaillés de la Dent Parrachée.

L'édifice précédent résulte évidemment d'un premier charriage (ou ensemble de charriages), vers le NW, d'unités de couverture décollées. Mais les structures actuellement visibles montrent le plus souvent un déversement systématique vers l'Est, dû à des mouvements tardifs ("rétro-charriage" des auteurs).

Les deux axes paléozoïques de la zone briançonnaise sont séparés par la "cicatrice Modane – Chavière" qui est une zone d'écrasement impliquant un rapprochement latéral important du socle de Vanoise

méridionale et de la zone houillère. Dans cette cicatrice sont pincées des écailles briançonnaises d'origine variée, y compris des éléments de l'unité de la Grande Motte.

### La nappe des schistes lustrés

Reposant sur le Briançonnais par l'intermédiaire d'une semelle d'évaporites exotiques ("nappe des gypses"), elle n'occupe que l'angle SE de la feuille et sa structure interne est difficile à élucider en raison de son intense déformation et des glissements superficiels.

En principe, elle offre la disposition d'un synclinal d'axe WSW-ENE, entre les culminations récentes du massif d'Ambin au SE et du dôme de Chasseforêt au NW, mais ce synclinal est perturbé par des accidents transverses (anticlinal diapir de Bramans et "horst" des Balmes – Forêt des Tannes ramenant en surface un prolongement possible de l'axe anticlinal qui, sur la feuille Lanslebourg, donne naissance à la fenêtre du même nom). Ces anticlinaux d'orientation différente traduisent la complexité des tectoniques superposées.

## Structure des principaux ensembles

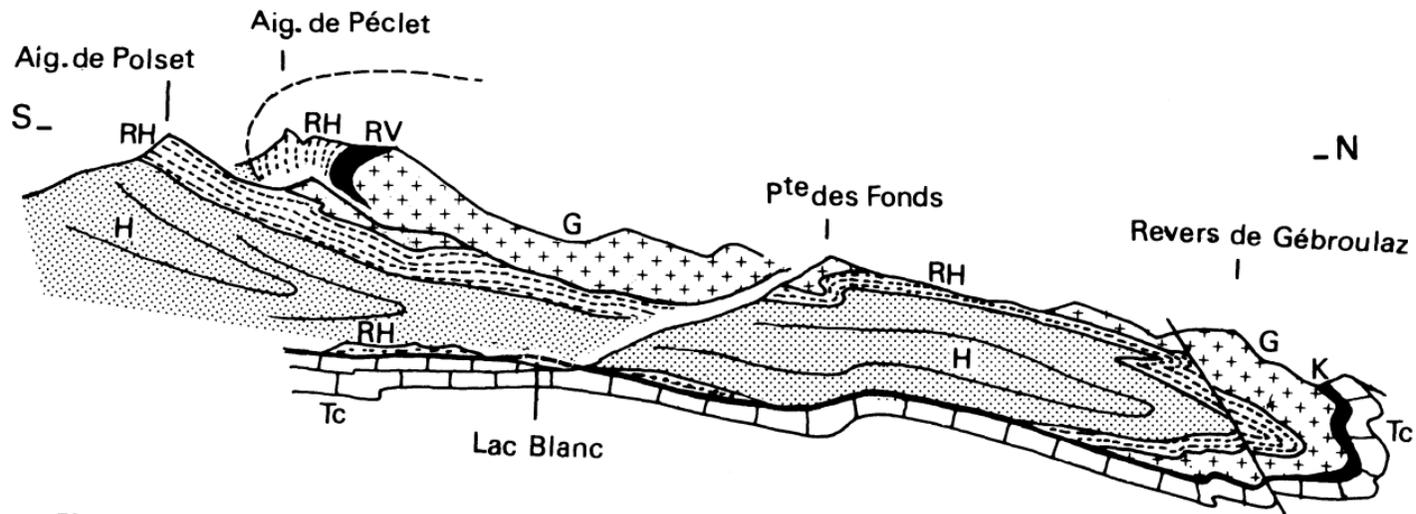
### La zone houillère

Le détail de sa structure est difficile à mettre en évidence en raison des glissements de terrain et de la monotonie des faciès. Tout au plus peut-on discerner de grandes structures tardives dont les principales sont, d'Ouest en Est (voir coupes colorées en bas de carte) :

- *la zone synclinale de Saint-Martin-de-Belleville*, fortement écaillée, qui fait apparaître du Permien et des quartzites triasiques dans l'angle NW de la feuille. Sur la feuille voisine (Saint-Jean-de-Maurienne), ces écailles chevauchent la zone subbriançonnaise par l'intermédiaire de lames de Trias dolomitique et d'un gros coussinet gypseux ;
- *le synclinal de la Pointe de la Masse*, où est conservé le Stéphano-Permien (assise de Courchevel) ;
- *le vaste anticlinal de La Praz*, grâce auquel affleurent, dans la vallée de l'Arc, les termes les plus anciens de la série ("grès de La Praz", peut-être namuriens ?). Cet anticlinal est déversé vers l'Est et, dans son flanc inverse, se développe le complexe des gneiss du Sapey dominant Fourneaux.

Ces grandes structures tardives masquent probablement une structuration plus précoce qui apparaît nettement sur la bordure interne de la zone houillère et surtout dans le massif de Pécelet – Polset où les conditions d'observation sont meilleures. Là, *trois générations de plis se superposent* :

**Les plus anciens (P2)** ont des axes transversaux à la chaîne et sont à vergence nord, avec des plans axiaux très couchés. Ce sont le synclinal couché de l'Aiguille de Pécelet et l'anticlinal, également couché, du Lac Blanc (fig. 2).



TC : Trias carbonaté, G : Gneiss du Sapey, H : Houiller, K : Cargneules, RH : Stéphano-Permien, RV : Roches volcaniques associées aux gneiss du Sapey.

**Fig. 2 - Les plis P2 du massif de Péclet-Polset**

● *Le premier* est bien visible à l'Aiguille de Péclet. Son flanc inverse est formé par le Stéphano-Permien de cette aiguille qui dessine très bien la charnière. Le coeur du pli est fait par le complexe des gneiss du Sapey qui s'étend vers le Nord en direction de l'Aiguille du Borgne. La faille (récente) de Gébroulaz coupe en deux ce pli ancien et en décale les deux compartiments.

● *Le second* est à coeur houiller. Son flanc normal est formé par le complexe des gneiss du Sapey de la Pointe des Fonds (prolongeant vers le Nord les contreforts de Péclet – Polset, (fig. 2)). Sa charnière et son flanc inverse sont bien dessinés par les carbonates triasiques du Roc des Eaux Noires et du verrou du Lac Blanc enveloppant le Houiller en couverture de substitution. Ce pli succède régulièrement au synclinal de l'Aiguille de Péclet.

Ces deux mégastructures sont accompagnées de plis de plus petite dimension dont les axes sont généralement orientés du N 80 au N 120, plus rarement du N 60 au N 80 (promontoire du Sapey, Grand Planay).

Toutes ces structures synchisteuses se retrouvent, comme nous le verrons, dans la couverture briançonnaise charriée sur la zone houillère. Si l'on désigne par le chiffre 1 cette phase de charriage, ou plus exactement de substitution de couverture, les plis qui viennent d'être décrits et qui affectent aussi bien le Houiller que sa couverture sédimentaire, appartiennent donc à une phase postérieure, dite 2.

**Ces plis anciens P2 ont été déformés par des plis P3** d'axe subméri dien (N 10 à N 25), à vergence est (plans axiaux pentés à l'Ouest). Les nouvelles structures, d'ampleur plus faible que les précédentes, sont surtout visibles dans la partie nord de la feuille. Il s'agit essentiellement :

– *du synclinorium faillé de Gébroulaz*, rempli de quartzites triasiques presque invisibles sous le glacier de même nom, mais qui apparaissent sur sa rive droite, au SW du col du Soufre. Ce pli de Gébroulaz déforme le flanc normal du synclinal de l'Aiguille de Péclet ;

– *de l'anticlinal du Plan des Génisses*, près du refuge du Saut, très isolé entre deux failles importantes et qui déforme le prolongement occidental du flanc normal de l'anticlinal du Lac Blanc (P2).

**Une troisième génération de plis (P4)** a été identifiée très localement (Grand Planay), avec des axes N 50 et une vergence SE.

**Les déformations les plus tardives** sont essentiellement des accidents décrochants sénestres (faille séparant le Revers de Gébroulaz du Mont Coua et réorientation de l'anticlinal P3 du Revers, failles du Plan des Génisses).

### **Les unités mésozoïques charriées sur la zone houillère**

Sur la zone houillère, reposent directement des unités de couverture briançonnaises. Là où il est visible, le contact est jalonné de gypses et de cargneules triasiques. Cette disposition traduit un charriage initial de cette couverture sur une zone houillère dépourvue de la sienne comme on l'a dit plus haut. Il y a eu substitution de couverture, mais les unités en contact avec le Houiller sont toujours à l'endroit.

Le charriage initial s'accompagne d'une foliation régionale, tardivement reconnue car parallèle à la stratification et bien individualisée seulement à la base stratigraphique et géométrique de ces unités, surtout celles qui sont en contact avec la zone houillère. Cette foliation So-1 s'accompagne de plis isoclinaux P1, synschisteux, décamétriques, d'axe N 50 à N 80, exprimés seulement à la base des unités (base SW de l'arête du Mont Coua, versant ouest de l'éperon nord du Roc des Eaux Noires), et d'une linéation minérale de direction N-W. Ces unités ont donc été charriées dans cette direction en conservant leur polarité.

Après ce charriage, interviennent successivement :

- **des plis anciens (P2)**, déversés vers le Nord, synschisteux, grossièrement transverses (N 110) mais tordus par les déformations ultérieures. Par exemple, l'anticlinal de la Roche Pellier, d'abord E-W, puis NW-SE, au Mont Coua, enfin SW-NE au pied de la Pointe des Fonds ; ou bien le synclinal de l'Aiguille du Fruit, à convexité vers le NE ;
- **des plis subméridiens (P3)**, N 10 à N 20, déversés vers l'Est, synschisteux, reprenant les précédents (crénulation de S2 par S3) : synclinal de l'Aiguille du Rateau et anticlinal connexe à l'Est, dont le flanc inverse, après l'accident du col du Rateau, constitue le chaînon du Roc de la Pêche ; plis subméridiens de la Roche Pellier (Mont Coua) ; anticlinal du col de Chanrouge ; synclinal du Roc des Eaux Noires. Cette phase est associée à des failles chevauchantes vers l'Est, également d'axe N 10 à N 20 : faille de Gébroulaz, du col du Fruit, du pied oriental du Petit Mont Blanc, faille limitant à l'Ouest la cicatrice de Chavière. Ces failles recourent presque toujours les charnières P3.

Cette phase 3 constitue le classique "rétrocharriage" des structures de Vanoise méridionale :

- **de petits plis P4**, N 50 à N 60, très localement exprimés (Lac du Rateau, crête de Chanrossa), avec une schistosité NE-SW, fortement pentée au NW, qui implique une compression SE-NW. On peut y voir la suite du rétrodéversement de phase 3 dont la direction de cisaillement tournerait dans le sens horaire. Cette phase s'accompagne peut-être d'une composante décrochante sénestre de l'accident de Chavière ;
- **les déformations tardives (phase 5)**, certainement composites, sont cassantes et décrochantes. On voit se mettre en place, d'abord un réseau conjugué N 40-50, N 130-140 (faille des Avals et faille Chanrouge - col Rouge, par exemple, décalant nettement les plis et failles de la phase 3), puis des failles subméridiennes (N 10 à N 160) : Petit Mont Blanc, Col de Chanrouge.

### Le chaînon du Roc de la Vallette

Encadré de failles récentes, il est assez difficile à interpréter. Au moins trois directions de plissement synschisteux s'y superposent :

- **une phase ancienne**, responsable de plis isoclinaux grossièrement E-W, peu nets (phase 2 du paragraphe précédent) ;
- **une phase de "rétrocharriage" (P3)**, d'axe N 10 à N 40, déversée à l'Est. Elle affecte à la fois la couverture et le socle en bordure duquel se développe une zone mylonitique en cisaillement vers l'Est ;
- **une phase tardive**, à schistosité verticale et plis de direction axiale NE-SW (P4), peut-être liée à une surrection et au chevauchement du socle vers le NW.

L'interférence de ces trois phases et peut-être d'autres plus anciennes, donne des structures complexes dont le déchiffrement est rendu difficile par l'abondance des plis mineurs et la topographie vigoureuse, par ailleurs souvent oblique aux directions des phases successives.

### La cicatrice Modane – Chavière

Très étroite au Nord de la feuille, elle y est limitée à l'Ouest par un contact anormal, chevauchant vers l'Est, que l'on observe au pied du Petit Mont Blanc. Elle comprend des écaillés mésozoïques et des cargneules qui chevauchent vers l'Est une longue bande de quartzites triasiques. Celle-ci représente un axe anticlinal N 15 (P3) mais on retrouve sur les affleurements les traces de plis plus anciens, grossièrement E-W (P2) (Pont du Diable, à la limite nord de la feuille).

Plus au Sud, les écaillés mésozoïques, emballées dans les cargneules, sont de nature variée : calcaires et dolomies du Trias, calcaires du Lias (type Grande Motte), Malm. Tous ces termes sont fortement laminés et il est difficile de faire l'analyse des déformations superposées.

Dès la latitude du col de Chavière (et même dès son versant nord), ces écaillés se dilatent et atteignent leur maximum de largeur dans le massif de Tête Noire, entre le col et Modane, mais elles restent toujours emballées dans des cargneules qui injectent les plans de faille tardifs. Ces écaillés, un peu plus faciles à analyser qu'au Nord, montrent des plis couchés P2, d'axe N 90 à N 120, synschisteux, comme par exemple le petit synclinal de marbres chloriteux enchassés dans les calcaires du Malm que traverse le GR 5 au Sud du col.

L'interprétation de l'ensemble des écaillés comme la suite du flanc inverse de l'anticlinal du Lac Blanc (P2) reste encore conjecturale.

Ces plis P2 sont déformés par les plis P3, subméridiens et déversés à l'Est. Ces derniers, formant l'essentiel des structures visibles, accompagnent et traduisent le mouvement de chevauchement vers l'Est auquel est dû l'accident de Chavière.

Une dernière déformation plicative, plus modeste, donne quelques rares plis de détails et une schistosité de direction NE-SW, déversée au SE. L'existence d'un jeu décrochant de la cicatrice de Chavière, postérieur à la phase 3, reste pour l'instant conjectural.

### Le massif de Chasseforêt

● **Versant ouest.** De la limite nord de la feuille jusqu'à Modane, le versant ouest du dôme de Chasseforêt est formé par une bande de terrains permien représentant son ancienne couverture en général décollée et très replissée. L'homogénéité et la monotonie du faciès, le métamorphisme qui affecte la série et l'intensité des déformations rendent cet ensemble difficile à déchiffrer.

Néanmoins, au Nord de la feuille, de grandes pincées de matériel du socle dans le Permien pourraient indiquer l'existence d'anciens plis couchés dont la direction originelle est impossible à établir avec certitude car ils sont déviés vers le NW ou le NE.

L'essentiel de la structure est fait par des plis ouverts, d'axe NE-SW à N-S, déversés vers l'Est, où la schistosité crénule une foliation précoce. Il s'agit de la phase classique de "rétrocharriage" (P3), à laquelle sont associés quelques plans de cisaillement majeurs comme celui que l'on suit

longuement depuis la limite nord de la feuille (col du Tambour) jusqu'au Nord d'Aussois par le Roc du Blanchon, la crête d'Argentine, la Tête d'Aussois, le Fond d'Aussois et le plateau du Mauvais Berger.

Dans toute cette partie nord, les structures sont très comprimées et s'accompagnent d'une phyllonitisation intense des micaschistes du socle. Par contre, les quartzites, plus rigides, résistent mieux à l'écrasement mais se décolent du Permien dans les schistes phylliteux du Permo-Trias et offrent une structure en écailles disjointes.

*Vers le Sud*, cette zone de plis serrés et redressés s'élargit et le pendage ouest s'affaiblit. On voit même apparaître dans le socle de Chasseforêt des accidents plats, cisailants, et de grands plis couchés de Permien (dôme des Nants, dôme de l'Arpont). La linéation principale, NW à WNW, soulignée par des aiguilles de glaucophane, est omniprésente, mais les petites structures plicatives successives sont ici co-planaires et difficiles à séparer, la troisième phase réutilisant probablement des plans précoces comme sur le versant oriental du massif.

Plus au Sud encore, apparaissent, d'Ouest en Est, l'anticlinal de la Pointe de l'Echelle - Aiguille Doran (prolongeant probablement celui de la Pointe de l'Observatoire après une torsion locale), puis celui du Rateau d'Aussois, tous deux déjetés vers l'Est et à coeur de conglomérats permien. Ils sont séparés par le synclinal faillé du ravin de la Masse où sont conservés le Permo-Trias et les quartzites du Trias inférieur. Ces plis sont évidemment de 3<sup>e</sup> phase, mais on peut voir qu'ils ont repris des structures plus anciennes, grossièrement E-W, auxquelles sont dues, par exemple, les orientations transverses des quartzites triasiques ou permo-triasiques encadrant au Nord et au Sud le lac de la Partie. Au Nord du lac, des charnières de deuxième phase sont même conservées.

L'ensemble des plis P2 et P3 a pu être localement tordu par des plis P4 d'axe N 20 à N 50 comme on l'a dit (brèche de la Croix de la Rue, séparant la Pointe de l'Echelle et la Cime des Planettes).

● **Versant oriental.** Il offre une disposition en grandes écailles ou plis très plats faisant logiquement suite aux structures identiques du versant ouest. Ces écailles ou ces plis impliquent toujours des quartzites phylliteux du Permo-Trias jouant en niveaux de décollement ou de glissement préférentiel. L'un de ces niveaux, particulièrement continu depuis le lac de l'Arpont jusqu'à celui de Chasseforêt, se continue ensuite par le ruisseau du Plan de Gressan jusqu'à ce Plan où on le perd. L'écaille sus-jacente ainsi délimitée est faite de micaschistes du socle alternant avec du Permo-Trias en plis très étirés ou en écailles secondaires.

Au-dessus de ces écailles de socle vient l'*unité du Pelve*, vaste plis couché de phase 2 dont la charnière se situe au col de la Vanoise (feuille Moûtiers). On lui rattache les affleurements de la Crête de la Freyt (flanc inverse). Sur la feuille Modane, l'unité du Pelve est surtout faite de quartzites triasiques sur lesquels reposent stratigraphiquement un Dogger et un Malm briançonnais. Quant à la Crête de la Freyt, on y trouve seulement une série inverse de Trias moyen calcaréo-dolomitique charriée sur des schistes d'attribution énigmatique.

## Le massif de la Dent Parrachée

Il est surtout fait de calcaires liasiques. Le Trias carbonaté est localement conservé à la base de la série sous la forme de grosses lentilles morcelées par étirement. Ce Norien dolomitique est le plus souvent accompagné de Rhétien et d'Hettangien. Il devait exister, dans la série primitive, des horizons évaporitiques probablement carnien qui ont provoqué le décollement des termes sus-jacents mais il n'en reste que des cargneules qui soulignent la plupart des contacts anormaux.

Le massif est fait de deux unités principales superposées qui sont, de bas en haut et du Nord au Sud, l'*unité du Petit Mont - Dent Parrachée*, présentant dans le Lias un puissant détritisme dolomitique, et l'*unité de Belle Place* (unité de la Pointe de Pas Rosset de J.J. Platt), reposant sur la précédente par un liséré discontinu de cargneules, liséré visible à la base des Rochers de la Ferrière ainsi qu'au col de la Faculta.

Cet empilement d'écaillés calcaires repose directement sur le socle ancien au NE et sur un ensemble permien et triasique (quartzites), fortement plissé, au SW. La structure actuelle résulte de la superposition de trois étapes de déformation :

- **La première (P1)** correspond à la mise en place des nappes, localement en série inverse (Petit Mont). Ces nappes sont affectées de plis couchés à charnières aplaties. La plupart de ces plis, comme ceux du col de la Faculta, extrêmement étirés, ont été repris et défigurés par les phases ultérieures, ce qui rend leur analyse très difficile. D'autres, soulignés par le Malm et les marbres choriteux, ont été mieux conservés. C'est le cas du synclinal pincé du sommet de la Dent Parrachée. Cette structure, qui a été redressée à la verticale par un vaste synclinal de nappes de phase 3, d'axe N 30, montre, après remise à l'horizontale, une direction initiale N 50 à N 60.

- **La deuxième (P2)**, qui n'est peut-être que la fin de la première, correspond à des plis synschisteux beaucoup plus modestes, grossièrement E-W, à NW-SE, dont les mieux conservés s'observent dans le Lias du Petit Mont (point coté 2987 m au sud du glacier de l'Arpont), soulignés par des alignements de lambeaux de dolomies triasiques. Cette deuxième phase est contemporaine ou précède de peu un métamorphisme de type schiste vert.

- **La troisième phase (P3)**, également synschisteuse, mais toujours postérieure à la cristallisation de l'albite, est celle du rétroplissement et des rétrocharriages. Le massif devient un synclinal de nappes déversé à l'Est, d'axe NE-SW. L'axe de la synforme, qui s'étend du vallon de la Fournache aux affleurements du Petit Mont, est jalonné au-delà, vers le NE, par les klippes de terrains mésozoïques conservés à la base du glacier du dôme de Chasseforêt. C'est au cours de cette phase que le synclinal sommital de la Dent Parrachée a été redressé à la verticale, ainsi que le contact du matériel calcaire du massif avec le matériel siliceux de sa base (col de la Dent Parrachée et extrémité ouest de l'arête du Petit Mont).

Pour ce qui est de l'*ensemble siliceux permien et triasique* sous-jacent à l'édifice calcaire de la Dent Parrachée, on voit assez nettement des plis de phase 2, grossièrement NE-SW à E-W, en rive gauche du Plan d'Amont.

C'est probablement aussi à cette phase 2 que l'on doit les replis très souples de schistes permien dans les micaschistes du Plan d'Amont et du Fond d'Aussois. Mais tous ces plis 2 ont été repris et réalignés par ceux de la phase 3, d'orientation N 10 à N 20. C'est également à la phase 3 que l'on doit des chevauchements vers l'Est, notamment :

- celui du massif de la Pointe de l'Echelle - Rateau d'Aussois sur le complexe plissé du Fond d'Aussois par l'intermédiaire d'un coussinet ductile de Permien formant une large vire au pied de la Pointe de l'Echelle et s'étalant ensuite vers le Sud sur le plateau du Mauvais Berger ;
- celui qui coupe en deux les micaschistes gris de l'Arpont au Plan de la Gorma (NE du refuge du Fond d'Aussois).

En résumé, la tectonique de la zone briançonnaise *s.l.* montre à peu près partout la succession de quatre événements :

*Le premier* correspond à la mise en place de nappes de couverture qui glissent vers le NW ou le NNW. Dans les unités les plus externes (partie ouest de la feuille), cette mise en place correspond à un cisaillement basal synschisteux, accompagné de quelques plis couchés, métriques, N 70, avec une linéation minérale N 160. Par contre, vers l'intérieur de la zone, cette mise en place se fait par cisaillement ductile, avec plissement intense, sous une surcharge certainement importante.

*Le deuxième* correspond à une accentuation des contraintes précédentes avec légère réorientation. Les plis sont grossièrement E-W partout et accompagnent un métamorphisme de type schiste vert.

*Le troisième* (qui succède au pic thermique de ce métamorphisme) correspond à un plissement et un charriage d'axe NE-SW à N-S mais à vergence Est à S-E ("rétrocharriage" des auteurs). C'est lui qui donne l'essentiel des structures visibles (et notamment celles qui sont figurées sur les coupes en couleurs accompagnant la carte).

*Le quatrième* (exprimé seulement à l'Ouest de l'accident de Chavière) est une phase finischisteuse, donnant des plis NE-SW, déversés au SE, correspondant à un raccourcissement SE-NW qui fait rejouer les accidents antérieurs en décrochements sénestres. Elle précède le soulèvement des grands massifs en coupes d'axe N-S.

### Age des déformations

La mise en place des premières nappes briançonnaises sur la zone houillère ou le massif de Chasseforêt ne peut qu'être postérieure à l'Eocène moyen (âge admis pour les schistes de Pralognan).

La deuxième phase, synschisteuse, est à peu près contemporaine du métamorphisme de la Vanoise, daté de 38 ( $\pm$  2 Ma), soit donc l'Eocène supérieur. La phase de rétrocharriage est postérieure à ce métamorphisme : elle serait oligocène, voire même plus jeune.

Toutes les phases ultérieures ne sont pas datées. Elles peuvent être oligocène supérieur à néogènes.

## LE MÉTAMORPHISME ALPIN

### La zone houillère

C'est le secteur le moins métamorphique de la feuille. Il montre, pour l'essentiel, des minéraux du faciès schiste vert. Les traces d'un épisode de relativement haute pression et basse température existent cependant dans les parties les plus internes de la zone. Ce sont les associations à lawsonite des microdiorites du barrage de Bissorte, du village des Champs, de la Pointe Rénod et de la Pointe de Thorens, ou des grès albitiques de l'Aiguille des Saints-Pères. Ces associations ont ensuite évolué vers celles du faciès schiste vert (chlorite, albite).

Dans les *granitoïdes du Sapey*, sur le flanc interne de la zone houillère, la paragenèse alpine est constituée par des associations à phengite, stilpnomélane, chlorite, albite et très rares amphiboles bleues ferrifères.

### La couverture sédimentaire de la Vanoise occidentale

Dans les dolomies du Trias, on a des phengites, localement associées à de l'adulaire. Les metabauxites du Dogger contiennent : chloritoïde ferrifère, Fe/Mg-carpholite, pyrophyllite, ou quartz, diaspore, lawsonite.

Dans le chaînon Roc de la Pêche – Aiguille de Chanrossa, ces paragenèses sont associées à une matière organique anormalement peu évoluée. Il s'agit, pour une part, d'hydrocarbures piégés dans les minéraux ou les espaces intercrystallins, et, pour une autre part, de matière organique solide (kérogène).

Les associations minérales impliquent des conditions métamorphiques de relativement haute pression et basse température que l'on peut estimer à 6 kb autour de 300-320°. La présence de matière organique peu évoluée peut s'expliquer par des mécanismes de refroidissement rapide (B. Goffé).

### Les secteurs internes

Ils se caractérisent par l'existence d'un épisode de haute pression – basse température, plus ou moins rétro-morphosé dans des conditions de plus basse pression et plus haute température (faciès schiste vert où l'albite abonde (célèbres "macles du Roc Tourné" près Modane).

● **La couverture de la Vanoise méridionale.** Une faible partie affleure sur la feuille Modane (Roc de la Vallette). Les associations minérales rappellent celles de la Vanoise occidentale mais les minéraux de haute pression sont ici rétro-morphosés en chlorite, pyrophyllite, chloritoïde, quartz pour la Fe/Mg-carpholite, en clinozoïsite, pyrophyllite pour la lawsonite. Les matières organiques volatiles ont disparu.

● **Le socle de la Vanoise méridionale (Chasseforêt, Arpont).** Quelques reliques de jadéite, jadéite aegyrienne et du ferro-glaucophane abondant (ou crossite, dans les roches les plus ferrifères), associées à un rare chloritoïde, de la phengite, de la clinozoïsite montrent que les conditions du faciès à jadéite – glaucophane ont été réalisées, soit une pression de l'ordre de 10 kb pour une température de 350°.

Ces minéraux ont été plus ou moins complètement altérés au cours d'une évolution vers le faciès schiste vert, de pression d'abord relativement élevée (amphibole bleue et épidote), puis modérée à faible. Il s'est alors développé, aux dépens des paragenèses de haute pression ou de ce qui restait des paragenèses anté-alpines : épidote, actinote, chlorite, phengite, stilpnomélane, biotite verte, albite. Ces associations traduisent une chute de la pression jusqu'aux environs de 3 kb sous une température d'environ 300-400°

● **La nappe de la Dent Parrachée.** La présence de deerite en association avec la chlorite, riébeckite, magnétite, aegyrine et stilpnomélane (Lias du col de Belle-Place) témoigne d'un épisode de relativement haute pression.

● **Les schistes lustrés,** à calcite, quartz, chlorite, albite et pseudomorphoses de lawsonite ne révèlent pas grand chose de leur histoire métamorphique car la rétro-morphose en faciès schiste vert y est très intense.

*La lentille de métagabbro de Villarodin* offre cependant des reliques d'associations de haute pression à crossite, lawsonite, partiellement rétro-morphosées en épidote, albite, amphibole verte.

● **Autres roches.** La jadéite a été signalée dans les schistes carniens inclus dans les séries évaporitiques de Bramans (dans la roche et en veines).

### Age du métamorphisme

Au moins pour ce qui est de la couverture briançonnaise, il est forcément postérieur aux schistes de Pralognan, éocène moyen. De fait, les âges de  $38 \pm 2$  Ma obtenus sur des phengites de la couverture par les méthodes radiométriques K/Ar et Rb/Sr fixent l'âge du faciès schiste vert autour de la limite Eocène – Oligocène. Par contre les minéraux du faciès à jadéite-glaucophane du socle ne sont toujours pas datés.

### Relations entre métamorphisme et microstructures

Elles ont été étudiées en deux secteurs :

● **en Vanoise méridionale** (J.P. Platt et G.S. Lister), où trois générations de microstructures ont pu être décelées :

– les microstructures les plus anciennes ont été conservées dans les micaschistes et metabasites de l'Arpont. Elles comprennent des plis isoclinaux d'échelle métrique, une schistosité S1 et une linéation L1. S1 est liée à l'orientation des micas, L1 à celle, transposée, des ferroglaucophanes qui donnent une direction N 140 en moyenne. Cette première déformation alpine a été associée au métamorphisme à faciès schiste vert de haute pression défini précédemment. Elle correspond probablement à la première mise en place des nappes. La linéation NW-SE soulignée par le ferro-glaucophane pourrait donner la direction approximative de leur déplacement ;

– une deuxième génération de microstructures comprend des plis serrés d'axe E-W, à vergence N, avec une schistosité S2 et une linéation L2. La schistosité est en général de crénulation, à pendage sud. L2 est une linéation de crénulation et d'intersection S1/S2. Cette deuxième déformation précède de peu le développement maximum de la chlorite et de l'albite ;

– une troisième génération de microstructures est associée aux structures rétrocharriées. Le style et l'orientation des microplis, de la foliation et de la linéation varient beaucoup suivant l'intensité de la contrainte, depuis des kinks grossièrement méridiens là où la contrainte était faible, jusqu'à des foliations mylonitiques et des réorientations parallèles au sens de la contrainte (N 110) dans les zones les plus déformées. Cette troisième génération de microstructures est bien séparée de la précédente par une phase statique de métamorphisme à faciès schiste vert avec chlorite, albite et biotite verte ;

● *sur la retombée occidentale du massif de Chasseforêt*, une autre étude structurale détaillée (B. Goffé) a abouti à des résultats différents en ce sens que deux phases de déformation seulement ont pu y être observées. La très forte linéation de glissement NW-SE marquée par la glaucophane et ses produits de rétro-morphose paraît ici liée à la phase de rétrocharriage.

## RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

### HYDROGÉOLOGIE

#### La nappe souterraine de la vallée de l'Arc

L'épaisseur exacte des alluvions n'y est pas connue ; toutefois un forage de reconnaissance à proximité d'Orelle a atteint la profondeur de 60 m dans des faciès sableux et graveleux à petits blocs. Ces dépôts fluviaux sont imbriqués avec les cônes des torrents affluents, en général assez épais : un sondage effectué dans le cône du ruisseau de Saint-Bernard, à Loutraz près Modane, a été arrêté à – 90 m sans avoir atteint le bed-rock.

Les alluvions de la vallée ont une perméabilité moyenne de 10 md qui, en général, s'améliore avec la profondeur. Par contre, les cônes torrentiels, surtout dans la zone houillère en aval de Modane, sont beaucoup moins perméables.

Les alluvions de la vallée sont parcourues par une nappe aquifère alimentée surtout par l'Arc mais aussi par les écoulements des versants. Sa surface piézométrique dessine une gouttière de drainage à mi-distance entre la rivière et le flanc de la montagne.

En amont de Modane, l'eau souterraine est très sulfatée puisque des amas de gypse très épais y affleurent. La teneur en sulfate de l'eau dépend d'une part de la température, c'est-à-dire de la saison, d'autre part des déversements de la retenue EDF du Mont Cenis. En aval du verrou du Sapey, la qualité chimique de la nappe souterraine est meilleure parce que les sels dissouts ont été dilués par les apports torrentiels latéraux.

En fait, cette nappe n'est pas utilisée, toutes les communes étant alimentées par des sources gravitaires de versant. Seul le forage de Loutraz, près Modane, cité plus haut, est équipé de pompes pour une utilisation d'appoint éventuelle de la ville. Bien que située dans l'ombilic de Modane, son eau est potable car elle ne provient pas de la nappe de la vallée mais des écoulements se faisant dans le cône de déjection du ruisseau de Saint-Bernard.

L'Arc a un régime nival. Sa période de crue se situe à la fonte des neiges au printemps. Son débit pouvait atteindre 90 m<sup>3</sup>/s en juin – juillet alors qu'il était de 15 m<sup>3</sup>/s en étiage, mais ce régime a été fortement perturbé par les différentes retenues ou dérivations qui existent maintenant sur le cours de la rivière. A partir du Fréney, la majeure partie de l'eau est envoyée dans une galerie souterraine le long de la rive gauche pour produire de l'électricité. Une première usine se situe avant la retenue du Pont des Chèvres d'où l'eau repart en galerie vers l'usine de la Saussaz, à l'aval.

### L'eau gravitaire

La répartition, le débit et la qualité des sources varient beaucoup selon la nature des terrains où l'eau s'est infiltrée. Dans la zone *houillère briançonnaise*, à l'W de la carte, les terrains sont peu perméables lorsqu'ils ne sont pas altérés, comme l'a montré le creusement de la galerie EDF en rive gauche où les venues aquifères ont été peu nombreuses et localisées le long des zones de fractures. L'eau infiltrée reste dans les niveaux superficiels plus ou moins désagrégés d'où l'existence de sources assez nombreuses mais de débit peu élevé et en général non pérennes.

Les émergences de la zone houillère sortent presque toutes de terre en tête d'un petit arrachement, en contrebas duquel le terrain glissé dessine un léger replat où l'eau se réinfiltré pour ressortir à nouveau quelques dizaines de mètres plus bas. On a donc l'impression que les sources sont nombreuses alors que c'est la même eau plusieurs fois réinfiltrée.

L'eau des terrains houillers est faiblement minéralisée. Ces sources servent à l'alimentation des petites communes rurales de la vallée, mais ce mode d'approvisionnement est déficitaire pour les centres habités importants, comme le sont en hiver, c'est-à-dire précisément en période d'étiage, les stations de ski des Ménuires et de Val Thorens. Dans les deux cas, il a été nécessaire de dériver des ruisseaux comme eau d'appoint.

En rive gauche de la vallée, dans la partie SE de la carte, les *schistes lustrés* présentent certaines analogies avec les terrains houillers : les sources sont assez nombreuses, de débit moyen, et liées à l'altération superficielles de la formation.

Dans ce secteur, les *calcaires du Trias*, karstifiés, donnent des résurgences notables. L'une d'entr'elles, de fort débit, émerge d'une petite terrasse quaternaire au pied de la falaise de calcaires triasiques en rive gauche, entre Sollières Envers et Termignon.

En rive droite de l'Arc, des sources importantes sortent à la base des reliefs. La plupart ont traversé des terrains de nature différente : le Houiller et le Permien métamorphiques, le Trias quartzitique ou calcaire. Exceptés les gypses et les cargneules, ces formations ont une perméabilité primaire très faible, mais du fait de leur fracturation, peuvent constituer des réservoirs aquifères notables. C'est ainsi qu'une coloration a montré que l'émergence de l'Orgère (Nord de Modane) provient du col de la Masse et de ses abords faits de roches siliceuses.

Parfois l'eau est collectée dans de petits bassins alluvionnaires fermés par un verrou rocheux. C'est le cas des sources de la Fournache, sur le versant SW de la Dent Parrachée, dont les 10 l/s représentent la moitié du

débit nécessaire à la station d'Aussois (le reste est fourni par de petites émergences disséminées dans les formations quaternaires).

A Modane, au pied du versant et au-dessus des quartzites du quartier de Loutraz, les sources de Combacille et de Claret constituent la majeure partie des ressources de la ville. La première (15 l/s) se retrouve à la base du bassin versant du ruisseau de Saint-Bernard qui remonte jusqu'au glacier de Chavière. Elle est légèrement sulfatée par des gypses affleurant en rive gauche, au Grand Planay. La deuxième émergence (12 l/s), faiblement minéralisée, est située à proximité du torrent du Povaret dont le bassin versant est uniquement constitué de quartzites. Le mélange des deux sources donne une eau de qualité acceptable.

D'autres sources, parfois importantes, sortent des gypses de la rive droite de l'Arc mais ne sont pas utilisables car trop sulfatées.

### **Inondations et glissements de terrain**

Sur la rive gauche, l'Arc reçoit des torrents dont les crues ont parfois entraîné des coulées boueuses catastrophiques en reprenant des éboulements ou des glissements dans les gypses et les schistes lustrés. A Sollières-Sardières, à la fin du 19<sup>e</sup> siècle, la route nationale fut déplacée en rive droite de l'Arc pour être protégée du torrent de l'Envers dont les boues barrèrent plusieurs fois l'Arc (1866 et 1906 notamment). Plus en aval, le souvenir du "déluge de Modane" de 1469, provoqué par une crue du torrent de Saint-Antoine, est parvenu jusqu'à nous. Ce même cours d'eau emporta le pont de la RN en 1773, 1834, 1877. Des travaux de correction de rivière et de restauration des sols ont fortement diminué ces risques.

Mais c'est surtout en rive droite de l'Arc, en aval de Modane et dans le Houiller briançonnais, que ces glissements sont les plus spectaculaires, affectant parfois toute la hauteur du versant et donnant des bourrelets énormes. Pour la plupart ils sont anciens et probablement contemporains du retrait du glacier wurmien. Les ruptures dominantes, en tête de glissement, sont de type circulaire, parfois linéaire (anciennes failles ou diaclases ouvertes) ou franchement chaotique (pendage aval des bancs de Houiller). Ces mouvements de versant sont toujours actifs comme le montrent les déformations affectant les petits barrages sur l'Arc.

Le pied de tous ces glissements dégénère la plupart du temps en coulées de matériaux peu cohérents, pouvant cheminer sur de longues distances avec des vitesses de l'ordre du m/an en certains points. Des laves boueuses fluides dévalent aussi des talwegs affluents de l'Arc à certaines époques de l'année.

### **Energie hydroélectrique**

Un certain nombre d'écoulements sont dérivés vers les retenues EDF. En rive gauche, le ruisseau d'Etache et le ruisseau du Nant, au SW de la Pointe de Longe Côte, sont en partie captés pour alimenter le lac du Mont Cenis. En rive droite, au-dessus de Modane, l'eau des torrents de Saint-Bernard et du Povaret d'une part, celle du Doron de Termignon d'autre part, sont dirigées vers la retenue du Plan d'Aval à l'amont d'Aussois.

On a évoqué précédemment les aménagements sur l'Arc lui-même, en aval de Modane, en rive gauche.

## RESSOURCES MINÉRALES

### Minéralisations

L'essentiel des minéralisations se situe au voisinage des dômes de terrains anciens (Chasseforêt, Ambin), soit dans le socle lui-même, soit dans la couverture siliceuse. Ces minéralisations peuvent se ranger en trois catégories :

– *les minéralisations disséminées* : essentiellement de l'ilménite et de l'oligiste, avec quelques sulfures de fer et de cuivre dont l'origine, ancienne, est probablement variée, sédimentaire ou magmatique ;

– *les minéralisations stratiformes*, anciennes, d'origine sédimentaire ou volcano-sédimentaire. Dans le socle, ce sont principalement des lentilles de sidérite manganésifère associée à la triade sulfurée : pyrite, pyrrhotite, chalcopryrite. Ces lentilles sont alignées parallèlement aux bandes de métabasites et de roches acides contenues dans le socle. Dans la couverture siliceuse, ces lentilles offrent des paragénèses moins variées : le carbonate y est surtout de l'ankérite mais l'oligiste est dominant et les sulfures plus rares (pyrite et chalcopryrite) ;

– *les filons*. Il n'existe aucune différence entre ceux du socle et ceux de la couverture car ces filons sont tardifs, postérieurs à la tectonique et au métamorphisme alpins. Les minéraux dominants sont la calcite, le quartz, la chlorite, l'oligiste, la pyrite et la galène. Il n'y a plus de sidérite. On trouve de fréquentes fentes à malachite – azurite dans les unités carbonatées, surtout celles en contact avec le Paléozoïque. Elles sont tardives (post D4).

Un cas un peu particulier est la *minéralisation uranifère* signalée dans le Permien du synclinal de Saint-Martin-de-Belleville, et qui est donc indépendante de tout affleurement de socle actuel. Elle est stratiforme et d'échelle hectométrique à kilométrique, liée au Permien gris, jamais au Permien rouge ou vert. L'uranium est accompagné de vanadium (roscoelite), d'arsenic et d'antimoine. A l'intérieur du faciès gris, l'uranium est concentré dans des zones charbonneuses, de répartition irrégulière. L'origine de l'uranium est donc à rechercher dans le lessivage par les eaux de surface, de roches-mères uranifères inconnues, lessivage suivi du piégeage de l'uranium par la matière organique des grès permien.

### Les mines

Le territoire de la feuille Modane compte quelques mines qui furent exploitées artisanalement par les populations locales, à plusieurs reprises, entre le 16<sup>e</sup> et le 19<sup>e</sup> siècle. Le transport du minerai se faisait à dos de mulet.

● *La Lettra* (angle NE de la feuille) : sidérite manganésifère avec un peu d'arsénopyrite, pyrrhotite, pyrite, chalcopryrite, oligiste, cuivre gris et galène argentifère. Il s'agit d'un corps stratiforme de 40 m de long sur 3 à 4 m d'épaisseur, dans un encaissant micaschisteux. Les anciennes galeries, horizontales, sont effondrées mais les déblais sont toujours visibles.

● *La Ferrière* (au Nord de Termignon, sur le versant oriental de la Dent Parrachée). Exploitée de 1560 à 1580 (où elle fut abandonnée à la suite d'une épidémie), puis reprise au 19<sup>e</sup> siècle, elle montre encore plusieurs

galeries, toujours très basses et peu profondes (5 à 10 m). Les observations y sont impossibles à cause de l'humidité. Par contre il reste des déblais importants. Les filons sont nombreux, avec des épaisseurs centimétriques à plurimétriques, de direction N 150, à pendage NE à E, sécants à la foliation des micaschistes à glaucophane qui les encaissent. Il s'agit de filons de quartz et d'albite, avec sidérite pure, pyrite et oligiste.

Le district filonien de la Ferrière se poursuit vers le Nord jusque dans la combe du glacier de la Mahure, en rive gauche du ruisseau du Grand Pyx où une petite galerie subsiste, vers 2 500 m d'altitude, dans le prolongement direct des filons de la Ferrière. Elle exploitait un minerai massif, épais de 1 à 2 m, à 90 % d'oligiste.

*Le Saut*, dans la haute vallée du torrent des Allues, près du refuge de même nom. Filons de quartz avec galène argentifère, pyrite, blende et limonite. L'encaissant est constitué par les roches vertes du cortège des gneiss du Sapey, très près du contact tectonique avec les quartzites triasiques. La mine a été exploitée de 1758 à 1773, puis abandonnée à la suite de l'appauvrissement du filon. Elle a été reprise à la fin du 19<sup>e</sup> siècle et abandonnée à nouveau. Deux travers-bancs séparés par une dénivelée de 40 m ont reconnu une colonne bien minéralisée qui a été partiellement défilée. Le filon atteignait localement une épaisseur de 1,3 m. Traces de bâtiment et d'une laverie à proximité du refuge actuel qui est une ancienne dépendance de la mine.

**Les principaux indices et gîtes minéraux** de la feuille Modane ont été recensés dans les tableaux des pages 39-49.

### Mines de charbons

Elles ont été assez nombreuses dans la région de Saint-Michel-de-Maurienne - La Saussaz. Les dernières ont fermé en 1954 (voir p. 10 et tableaux des pages 39 à 49).

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarque
Col de la Pierre Blanche	1X - 4001	Qua	Quartz	Filon	Houiller	Filon englobant des débris anguleux des épontes
Les Yvoses - Le Teurtre - Les Chèvres - Sérachaux - Les Enverses	1X - 4002	Cha	Anthracite Pyrite	Couches 8 à 10	Stéphanien Grès Schistes	Veines d'anthracite exploitées depuis fort longtemps par les paysans, galeries de 10 à 20 m, entièrement éboulées. Les Yvoses : 1 à 2 couches puissantes de 1 à 1,5 m. Sérachaux : 2 ou 3 veines et quelques passées
Le Saut Le Sault	2X - 4002	Pb Af Cu Zn	Quartz Calcite Galène Chalcopryrite Blende	Filon	Quartzite Schiste	Découvert en 1756, deux travers-bancs ont reconnus une colonne minéralisée qui a été partiellement dépilée. Abandon des travaux en 1773, suite à l'appauvrissement du filon. Ag = 1 kg à la tonne de plomb
Glacier de Gébroulaz (près du chalet du Saut, 1893)	2X - 4002	Gyp S, F Sr	Albite Célestite Fluorine Giobertite Gypse Sellaïte Soufre		Trias Dolomie Anhydrite	D'après A. Lacroix 1983, minéralogie de la France

INDICES ET GITES MINÉRAUX

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarque
Lac-Blanc	2X - 4004	Pb			Trias Calcaire Quartzite	A 5 heures de marche du village de Pralognan, au-dessus du Lac Blanc, vers le sommet de la montagne de Chavière
Col du Vallonet	3X - 4001	Fe Cu	Quartz Oligiste Sidérite Pyrite Chalcopyrite Sphène Tourmaline	Stratiforme	Permo-Trias Micaschiste Séricitoschiste	Petite lentille, 20 cm d'épaisseur disparaissant de part et d'autre du col
Col des Thurges	3X - 4002	Fe Cu	Quartz Albite Sidérite Oligiste Chalcopyrite Pyrite Tourmaline Rutile	Stratiforme	Permien Micaschiste	Lentilles métriques de 5 à 20 cm d'épaisseur

INDICES ET GITES MINÉRAUX (suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarque
Cirque des Nants	3X - 4003	Fe	Quartz Calcite Sidérite Pyrite Pyrrhotite Chalcopyrite Goethite Pyrolusite	Stratiforme	Permo-Trias Micaschiste	Petits gîtes stratiformes observés sur les parois du cirque. Un petit filon de quartz à pyrite existe à 1 km au NE du col des Nants
Cirque du Génepy	3X - 4004	Fe Cu	Idem	Idem	Idem	Indices situés sur la paroi du cirque
Dôme du Génepy	3X - 4005	Fe Cu Pb Zn	Quartz Calcite Albite Pyrite Oligiste Chalcopyrite Galène Sphalérite	Filon	Anté-Namurien Micaschiste	Petit filon métrique
Cirque de Rosoire	3X - 4006	Fe Cu	Quartz Calcite Barytine Ankérite Oligiste Pyrite Chalcopyrite	Filon Amas	Permo-Trias Micaschiste	D'après P. Dambrine, C. Langanet, 1979

*INDICES ET GITES MINÉRAUX (suite)*

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarque
Ravin de la Letta Petit Pelvoz	4X - 4001	Fe Pb Zn Cu	Quartz Calcite Sidérite Blende Galène Pyrite Chalcopryrite Cuivre gris Pyrrothite Arséniopyrite Goethite Pyrolusite	Amas stratiforme	Socle micaschisteux de l'Arpont Ovardite Micaschiste	Corps stratiforme d'une quarantaine de mètres de long et 3 à 4 m d'épaisseur. Cette mine a été exploitée artisanalement jusqu'au début du siècle dernier. Le transport du minerai se faisait à dos de mulets. La plupart des galeries sont effondrées
La Girarde	4X - 4002	Ami	Chrysotile Calcite Malachite	Amas	Serpentinite Schiste	Carrière de 200 m d'extension sur 10 m de haut, 2 catégories de fibres : 1 - fibres couchées atteignant 15 cm de long. 2 - fibres transverses ou obliques de 1 à 1,5 cm de long. Production de 1952-53 = 600 T de fibres
Les Sallanches	4X - 4003	Ami	Chrysotile Calcite	Amas	Serpentine Schiste Cargneule	2 carrières, 1 petite galerie éboulée. Production de 1954 à 1962 = 2 000 T de fibres

INDICES ET GITES MINÉRAUX (suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarque
Corbassier	4X - 4004	Ami	Asbeste Talc Malachite Calcite	Amas	Serpentine Schiste	Affleurement reconnu par une tranchée
La Gorge Dessus	4X - 4005	Pb	Galène	Filon	Grès Micaschiste	
La Ferrière La Mahure	4X - 4006	Fe	Oligiste Ankérite Pyrite Quartz Calcite	Filons	Micaschiste	Nombreux filons parallèles de puissance centimétrique à métrique, direction voisine de 50°, les plus puissants ont été exploités par des galeries maintenant effondrées
La Machère - Combe d'Enfer - L'Avelette - La Juliette - Eseillon	4X - 4007	Fe	Oligiste Goethite Pyrite Quartz Calcite	Filons (6) Direction : 130 à 180° Puissance : 0,100 à 3 m	Micaschiste	Exploités en 1766 par les habitants de Termignon. Courtes galeries disparues
La Luette	4X - 4008	Cu	Chalcopryrite Malachite Azurite Quartz	Filon	Calcaire Dolomie	Exploitation par galeries
L'Arpont	4X - 4009	Cu	Chalcopryrite Cuivre gris Quartz Barytine	Stockwerk	Quartzite Dolomie Micaschiste	Petits travaux de recherche. Le minerai trié titre : Cu 5 à 12 %, Ag 0,5 à 0,8 % aux 100 kg de cuivre gris

INDICES ET GITES MINÉRAUX (suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarque
Saint-Laurent Le Mont	4X - 4010	Fe Cu	Quartz Calcite Chalcopyrite Cuivre gris Sidérite Goethite Pyrolusite Pyrite Pyrrhotite	Amas Lentille	Micaschiste Gneiss	Lentille de 20 m de long, puissante de 0,10 m
Grand-Pin	4X - 4011	Pb Cu	Quartz Galène Chalcopyrite	Filon	Micaschiste Gneiss	Petit filon, travaux de surface. Analyse du minerai trié : Pb : 20,45 à 45,50 % Cu : 2,56 %
Travaux-Granges	4X - 4012	Pb	Galène	Stockwerk	Grès Schiste	Anciens travaux comprenant 2 galeries en rive droite de la Letta, et une amorce de travers-banc en rive gauche
Pont du Villard	4X - 4013	Ami	Chrysotile Calcite	amas	Serpentinite Cargneule Schiste	Une carrière, front de taille de 15 × 15 m, 1 galerie de 50 m, 2 courtes galeries dont l'une a suivi le contact avec les schistes lustrés
Plan du Lac	4X - 4014	Fe Cu Mn	Oligiste Pyrite Chalcopyrite Manganèse			12 à 15 % de manganèse

INDICES ET GITES MINÉRAUX (suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarque
Cirque de l'Arpont	4X - 4015	Fe Cu	Quartz Calcite Sidérite Oligiste Chalcopyrite Pyrite	Stratiforme	Micaschiste	Zone de nodules pluricentimétriques à métriques, boudinés et minéralisés. Une petite galerie dans la paroi rocheuse
Moraine sud du Pelve	4X - 4016	Fe Cu	Quartz Calcite Sidérite Oligiste Pyrite Chalcopyrite Cuivre gris Pyrrhotite	Stratiforme	Micaschiste	
Bellecombe	4X - 4017	Fe Pb Zn	Quartz Calcite Sidérite Goethite Pyrite Chalcopyrite Magnétite Galène Sphalérite	Stratiforme	Micaschiste	Echantillons recueillis dans un éboulis. Le gisement sub- en place se trouve un peu au Sud des lacs de Bellecombe

INDICES ET GITES MINÉRAUX (suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarque
La Buffa	5X - 4001	Qua Cu	Quartz Pyrite Chalcopyrite Ankérite	Filon	Houiller Grès Schiste	Tentative d'exploitation pour la silice abandonnée à cause des impuretés : septas de schiste et de grès, mouches de sulfures et zones floues de carbonates
Genevret	5X - 4002	Qua Cu	Quartz Pyrite Cuivre gris Chalcopyrite	Filon Direction 45°	Houiller Grès Schiste	Ensemble de filons discontinus débutant à l'Arc et se poursuivant jusqu'au Plan-Bouchet
La Lozière	5X - 4003	Pb Cu	Quartz Pyrite Chalcopyrite Galène	Filon	Houiller Grès	Une veine de galène et chalcopyrite, au voisinage d'une source ferrugineuse, fut anciennement exploitée
La Grasse Tête	5X - 4004	Cu Pb Zn	Quartz Chalcopyrite Galène Blende	Filon Direction 45°	Houiller Schiste	Voir 5X - 4001 5X - 4002
Bonvillard	5X - 4005	Cu		Filon	Grès Schiste	Indice cité dans la littérature ancienne
La Saussa La Saussaz	5X - 4006	Cha	Charbon cendreux pyriteux	Couches	Westphalien Grès Schiste	10 veines ont été reconnues. La production provient de la couche 5 où veine Désirée épaisse de 2 à 5 m avec des renflements de 8 m

INDICES ET GITES MINÉRAUX (suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarque
Les Sordières	5X - 4007	Cha	Idem	Idem	Idem	2 veines ont été exploitées. Production 1936 = 2 693 tonnes
La Traverse Galerie de la Terre Noire	5X - 4008	Cha	Idem	Idem	Westphalien Stéphanien Schiste	3 veines exploitées, épaisseur 1 à 2 m avec des renflements de 4 à 8 m
Fourneaux	6X - 4001	Fe	Quartz Barytine Sidérite Galène Blende	Stockwerk	Houiller Grès Schiste	Ancienne exploitation 1794-1814. Traces de scories et fours catalans
Les Granges	6X - 4002	Fe Cu	Hématite Chalcopyrite Pyrite	Filon	Houiller Grès	1 galerie non retrouvée
Glacier de Chavière	6X - 4003	Zn	Quartz Blende Chlorite	Blocs		Moraine du glacier
Aux Evettes	6X - 4004	Fe	Sidérite Ankérite	Filon	Houiller Grès	Exploité vers 1797
Eperon sud de Polset	6X - 4005	Fe	Quartz Oligiste Pyrite	Filonnet	Cargneule	Pyrite aurifère d'après la légende, vieux travaux

INDICES ET GITES MINÉRAUX (suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarque
Verrou du glacier de Chavière	6X - 4006	Cu Fe	Quartz Chalcopyrite Bornite Ankérite	Filon Stockwerk	Houiller Grès	Dans la paroi et le verrou, sous le glacier, nombreux petits filons apparemment interstratifiés
Plan-Bouchet	6X - 4007	Qua Cu	Quartz Pyrite Chalcopyrite Ankérite	Filon Direction 45°	Houiller Schiste Grès	Voir 5X - 4001 La Buffa 5X - 4002 Genevret
Cote-Velin	6X - 4008	Cha	Houiller Pyrite	Couches	Westphalien Grès Schiste Psammite	Exploitation de 2 couches, la supérieure de 0,5 à 0,8 m suivie sur une trentaine de mètres, l'autre épaisse de 1 à 2 m a été défilée jusqu'aux abords du tunnel du Fréjus. Travaux interrompus en 1943 par le bombardement de Modane. Production 1936 : 4 621 tonnes
Amodon	7X - 4001	Pb Cu	Quartz Barytine Ankérite Cuivre gris Chalcopyrite Galène Pyrite	Filon Puissance : 0,5 à 1 m	Permien Quartzite grossier	Travaux anciens, permis de recherche en 1881, 1 galerie encore visible (1964) sous la chapelle d'Amodon

INDICES ET GITES MINÉRAUX (suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarque
Rateau d'Aussois	7X - 4002	Fe	Ankérite	Stratiforme	Permien Grès	Lits ankéritiques interstratifiés
Col de la Masse	7X - 4003	Fe Cu	Ankérite Cuivre gris Pyrite	Idem	Idem	Idem
Pont des Juniers	8X - 4001	Pb	Galène Ankérite Wernérite	Disséminé	Trias Gypse Schiste Dolomie	Indice signalé par E. Raguin
Chapelle Saint-Pierre-d'Extravache	8X - 4002	Pb Cu	Galène Cuivre gris	Stockwerk	Calcaire Cargneule	Très ancienne mine, exploitée par les Romains, selon la tradition. Plusieurs galeries creusées à la pointerolle
Bramans - Rive droite de l'Arc	8X - 4003	Gyp	Gypse Albâtre	Amas Couche	Keuper Gypse Anhydrite Dolomie	Exploitation par galerie, abandonnée

INDICES ET GITES MINÉRAUX (suite)

## DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

### SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES

On trouvera des renseignements géologiques complémentaires dans le **Guide géologique régional : Alpes de Savoie** par J. Debelmas et collaborateurs (1982), Masson éd., Paris.

### BIBLIOGRAPHIE

#### Descriptions régionales

ACCARIE H. (1983) - Etude géologique du secteur du Roc de la Vallette en Vanoise méridionale (zone briançonnaise, Alpes françaises). mém. DEA, Lille, 48 p., ronéot.

CARON J.M., GAY M. (1977) - La couverture mésozoïque du massif d'Ambin. *Ecl. geol. Helv.*, 70, 5, p. 643-655.

DAMBRINE P., LANGANEY C. (1979) - Etude géologique et géologique du massif de Vanoise méridionale (Savoie). Thèse 3e cycle, Paris-Orsay, 231 p.

DEBELMAS J. (1982) - Alpes de Savoie, guides géologiques régionaux. Ed. Masson, Paris, 182 p.

DÉTRAZ G. (1984) - Etude géologique du bord interne de la zone houillère briançonnaise entre la vallée de l'Arc et le massif de Péclet - Polset (Alpes de Savoie). Thèse 3e cycle, Grenoble, 207 p.

DÉTRAZ G., LOUBATH. (1984) - Faciès à staurotide et grenat dans un micaschiste appartenant à l'unité des "gneiss de Sapey" (Vanoise, Alpes française). *Géol. alpine*, 60, p. 5-12.

ELLENBERGER F. (1958) - Etude géologique du pays de Vanoise (Savoie). Mém. Serv. Carte géol. Fr., 561 p.

GAY M. (1970-1972) - Le massif d'Ambin et son cadre de Schistes lustrés (Alpes franco-italiennes). T. 1. Evolution paléogéographique anté-alpine. *Bull. BRGM*, 2, sect. I, n°3, p. 5-81. T. II. Evolution métamorphique. *Arch. Sc. Genève*, 25, fasc. I, p. 5-100. T. III. Evolution structurale. *Arch. Sc. Genève*, 25, fasc. 2, p. 166-214.

GOFFÉ B. (1975) - Etude structurale et pétrographique du versant occidental du massif paléozoïque de Chasseforêt (Vanoise méridionale). Thèse 3e cycle, Paris-Orsay, ronéot.

GOGUEL J., PACHOU D. (1981) - Géologie du Parc National de la Vanoise, Ed. BRGM, Amis du PNV, 71 p.

JAILLARDE. (1984) - Etude géologique des unités briançonnaises de Vanoise occidentale au Sud de Pralognan (Savoie). Thèse 3e cycle, Grenoble, 207 p.

JAILLARDE E. (1985) - La transgression jurassique en Vanoise occidentale (zone briançonnaise, Alpes occidentales françaises). *C.R. Ac. Sc. Paris*, 301, p. 633-636.

JAILLARDE E. (1985) - Evolutions sédimentaire et paléotectonique de la zone briançonnaise de Vanoise occidentale (Alpes occidentales françaises). *Géologie alpine*, 61, p. 85-114.

PLATT J.P., LISTER G. (1985) - Structural evolution of a nappe complex, southern Vanoise massif, French Penninic Alps. *J. Struct. geol.*, 7, p. 145-160.

RAOULT J.F. (1980) - Interprétation nouvelle de la Vanoise (zone briançonnaise, Alpes françaises). *Rev. géogr. phys. géol. dyn.*, 22, p. 303-312.

RAOULT J.F., LANGLET P., BROUDOUX B. (1984) - Présence en Vanoise méridionale d'une série de type Acceglio (Briançonnais, Alpes françaises). Implications structurales et paléogéographiques. *C.R. Ac. Sc. Paris*, 298, p. 535-538.

SCHADE J. (1983) - Le synclinal de Saint-Martin-de-Belleville et son Permien uranifère (zone briançonnaise, Alpes de Savoie). Thèse 3e cycle, Grenoble, 250 p.

SCHADE J., GRÉBER C., FABRE J. (1985) - Nouvelles récoltes de plantes dans la zone houillère (Alpes françaises) au col de la Ponsonnière (Valloire) et au Mont du Vallon (Méribel). *Géologie alpine*, 61, p. 165-168.

#### Déformations et métamorphismes

BOCQUET J. (1974) - Etudes minéralogiques et pétrologiques sur les métamorphismes d'âge alpin dans les Alpes françaises. Thèse Grenoble, 489 p.

BOCQUET J. (1974) - Le socle briançonnais de Vanoise (Savoie). Arguments en faveur de son âge anté-alpin et de son polymétamorphisme. *C.R. Ac. Sc. Paris*, 278, p. 2601-2604.

BOCQUET J., DELALOYE M., HUNZIKER J.C., KRUMMENACHER D. (1974) - K/Ar et Rb/Sr dating of blue amphiboles, micas and associated minerals from the Western Alps. *Contr. Mineral. Petrol.*, 47, p. 7-26.

DESMONS J. (1977) - Mineralogical and petrological investigations of alpine metamorphism in the Internal French Western Alps. *Am. J. Sc.*, 277, p. 1045-1066.

GOFFÉ B. (1977) - Succession de subfaciès métamorphiques en Vanoise méridionale. *Contr. Mineral. Pétrol.*, 62, p. 23-41.

GOFFÉ B. (1982) - Définition du faciès à Fe/Mg - carpholite - chloritoïde, un marqueur du métamorphisme de HP-BT dans les métasédiments alumineux. Thèse Paris, 230 p.

GOFFÉ B., VELDE B. (1984) - Contrasted metamorphic evolutions in thrust cover units of the Briançonnais zone (French Alps): a model for the conservation of HP-LT metamorphic mineral assemblages. *EPSL*, 68, p. 351-360.

PLATT J.P., LISTER G. (1978) - Déformation, métamorphisme et mécanique d'écoulement dans le massif de la Vanoise, Alpes penniques françaises. *C.R. Ac. Sc. Paris*, 287, p. 895-898.

PLATT J.P., LISTER G. (1985) - Structural history of high-pressure metamorphic rocks in the southern Vanoise massif, French Alps, and their relation to Alpine tectonic events. *J. struct. geol.*, 7, p. 19-35.

#### Gîtes minéraux, mines et carrières

BORDEAUX A., (1925) - La géologie et les mines de la Savoie et des régions avoisinantes. Paris. Mines, carrières et grandes entreprises.

CABY R. (1964) - Etude géologique et métallogénique du bord interne de la zone houillère et de la bordure des Schistes lustrés. Thèse doctorat, Géol. appl. Fac. Sci., Univ. Paris.

CANET J. (1960) - Etude bibliographique sur les gîtes et gisements des départements de Haute-Savoie, Savoie et Isère. Rapport BRGM R 2007.

CHERMETTE A. (1963) - L'amiante de Haute-Maurienne. Rapport BRGM 63 A7.

DAMBRINE P., LANGANEY C. (1980) - Arguments métallogéniques en faveur de l'existence d'un socle anté-namurien en Vanoise méridionale. *Bull. BRGM*, 2e sér., sect. II, n° 2, p. 277 à 299.

DESROUSSEAUX J. (1938) - Bassins houillers et lignifères de la France, Imprimerie Nationale, Paris.

FABRE J. (1961) - Contribution à l'étude de la zone houillère en Maurienne et en Tarentaise, Alpes de Savoie. *Mém. BRGM*, n° 2, 315 p., 18 dpl. h.t..

FABRE J., FEYS R., GREBER C. (1952) - Le bassin houiller briançonnais. *Ann. mines*, XI-XII.

FABRE J., GREBER C. (1955) - Rapport de visite des carrières d'amiante de Termignon. Rapport BRGM A 821.

HÉRICART DE THURY (1806) - Notice sur la mine du Sault, département du Mont-Blanc. *Journal des Mines*, t. 19, n° III, p. 219-234.

LACROIX A. (1893) - Minéralogie de la France.

MÉLOUX J. (1975) - Bilan synthétique de 10 années de prospection. Rapport BRGM 75 RME 023 FE.

MORET L. (1925) - Enquête critique sur les ressources minérales de la province de Savoie - Grenoble.

SÉBILLOT A. (1910) - Mines de plomb argentifère et cuivre du Pelvoz. Imp. des Arts graphiques, Paris.

Carte des gites minéraux de la France à 1/500 000 ; feuille Lyon.

### AUTEURS DE LA NOTICE

Cette notice a été rédigée en 1989 par J. DEBELMAS avec la collaboration de : J. DESMONS, F. ELLENBERGER, B. GOFFÉ, J. FABRE, E. JAILLARD, A. PACHOUD ; les données concernant les gites et carrières ont été recensées par C. VAUTRELLE.

Toute référence en bibliographie au présent document doit être faite de façon suivante :

- pour la carte : DEBELMAS J., SHADE J., FABRE J., DETRAZ G., JAILLARD E., ACCARIE H., GOFFÉ B., LISTER G., MÉNARD G., DONDEY H., LANDÈS B., FUDRALS., PACHOUD A. (1988) - Carte géol. France (1/50 000), feuille MODANE (775) - Orléans : Bureau de recherches géologiques et minières.  
Notice explicative par DEBELMAS J. avec la collaboration de DESMONS J., ELLENBERGER F., GOFFÉ B., FABRE J., JAILLARD E., PACHOUD A. (1989), 53 p.
- pour la notice : DEBELMAS J. avec la collaboration de DESMONS J., ELLENBERGER F., GOFFÉ B., FABRE J., JAILLARD E., PACHOUD A. (1989) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille MODANE (775) - Orléans : Bureau de recherches géologiques et minières, 53 p.  
Carte géologique par DEBELMAS J. *et al.*, 1988.

**Réalisation BRGM**  
**Dépôt Légal : 1er trimestre 1989**  
**N° ISBN 2 - 7159 - 1775 - 9**