



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

**BUREAU DE
RECHERCHES
GÉOLOGIQUES
ET MINIÈRES**

LA ROCHETTE

3433

LA ROCHETTE

La carte géologique à 1/50 000
LA ROCHETTE est recouverte par les coupures suivantes
de la carte géologique de la France à 1/80 000 :
au nord : ALBERTVILLE (N° 169 bis)
au sud : ST-JEAN-DE-MAURIENNE (N° 179)

*Massifs de la Lauzière
et du Cheval Noir*

Chambéry	Albertville	Bourg-St-Maurice
Montmélian	LA ROCHETTE	Moûtiers
Domène	St-Jean-de-Maurienne	Modane



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



NOTICE EXPLICATIVE DE LA FEUILLE
LA ROCHETTE A 1/50 000

par J.-C. BARFÉTY
avec la collaboration de J. BLAISE, J.-C. FOURNEAUX
et J. MÉLOUX

1984

SOMMAIRE

INTRODUCTION	
GÉOGRAPHIE.....	5
APERÇU STRUCTURAL.....	5
HISTOIRE GÉOLOGIQUE.....	7
DESCRIPTION DES TERRAINS	
ZONE DAUPHINOISE.....	9
Terrains métamorphiques et plutoniques.....	9
Terrains sédimentaires et volcaniques.....	14
ZONE DES AIGUILLES D'ARVES OU ULTRADAUPHINOISE.....	20
Unité des Aiguilles d'Arves.....	20
Unité de Crêve Tête.....	22
Unité de Valbuche-Mont du Fuz.....	22
ZONE DU NIÉLARD.....	23
ZONE SUBBRIANÇONNAISE.....	24
ZONE DES GYPSES ET ZONE BRIANÇONNAISE.....	25
QUATERNAIRE.....	25
GÉOLOGIE STRUCTURALE	
ZONE DAUPHINOISE.....	27
Massif de Belledonne.....	27
Sédimentaire.....	29
Région de la Rochette.....	29
Région du col de la Madeleine.....	30
ZONE ULTRADAUPHINOISE.....	31
ZONE DU NIÉLARD-QUERMOZ.....	32
ZONE SUBBRIANÇONNAISE.....	32
RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS	
HYDROGÉOLOGIE GÉNÉRALE.....	33
GITES MINÉRAUX ET SUBSTANCES MINÉRALES.....	35
GÉOTECHNIQUE-STABILITÉ DES VERSANTS - RISQUES NATURELS.	39
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE	
SONDAGES.....	40
AMÉNAGEMENTS HYDROÉLECTRIQUES.....	40
ITINÉRAIRES GÉOLOGIQUES.....	41
BIBLIOGRAPHIE.....	41
DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES.....	45
AUTEURS DE LA NOTICE.....	45

INTRODUCTION

GÉOGRAPHIE

La feuille la Rochette est remarquablement divisée en son milieu par la large entaille nord-sud de la vallée de l'Arc, recoupant obliquement tout le massif de Belledonne.

De faible altitude (400 m), parcourue par la RN 6 et la voie S.N.C.F. reliant l'Italie par les tunnels du Fréjus, la vallée de l'Arc concentre l'habitat et l'industrie à Aiguebelle au Nord, Argentine, Épierre, la Chapelle, Saint-Rémy-de-Maurienne et la Chambre au Sud.

Le massif cristallin de Belledonne occupe plus de la moitié du territoire de la feuille. Les plus hauts sommets sont taillés dans les roches granito-gneissiques : le Grand Charnier (2 561 m), le Grand Miceau (2 619 m), les Grands Moulins (2 495 m), la Pointe de Rognier (2 341 m) sur la rive gauche de l'Arc ; le Gros Villan (2 716 m), le Grand Pic de la Lauzière (2 829 m), le Pic de Lacha (2 436 m), la Grande Muraille (2 462 m) et la Pointe de Combe Bronsin (2 499 m), en rive droite de l'Arc.

En bordure du massif de Belledonne, les terrains sédimentaires, plus tendres, d'âge jurassique, ont des altitudes moins fortes (400 à 1 900 m). A l'W.NW de la feuille, s'étendent les montagnes de la Table-Champ-Laurent, Montgilbert, puis de Montraillant-Hauteville, séparées par la vallée du Gelon, où s'est développée l'agglomération de la Rochette.

Tout à fait dans le coin nord-ouest de la feuille, les collines de cailloutis et sables de Coise—Saint-Jean-Pied-Gauthier sont déjà le rebord de la Combe de Savoie (vallée de l'Isère).

A l'Est de la chaîne de la Lauzière, les schistes tendres du Jurassique ont donné naissance aux dépressions du Bugeon, de l'Eau Rousse et du Morel, reliées par le col de la Madeleine, limite entre la Maurienne et la Tarentaise.

Une nouvelle barrière rocheuse, d'altitude comparable à Belledonne, mais constituée de grès et conglomérats, ceinture le coin sud-est de la feuille, avec les sommets de la Pointe de Valbuche (2 629 m), du Mont du Fuz (*) ou Bella-chat (2 824 m), le Cheval Noir (2 832 m) et Crève-Tête (2 342 m) — sans omettre le massif calcaire du Niélard (2 559 m). Ces sommets limitent à l'Ouest des terrains plus schisteux, drainés par le Nant Brun et le torrent des Encombres, affluents du Doron de Belleville, en Tarentaise.

Toutes ces régions ont encore une forte vocation forestière et agricole (ovins et bovins) ; l'industrie se concentre dans la vallée de l'Arc et à la Rochette (cartonnerie). Le tourisme se développe grâce à l'implantation récente de stations de ski : le Collet d'Allevard, Val Pelouse (Arvillard), le Col du Champet à l'Ouest de Belledonne, Saint-François-Longchamp et Valmorel, de part et d'autre du col de la Madeleine.

APERÇU STRUCTURAL

(cf. schéma structural à 1/250 000 et coupes tectoniques à 1/100 000 de la carte)

Zone dauphinoise

La zone dauphinoise comprend un axe cristallin bordé, à l'Ouest et à l'Est, de terrains sédimentaires :

(*) Orthographié Mont du Fût sur la carte à 1/50 000 de l'I.G.N.

— à l'Ouest du massif de Belledonne, les formations sédimentaires sont constituées de Jurassique moyen surtout et de Lias-Trias, empilés en de vastes plis couchés vers l'Ouest et en contact par faille avec le socle — c'est le prolongement des *collines bordières* du Grésivaudan (cf. feuilles Vizille, Domène, Montélian) ;

— le massif cristallin de Belledonne est en fait découpé par d'importants accidents jalonnés d'écaillés sédimentaires : Trias-Lias du *synclinal médian* donnant une zone de cols : cols Claret, de la Perrière, de la Perche, de Basmont. Le *synclinal médian* divise Belledonne en un *rameau externe* : micaschistes de la chaîne des Hurlières avec le placage permio-houiller de la Montagne du Collet et un *rameau interne* : migmatites et granites (granite d'Épierre, granite de la Lauzière) et aussi amphibolites, leptynites, schistes albitiques. Le Houiller de Bonneval souligne un autre accident important se prolongeant vers le Nord-Est en Beaufortain et délimite un massif de micaschistes feldspathisés englobant une écaille granitique à Notre-Dame de Briançon ;

— la bordure sédimentaire orientale est une succession de lames isoclinales de terrains allant du Houiller à l'Oxfordien, injectées de Trias ou d'écaillés cristallines (la Tuile (*) près Celliers), équivalentes à celles de Petit Cœur (feuille Moûtiers).

Zone ultra-dauphinoise ou des Aiguilles d'Arves

A l'Est de la zone dauphinoise, la présence d'un contact anormal majeur, jalonné de gypse, et d'une épaisse série tertiaire de conglomérats et flyschs, a permis de définir une zone dite *ultra-dauphinoise*. Les termes de base, brèches, grès et schistes, peut-être d'âge crétacé supérieur, comportent ici des olistolithes de Trias et de Jurassique.

On distingue, actuellement, sur la feuille la Rochette, trois unités : des Aiguilles d'Arves proprement dite, de Crève Tête et de Valbuche - Mont du Fuz.

Zone du Niélard - Quermoz

Les deux unités de Crève Tête et de Valbuche constituaient, jusqu'à récemment, avec le massif du Niélard, la digitation dite du Niélard (feuille Saint-Jean-de-Maurienne à 1/50 000), rattachée à la zone des Brèches de Tarentaise, ou zone valaisane. Des études récentes, encore en cours (P. Antoine et R. Barbier) ont apporté des modifications à ce schéma.

Le massif du Niélard, comportant des séries très différentes à la fois de celles des zones dauphinoise, ultra-dauphinoise et des Brèches de Tarentaise, constitue une *zone intermédiaire*, du Niélard, à laquelle on rattache aussi le massif du Quermoz (situé au Nord de l'Isère, sur la feuille Bourg Saint-Maurice) et comportant une brèche d'âge jurassique.

Zone valaisane

Elle n'est plus représentée actuellement sur la feuille la Rochette, mais apparaît sur celle de Moûtiers, dès Villarly (vallée des Bellevilles) ; elle se caractérise par un flysch d'âge crétacé supérieur transgressif sur divers termes.

Zone subbriançonnaise

Elle est appelée nappe du Pas du Roc, car elle est bien représentée dans la vallée de l'Arc, à l'aval de Saint-Michel-de-Maurienne ; elle est essentiellement

(*) Orthographié la Thuile sur la carte à 1/50 000 de l'I.G.N.

figurée par les termes Trias à Oxfordien de l'Unité de la Grande Moënda. L'Unité du Perron des Encombres et les écailles externes (Jurassique supérieur à Tertiaire) ne sont bien développées qu'au Sud, sur la feuille Saint-Jean-de-Maurienne.

Zone des Gypses et zone du Briançonnais

Le territoire de la feuille la Rochette recoupe encore, mais sur une très petite superficie (extrême coin sud-est), la zone des Gypses et la zone du Briançonnais (Permien et Trias) (*cf.* les feuilles Saint-Jean-de-Maurienne et Moûtiers).

HISTOIRE GÉOLOGIQUE

Socle cristallophyllien

L'histoire du socle cristallophyllien de Belledonne est polyphasée, mais aucune géochronologie complète n'a pu être effectuée : les âges proposés vont ainsi du Précambrien au Dinantien.

Le rameau externe de Belledonne est constitué d'une seule formation schisteuse métamorphique : *la série satinée* qu'il est difficile de situer par rapport aux séries du rameau interne ; son âge serait briovérien (?), ou plus récent, ordovicien-silurien. *La série satinée du rameau interne* pourrait en être un équivalent.

Le rameau interne est plus diversifié et est fortement granité, selon certains grands axes structuraux. Il comprend des séries cristallophylliennes et des granites :

— *la série verte*, composée de schistes verts au sommet et d'amphibolites à la base, a une origine principalement volcano-sédimentaire, liée à une activité volcanique surtout remarquable plus au Sud. Ainsi, sur la feuille Vizille, elle contient des masses volcano-plutoniques basiques et ultrabasiques, associées à un volcanisme kéraatophyrique. Cette activité volcanique a intéressé un vaste secteur du Sud de Belledonne, jusqu'au massif du Mont Blanc et sans doute l'Aar ; elle pourrait être d'âge dévono-dinantien ;

— *la série brune* est composée de micaschistes plus métamorphiques que les autres termes ;

— *les granites* sont d'âge antérieur au Houiller daté, mais les étapes de granitisation ont pu être largement étalées dans le temps : le granite de Saint-Colomban et la série gneissique associée sont antérieurs (phase calédonienne ?) à la mise en place du granite des Sept-Laux qui les recoupe, et qui s'est faite probablement vers la fin de l'Hercynien.

Carbonifère et Permien

Les sédiments carbonifères (Westphalien D - Stéphanien A ou Stéphanien seul) : conglomérats, grès et schistes à plantes et intercalations charbonneuses, se disposent dans de petits grabens subsidents, qui correspondent à des accidents importants de la chaîne ayant joué déjà à l'Hercynien.

A la fin du Stéphanien et au Permien, après les derniers plissements hercyniens, les produits d'érosion de la chaîne de Belledonne s'étalent dans des plaines alluviales et des deltas, sous climat chaud et humide (teinte rouge).

Trias

Les dépôts terrigènes se poursuivent pendant une partie du Trias, mais sous influence marine, puis les sédiments deviennent plus carbonatés (dolomie souvent bréchique) et, enfin, lagunaires (gypse). Les témoins de cette période de l'histoire géologique sont cependant rares sur la feuille la Rochette.

Jurassique

Au Jurassique, dans le domaine dauphinois, la sédimentation marine, calcaréo-argileuse, puis argileuse, n'est pas uniforme en tous points. L'Hettangien, bien caractérisé à l'Est de Belledonne, dans la région de Doucy, est assez bien développé par rapport au reste du Lias inférieur et moyen qui semble très condensé : quelques dizaines de m, en général (col de la Madeleine, par exemple). Les apports détritiques fins reprennent au Domérien. Au Toarcien, on peut opposer les niveaux à brèches, entroques et oncholites des environs de la Rochette, aux marnes plus épaisses du col de la Madeleine.

La sédimentation s'uniformise à l'Aalénien et au Bajocien, d'abord très argileuse (schistes silico-alumineux à nodules), jusque dans le Bajocien inférieur (la Table). Elle devient plus grossière avec niveaux microbréchiques ou gréseux, que l'on peut confondre avec ceux du Doméro-Toarcien. Les derniers dépôts connus sont callovien-oxfordiens, un peu plus carbonatés.

Sur le bord oriental de la zone dauphinoise, s'étendait — du Jurassique au Tertiaire — une région à sédimentation plus réduite et plus troublée, correspondant sans doute à des reliefs sous-marins plus ou moins actifs et où l'on sait, d'une part, que l'érosion a atteint le Permo-Houiller ou le socle (ravin des Sétives, Valbuche, Crève Tête) et, d'autre part, que les dépôts très détritiques, à olistolithes, révèlent, au Crétacé supérieur ou à l'Éocène, une activité tectonique *synsédimentaire* importante. Ces séries correspondent à la base des conglomérats tertiaires du flysch des Aiguilles d'Arves. On peut les rapprocher de celles du Niélard-Quermoz, qui montrent un Lias coralligène ou des brèches et grès difficiles à dater (Jurassique, Crétacé ?), évoquant aussi les séries valaisannes.

Par contre, à l'Est, la zone subbriançonnaise correspond, du Trias supérieur à l'Oxfordien, à une sédimentation plus calme, plus épaisse : après la lumachelle du Rhétien, on a des calcaires à silex du Lias inférieur, les marnes du Lias supérieur, les calcaires sableux du Jurassique moyen et les calcschistes du Callovo-Oxfordien.

Tertiaire

Plissements et érosions du cycle alpin se succèdent, de l'Oligocène au Pliocène ; ils se traduisent de différentes façons :

— serrage et déversement de toutes les zones vers l'Ouest, pouvant aller jusqu'au plis couchés (la Rochette), ou *retournés* (bord oriental de la zone dauphinoise) ;

— grands décrochements amenant un découpage du cristallin en amygdales, structures que l'on retrouve aussi dans les terrains sédimentaires, et parfois soulignés par des lames de socle (Celliers) ;

— schistosité, recristallisation, anchimétamorphisme et rétro-morphose.

DESCRIPTION DES TERRAINS

ZONE DAUPHINOISE

Terrains métamorphiques et plutoniques

(J. Blaise)

Les terrains décrits appartiennent à la partie septentrionale du massif cristallin de Belledonne. On retrouve ici la division classique du massif en deux rameaux (P. Lory) : externe et interne, séparés par le *synclinal médian*.

Rameau externe

Sξ. **Séricitoschistes et chloritoschistes feldspathiques.** La formation schisteuse métamorphique unique, constituant le rameau externe, est de lithologie peu différenciée. On y trouve des schistes satinés, de teinte le plus souvent gris bleuté, à alternance milli - à décimétrique de lits quartzeux et de lits phylliteux, à chlorite ou à séricite dominante, avec bancs métriques, plus essentiellement quartzo-feldspathiques, et passées de schistes graphiteux. Les ocelles d'albite abondent dans certains chloritoschistes feldspathiques ; ils deviennent même le constituant minéralogique essentiel de quelques bancs de prasinites à épidote et calcite (région de Montsapey).

D'autres chloritoschistes en bancs contiennent de l'actinote fibreuse (chaîne des Hurtières). Les lits phylliteux ont parfois de la biotite verte et de nombreuses chlorites paraissent issues d'une rétro-morphose de biotite.

Ces formations donnent des reliefs aux formes adoucies, sur les versants desquels les glissements de terrain et les fauchages de têtes de bancs sont généralisés ; l'analyse structurale en est rendue difficile. L'ensemble est plissé isoclinalement, mais l'absence de niveaux-repères ne permet pas d'entrevoir les grandes structures et seuls sont observables les petits plis, qui peuvent reprendre une ancienne foliation et qui sont généralisés.

La schistosité qui leur est liée est orientée N 10° à 30° E, mais peut tourner N 45° E au voisinage d'accidents, en particulier près du *synclinal médian*. Elle pend uniformément vers l'E.SE, de plus en plus fortement, depuis le bord externe du massif cristallin jusqu'au *synclinal médian* (de 45° jusqu'à 80°).

L'axe des petits plis est souligné par une linéation minérale qui plonge le plus souvent de 10° à 20° vers le N.NE, et est plus rarement subhorizontale, ou à plongement faible vers le Sud.

Rameau interne *Formations métamorphiques*

Série satinée interne

ξξ. **Séricitoschistes feldspathiques et conglomérats (1).** Dans la partie nord-est de la carte, l'affleurement de la série satinée est limité d'un côté par le bord interne — faillé — du massif cristallin, et, de l'autre, par une zone d'accidents qui la sépare de la série verte, stratigraphiquement inférieure.

Cet accident est jalonné par des schistes carburés, rapportés au Houiller (*cf. Houiller*), mais qu'il n'est pas toujours facile de distinguer d'autres lits de schistes graphiteux, inclus pour leur part dans les schistes satinés. Le long du torrent de l'Eau Rousse, un autre accident divise, longitudinalement, ce domaine

d'affleurement. Sur toute l'étendue de celui-ci, les glissements de pente et les fauchages sont assez généralisés.

L'ensemble est constitué de séricitoschistes, de quartzites feldspathiques et sériciteux, et de conglomérats métamorphiques, dont les éléments — déformés — atteignent des dimensions de plus de 30 cm.

Les passages d'un type lithologique à l'autre sont progressifs, et maintes fois répétés. On a cartographié les zones où dominent les conglomérats (1) : bordure de la série verte, où l'importance des conglomérats est mieux marquée au Sud (Celliers) qu'au Nord (Bonnaval), et diverses bandes, entre Notre-Dame de Briançon et Doucy.

Les grains clastiques des quartzites et des conglomérats sont, pour les plus fins, du quartz et des plagioclases acides séricitisés, et, pour les plus grossiers, du quartz et des roches quartzo-feldspathiques fines (leptynites et roches granitoïdes schistosées) paraissant provenir de la série verte avoisinante.

Les trames phylliteuses orientées des roches de la série sont faites de séricite, pour l'essentiel, de grandes muscovites, parfois de grandes chlorites paraissant issues d'une rétro-morphose de biotite. On trouve également une biotite néoformée, plus petite, dans certaines zones limitées : au bord nord de la feuille (Bois Kersy) et tout au long du ravin de l'Eau Rousse, où la biotite paraît liée à des injections leucogranitiques (*cf. granites*).

La série satinée est intensément plissée et schistosée. On note une schistosité N 10° à 20° E, de pendage toujours élevé vers l'Est ; elle est souvent recoupée par une schistosité N 40° à 50° E, en particulier près du bord interne du massif cristallin.

On ne sait s'il convient de rapporter à la série satinée la petite écaille du pont de la Tuile-en-Celliers, ceinturée de Lias. On y trouve une roche sombre, fine, à trame schisteuse, à biotite, riche en feldspaths (plagioclases séricitisés et quelques microclines), et où la recristallisation métamorphique paraît beaucoup plus poussée que dans les schistes satinés habituels. Quelques filons de leucogranites à muscovite sont cependant tout à fait semblables au leucogranite de Notre-Dame de Briançon.

Série verte

A l'Ouest des granites de la Lauzière

La série affleure selon une bande large de 600 à 1 200 m entre la série brune à laquelle elle se superpose stratigraphiquement et les granites de la Lauzière, dont une zone étroite d'injections granitiques marque le contact. On y distingue des schistes verts au sommet, et des amphibolites à la base. L'ensemble, d'épaisseur kilométrique, est très plissé, avec une schistosité régulièrement orientée N 20° à 30° E, et de pendage vers l'Est toujours très redressé.

vξ. **Schistes verts albitiques (série verte supérieure)**. Des schistes phylliteux et chloriteux gris ou noirs, généralement bien lités et rubanés, constituent l'essentiel de cette formation. La chlorite y est mieux représentée que la séricite ; la biotite est plus rare, en petits cristaux, et paraît liée aux contacts granitiques. Les lits graphiteux sont parfois très développés. L'albite est souvent abondante et se développe en ocelles millimétriques dans les schistes les plus clairs.

Les chloritoschistes riches en ocelles albitiques passent à des ovardites typiques, très rares, à côté desquelles on trouve, en plus grande abondance, des prasinites caractérisées par l'actinote et l'épidote-clinozoïsite, avec leucoxène accessoire.

Ces prasinites passent localement à de vrais schistes amphiboliques à hornblende, qui paraissent encore liés aux bordures des granites. On a rencontré épisodiquement des schistes prasinitiques à lits d'actinote, lits de grenat et lits graphiteux, des schistes à chloritoïde, des lamprophyres à biotite en gisement filonien, des roches à sphène et grenat (galerie E.D.F. Isère-Arc), quelques bancs carbonatés, enfin de rares serpentinites (A, le Pontet, sur la route Saint-Rémy—Saint-Léger).

vλδ. Amphibolites et leptynites (série verte inférieure). En bordure, les schistes verts passent à des formations rubanées, en gros bancs, d'amphibolites à hornblende, plagioclase toujours très séricitisé, épidote-clinozoïsite, sphène, et parfois grenat, de schistes amphiboliques et de gneiss leptynitiques.

A l'Ouest, la formation amphibolique s'intercale entre les schistes verts et les micaschistes et leptynites de la série brune, sans limite bien nette d'un côté comme de l'autre. Elle n'est d'ailleurs pas présente dans toutes les coupes, et son épaisseur n'excède guère la centaine de mètres. Par analogie pétrographique, on a cartographié de la même façon les bancs d'amphibolites qui jalonnent la bordure orientale de la série verte, au contact des granites de la Lauzière.

A l'Est des granites de la Lauzière

vξλ. Leptynites, amphibolites et schistes albitiques, localement granitisés (série verte indifférenciée). A l'Est des granites, la série verte se présente sous forme de leptynites et d'albitites, brunes à blanches, à biotite ou à chlorite, parfois à grenat, à nombreux ocelles de plagioclase séricitisé ; ces bancs clairs alternent avec des bancs plus sombres : schistes amphiboliques et amphibolites, à hornblende et épidote, toujours riches en sphène.

Il s'agit là d'une série d'ovardites et de prasinites de métamorphisme mésozoonal, où les niveaux d'origine proprement volcanique paraissent prépondérants.

Ces formations alternent avec des gneiss œillés, ou porphyroïdes, clairs si la biotite souvent chloritisée y est exclusive, sombres si la hornblende l'accompagne. Il s'agit de niveaux où une granitisation syntectonique, qui se relie de proche en proche aux granites de la Lauzière, se marque par une porphyroblastèse importante de plagioclase et, surtout, de microcline perthitique.

Parmi ces feuilletts concordants, citons la bande de gneiss œillés intensément cataclasés, qui jalonne la bordure orientale faillée de la série verte, depuis le col de la Madeleine au Sud, jusqu'à la limite nord de la carte. Des filons plus ou moins discordants d'aplites gneissifiées, s'observent encore dans ces formations, en particulier à proximité des granites de la Lauzière.

La schistosité présente ici le même pendage fort vers l'Est que dans les autres ensembles métamorphiques, et la même direction N 10° à 30 °E, infléchie vers le Nord-Est, ou vers l'E.NE au voisinage de nombreux accidents.

Série brune

Bξ. Micaschistes et gneiss à deux micas, localement granitisés. Entre la série verte et le granite d'Épierre—les-Sept-Laux, la série brune est composée de micaschistes, de gneiss et de leptynites plagioclasiques, à biotite et muscovite, parfois à grenat. Des niveaux plus basiques s'intercalent dans ces formations litées : simples lits chargés d'amphibole et d'épidote, ou véritables bancs de roche amphibolique, pouvant évoquer des sills éruptifs anté-métamorphiques.

La granitisation est diffuse dans tout l'affleurement de la série, sous forme de gneiss œillés, caractérisés par une blastèse de microcline, ou sous forme de

filons aplo-pegmatitiques souvent sécants. C'est par le développement de tels gneiss ceillés et de tels filons granitoïdes que l'on passe progressivement vers l'Ouest à la zone de bordure du granite des Sept-Laux (*cf. granites*).

Granites

Massif de Saint-Colomban - la Lauzière

Le massif granitique de Saint-Colomban-des-Villards (feuille Saint-Jean-de-Maurienne) se prolonge vers le Nord, entre Arc et Isère, dans les monts de la Lauzière. L'ensemble correspond à une zone de granitisation très hétérogène. Des granites gneissiques, de texture souvent lit par lit, ou nébulitique, et à nombreux septa de schistes cristallins, s'y observent le plus souvent, en particulier dans les bordures et dans les parties topographiquement basses de la chaîne granitique.

Par contre, les granites bien homogènes ne sont guère représentés qu'au cœur du massif et dans ses parties élevées. Cette croissance de l'homogénéisation granitique, non seulement de la périphérie vers le cœur du massif, mais aussi de bas en haut, était suggérée par les observations faites lors de la traversée du massif par la galerie E.D.F. Isère—Arc. A plus de 1 500 m sous les sommets, on ne rencontre pas de granite franc. Ce même phénomène a été constaté dans la galerie Arc—Isère, au Sud de la vallée de l'Arc (feuille Saint-Jean-de-Maurienne).

La limite occidentale du massif est assez nette ; elle est marquée par une zone réduite de schistes amphiboliques à nombreux filons et veines granitoïdes. Cette zone de contact est très tectonisée et les gneiss et granites de bordure y sont fréquemment laminés. En rive gauche de l'Arc, cette limite correspond plus précisément à la terminaison nord-ouest de l'accident de Fond-de-France. La limite orientale est plus difficile à tracer, car les zones de granitisation plus ou moins diffuse (gneiss porphyroïdes, lacis de filons granitoïdes) ne se réduisent que progressivement au sein des leptynites et amphibolites encaissantes et se retrouvent sur toute la largeur de l'affleurement de la série verte (*cf. série verte*).

Le massif peut être divisé longitudinalement en deux rameaux. A l'Ouest, dominant des granites gneissiques assez clairs et à biotite ($\gamma\zeta$), alors qu'à l'Est, on observe, d'une part dans les parties basses et les zones de bordure, des faciès sombres à amphibole ($\zeta\gamma\delta$), d'autre part, dans les hauts, le granite à biotite le plus grossier et le plus homogène de l'ensemble ($\rho\gamma$). La limite entre les deux rameaux est bien tracée dans les parties hautes de la Lauzière, au niveau d'un septum de micaschistes à deux micas ($\xi\gamma$). Elle est plus imprécise vers le Sud, sur les rives de l'Arc. D'après la composition des granites et la nature des schistes métamorphiques en septa et en enclaves, la granitisation doit s'être opérée, dans le rameau occidental, aux dépens de la série brune ou/et de son substratum inconnu éventuel, et, dans le rameau oriental, aux dépens de la série verte.

$\gamma\zeta$. Zone hétérogène occidentale des granites gneissiques clairs à biotite avec septa de gneiss et de micaschistes. En bordure occidentale du massif et sur les deux rives de l'Arc, on observe principalement des granites gneissiques clairs, de texture lit par lit à nébulitique, à biotite seule ou à deux micas, à feldspath souvent développé en grands porphyroblastes : plagioclase et plus généralement microcline perthitique. Les passages sont insensibles, soit à de vrais gneiss rubanés, soit à des granites différenciés de façon diffuse. Des septa de gneiss amphibolique se trouvent en particulier près des bords du massif. Les filons, veines et petits massifs aplo-granitiques, sont nombreux.

Vers les hauteurs de la Lauzière, les faciès proprement granitiques deviennent prépondérants sur les faciès gneissiques, et, grâce à des contacts plus francs, on peut mieux distinguer les stades successifs de la granitisation. Celle-ci a d'abord peu touché des septa en bandes métriques à hectométriques de mica-schistes à biotite, riches en muscovite tardive ($\xi\gamma$). Ces mica-schistes sont ensuite pénétrés et enclavés par des granites gneissiques à grands porphyroblastes, toujours très micacés et parcourus par un lacis de veines et filons aplo-granitiques. Ces différents ensembles sont enfin recoupés par des granites calco-alkalins à biotite ou à deux micas, plus clairs et de texture plus fine que les précédents, pouvant garder un faciès nébulitique, ou, au contraire, être plus homogènes, avec enclaves micacées. Ils sont eux-mêmes recoupés par des veines aplitiques. Les ensembles : septa de mica-schistes, granites gneissiques porphyroïdes, granites fins plus clairs et plus homogènes, dessinent de longues bandes directionnelles.

$\zeta\gamma\delta$. Zone hétérogène orientale des granites gneissiques sombres à amphibole, avec septa de leptynites et d'amphibolites. Dans sa partie méridionale, le rameau oriental du massif de la Lauzière est constitué principalement de granite gneissique assez sombre, à amphibole et biotite, parfois à biotite seule, porphyroïde, avec de grands microclines perthitiques. Les faciès de granite porphyroïde à enclaves basiques dominent au cœur du massif, alors que vers la bordure orientale on passe plutôt à des gneiss coëllés à amphibole. Sur toute la largeur de cette bande, les septa de schistes amphiboliques et de leptynites sont nombreux, de même que les veines, les filons et les petits massifs aplo-granitiques.

Plus au Nord, de tels faciès gneissiques à amphibole ont été cartographiés en bordure orientale du granite grossier homogène à biotite. La galerie E.D.F. Arc—Isère en a recoupé de semblables en profondeur, sous le même granite grossier.

$g\gamma$. Granite grossier homogène à biotite. C'est le faciès de granite le plus homogénéisé de l'ensemble de la Lauzière. C'est un granite équi-granulaire à quartz, souvent subautomorphe ; il est généralement clair et à biotite, et est alors très potassique, avec microcline prépondérant ; parfois, il se charge de hornblende et possède alors une composition plus monzonitique.

Alors que les autres granites présentent une foliation toujours assez accusée, le granite grossier n'est généralement pas orienté ; il le devient cependant vers ses bordures et près des accidents qui le découpent, en particulier ceux, orientés E.NE, qui limitent son affleurement au Sud et à proximité desquels la mylonitisation est très marquée.

Massif d'Épierre—les Sept-Laux

Le massif granitique des Sept-Laux (feuille Saint-Jean-de-Maurienne) se prolonge vers le Nord, jusqu'en rive droite de l'Arc (massif d'Épierre). Il est directionnel dans les structures du rameau interne, comme celui de Saint-Colomban—la Lauzière. On a distingué sur la carte le massif granitique lui-même, assez homogène, et ses zones bordières hétérogènes d'injection granitique, en contact avec la série brune. L'accident du synclinal médian recoupe obliquement l'ensemble, au Nord-Ouest, si bien que le granite et ses bordures disparaissent à l'affleurement vers le Nord, à hauteur de Montsapey. A l'Est, la limite qu'il a fallu marquer, sur la carte, entre la zone d'injection granitique et la série brune, est, en fait, très imprécise, car des faciès granitiques s'observent encore loin de ce contact, jusque dans les amphibolites de la série verte.

ζγ. Zone de bordure hétérogène à injection granitique. De part et d'autre du granite, de nombreux filons de leucogranite et de pegmatite traversent des gneiss fins à deux micas et des gneiss porphyroïdes à porphyroblastes de microcline. Dans la zone de bordure occidentale, le long du synclinal médian, se remarquent plusieurs bancs d'amphibolites.

γ². Granite à biotite. La bande granitique présente, sur toute sa largeur, un faciès assez homogène de granite clair à biotite, plus rarement à deux micas, de composition monzonitique, à texture le plus souvent fine et orientée, parfois plus grossière ou porphyroïde. La structure est généralement cataclastique, en particulier près des nombreuses failles qui découpent le massif.

Massif de Notre-Dame de Briançon

γ_m. Granite à muscovite. Ce granite forme, de part et d'autre de la vallée de l'Isère, un petit massif intrusif dans les schistes satinés du rameau interne. C'est un leucogranite à muscovite, toujours très cataclaté. De nombreux filons de pegmatite à muscovite traversent les schistes au contact enrichis en biotite et muscovite. De tels schistes à biotite pourraient jalonner, directionnellement vers le Sud-Est, un prolongement du granite en profondeur. On les retrouve, en effet, tout au long du torrent de l'Eau Rousse. Dans l'écaillage du pont de la Tuile-en-Celliers, on trouve également quelques filons d'un leucogranite à muscovite, très semblable à celui de Notre-Dame de Briançon.

Terrains sédimentaires et volcaniques

Les terrains sédimentaires bordant la chaîne de Belledonne sont assez différents à l'Ouest et à l'Est ; c'est pourquoi, ils sont décrits séparément.

Ouest du massif de Belledonne

Ce sont les collines à l'Ouest des micaschistes de la chaîne des Hurtières et le haut des montagnes du Collet d'Allevard.

Permo-Houiller

Le Permo-Houiller est visible le long d'un faisceau d'accidents de socle orientés N.NE—S.SW, allant du Mont Mayen (angle sud-ouest de la feuille) à la vallée du Haut Gelon (le Bourget-en-Huile), et comporte des conglomérats et pélites que l'on a pu cartographier en trois ensembles :

h4-5. Westphalien—Stéphanien. Conglomérats, grès et schistes noirs. Transgressifs sur le socle, ils sont en général visibles seulement dans les structures profondes : torrent du Veyton, du Joudron, du Chapelet et du Nant des Fruitiers.

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

h5-r. Stéphanien supérieur—Permien inférieur. Conglomérats, grès clairs et schistes gris. — r. Permien. Conglomérats, grès et pélites violettes

ou vertes. Au-dessus (Montagne du Collet et Mont Mayen) vient une série détritique communément appelée « Grès d'Alleverd », transgressive également sur le socle (Collet d'Alleverd), comportant deux niveaux : des grès fins et des pélites gris sombre, où on trouve assez facilement des végétaux : *Pecopteris cyathea*, *P. affinis*, *P. monyi*, *P. unita*, *P. pseudo-oreopteridia*, *Odontopteris minor Zeilleri*, *Taeniopteris tenuis*, *Annularia radiata*, *A. stellata*, *Asterophyllites equisetiformis*, *Calamites cisti*, *Sphenophyllum emarginatum*, *Calamites undulatus*, *Mixoneura alpina* (J.-C. Barféty, Ph. Liard, J. Haudour et J. Sarrot-Reynaud), flore allant du sommet du Westphalien à l'Autunien (h5-r).

Le deuxième terme, très caractéristique et plus épais, comporte des conglomérats et pélites vertes ou violettes, dont les relations avec les schistes gris sont floues, car oblitérées par une intense tectonisation ; cependant, dans le massif du Grand-Rocher (feuille Domène), ont été découverts : *Calamites cisti*, *Cordaites*, *Pseudovoltzia*, d'affinité autunienne (r).

Trias

r-t. **Arkoses et conglomérats.** Au Collet d'Alleverd, le Trias débute par des grès bruns (6-8 m) ou des quartzites blancs ; ailleurs, sur le bord occidental du massif des Hurtières (Montgilbert, le Pontet, torrent de la Serra et du Chapellet), ou dans l'accident médian, directement sur le socle, on relève des conglomérats ou des arkoses claires à galets de quartz blanc ou rose et débris de pélites versicolores, de faible épaisseur.

tD. **Dolomies.** Au-dessus, viennent des dolomies, mais leurs affleurements sont très rares à l'Ouest de Belledonne : dolomie grise à Beauvoir, route de Prodin ou gréseuse et rousse près du Fort de Montgilbert, calcaires dolomitiques et schistes dolomitiques verts au Reveyret.

tK. **Cargneules.** Le plus souvent, les dolomies ont été cargneulisées : torrent du Bens à la cote 550, le Nant Provent, station du Collet d'Alleverd.

Ces cargneules (parfois bréchiques, avec éléments de schistes versicolores), sont souvent épaisses : 200 m dans le torrent du Bens, 100 m au Villard-la-Table, Bourget-en-Huile, le Pontet, Montgilbert, le Collet, Prodin. Elles jalonnent aussi le *synclinal médian* à Montgodioz-Basmont, Saint-Pierre-de-Belleville, col de Claran.

Les travaux miniers ont pu retrouver le Trias en profondeur : les Mouches, commune du Pontet (dolomie, cargneule, quartzite), le Reveyret, commune de Bourget-en-Huile (dolomie et schiste), Laurensaint-Prodin et le Molliet [commune d'Arvillard (cargneule)].

tG. **Gypse.** Le gypse est connu à l'affleurement aux Landes (le Villard de la Table) et il était jadis exploité. L'anhydrite a été traversée dans les galeries E.D.F. Arc—Isère et Isère—Arc au passage du *synclinal médian*, alors qu'elle n'apparaît pas en surface.

La présence de cargneule et de gypse se signale dans la morphologie par d'importants entonniers de dissolution, en particulier entre le Verneil et le Villard aux Landes, aux Minjoz, aux cols de la Perche et de la Perrière (accident médian).

t10. **Rhétien. Grès bruns.** Un seul affleurement peut être rapporté au Rhétien : c'est un très mince niveau de grès brunâtre, recoupé par la route de Verneil à Étable, sous le village du Verneil, entre des cargneules et des calschis-

tes fins clairs (Hettangien ?). Il s'agit de l'affleurement du Verneil, cité par les anciens auteurs avec *Avicula contorta* et *Mytilus minutus* (V. Paquier) sans doute découvert lors de l'élargissement de la route.

K³. Spilites. Le seul affleurement de roche volcanique est connu au Collet d'Allevard (entre les chalets du Collet et le torrent du Buisson) ; ce sont quelques mètres carrés de spilites verdâtres, roches à feldspaths alcalins, chlorites, oxydes de fer et carbonates, de la fin du Trias sans doute.

Lias - Jurassique moyen

l₁₋₅. Hettangien—Carixien. Calcaires argileux et schistes. Nulle part, le passage Trias-Lias n'est bien visible, qu'il soit caché par le Quaternaire ou tectonisé ; on l'observe mieux sur la feuille Montmélian. On a donc rapporté les calcaires liasiques aux étages Hettangien—Sinémurien—Carixien, sans précision : c'est une alternance de gros bancs (1 m au plus) de calcaire à pâte assez fine, bleuté ou gris acier, intercalés de schistes en passées décimétriques (10 à 30 cm) ; on note la présence de petits nodules de pyrite s'altérant rapidement et la schistosité, intense, débite les bancs en minces plaquettes sonores et cassantes. Les gros bancs contiennent des Bélemnites de grande taille et d'assez nombreuses Ammonites : ainsi, dans le haut Gelon à Verneil : *Asteroceras* (*A. suevicum* ? Qu.), *Asteroceras* sp., *Angulaticeras lacunoides* Qu., formes du Lotharingien inférieur, avec de petits Lamellibranches et Gastéropodes.

Sur la route de Beauvoir (Arvillard), dans des bancs de 10-30 cm et passées schisteuses de 1 à 4 m, plusieurs *Aegoceras* sp. indiquent la présence de Carixien au sommet de la série.

Par suite de replis et failles, l'épaisseur ne peut être chiffrée : 100-200 m ?

l₆, l₆₋₈, l₇₋₈. Domérien—Toarcien. Calcschistes, marnes et calcaires. Domérien et Toarcien sont difficiles à individualiser (l₆₋₈) ; au Domérien, doivent correspondre des calcschistes bruns à petits bancs de calcaires noirs (20-25 cm), le tout un peu détritique (l₆) (rive droite du haut Gelon, Arvillard).

On rapporte au Toarcien une alternance de bancs calcaires et de schistes (l₇₋₈) situé sous l'Aalénien daté. Au sommet de la série, à Arvillard, apparaissent des bancs de calcaires clairs très durs à nombreuses entroques et Bélemnites, et que l'on retrouve au Nord (le Verneil, la Provenchère) dans tout le Toarcien (l₇₋₈, 1). On connaît près de l'Aalénien, un niveau d'organismes à structures concentriques, d'origine sans doute algaire (oncolithes).

La datation effective de ces niveaux n'a pas été possible (rares Posidonomies). L'épaisseur pourrait être de 100 m au total ?

l₉. Aalénien. Argilites. L'Aalénien est mieux caractérisé par une série d'argilites brunes ou rouille à bancs d'épaisseur millimétrique ou centimétrique de silixite ou phtanite très durs, noirs ; les nodules sont rares (une centaine de mètres ?). Les Ammonites donnent la zone à Murchisonae ou à Concavum : *Phylloceras heterophyllum*, *Tmetoceras*, *Ancolloceras opalinoides* Mayer, *Ludwigia murchisonae* Sow. (zone à Murchisonae), *Ludwigella* cf. *casta* Buck., *Holcophylloceras*, *Calliphylloceras* gr. *nilsoni* ?, *Pseudographoceras helveticum* Horn. (zone à Concavum).

j₁, j_{1a}, j_{1b}. Bajocien. Calcaires et schistes. On note des variations de faciès importantes dans le Bajocien ;

— entre la Rochette et Chamoux, les flancs de la vallée du Gelon sont constitués d'une série très épaisse calcaréo-marneuse, assez détritique, très monotone et sans doute très replissée, que l'absence de niveau-repère et de fossile empêche de détailler. C'est la suite, vers le Nord, des collines bordières du Grésivaudan auxquelles de rares Ammonites ont permis de donner un âge bajocien s./ (feuille Domène). Le faciès-type est une alternance de schistes pélitiques, argentés ou noirs et de bancs calcaires, calcarénitiques ou gréseux, et, comme les schistes, d'épaisseur variable (de l'ordre du décimètre ou du mètre). La patine des bancs calcaires est caractéristique : ils prennent une teinte grise, flammée de taches ocreuses ou rosées. Le débit de la roche varie suivant l'inclinaison et l'intensité du clivage schisteux, rendant parfois difficile le repérage des strates. La texture de la roche est faite d'une succession millimétrique ou centimétrique de lits plus ou moins gréseux, donnant une fine zonation. Il semble que la base de la série soit plus schisteuse. On y relève parfois des bancs plus durs à patine rousse (Bajocien inférieur ?) ;

— à l'E.NE de la Rochette, dans le haut des montagnes de la Table, Champ-Laurent et Montendry, s'individualise un niveau d'une vingtaine de mètres de schistes argileux, sombres brunâtres, un peu nervurés, à nodules souvent ovoïdes, très durs, silico-alumineux. C'est le niveau des *schistes à rognons* des anciens, qui a livré de nombreux fossiles depuis plus d'un siècle, entre les localités d'Étable et la Table (j_{1a}). Il est bien individualisé seulement à l'Est de la Rochette, entre le Gelon et Champ-Laurent.

Les Ammonites indiquent toute la base du Bajocien : zone à Discites, ou au plus, à Sauzei : *Darellina* cf. *planaria* Buck., *Ludwigella arcitenens* Buck., *Braunsina* sp., *Megalytoceras* cf. *rubescens* Dum., *Calliphylloceras tatricum* ? Pusch, *Sonninia* sp., *Toxolioceras* (*Reynesella*) cf. *juncta* Buck., *Graphoceras* sp., *Phylloceras* sp., *Sonninia* sp. gr. *gingensis* Waagen, *Emileia* gr. *polyschides*, *Toxolioceras* (*Davellina*) cf. *planaris* Buck., *T.* cf. *walken* Buck., *Hyperlioceras subdicoideum* Buck. Les Posidonomies sont localement très nombreuses et de grande taille.

Au-dessus des schistes à rognons, apparaissent des bancs grés-marneux, d'abord minces et espacés, puis plus épais et plus serrés (20-30 m), ensuite vient une barre de calcaires massifs gris-bleu très durs, siliceux et gréseux, parfois à entroques. Ils montrent des stratifications irrégulières, parfois obliques, des surfaces ferrugineuses et quelques silex. Ce sont les *calcaires de la Table* (C), car ils forment le soubassement du Pic de l'Huile ; on les retrouve encore jusqu'à Champ-Laurent et à l'Ouest de Montendry. Les diaclases est-ouest de ce calcaire ont été minéralisées par le quartz et surtout par l'allevardite (cf. *gîtes minéraux*). Vers l'Ouest et le Sud, ce calcaire s'amincit rapidement, se divise en bancs de plus en plus minces, venant se fondre dans la série habituelle.

Au-dessus, après une passée schisteuse et un banc de calcaire siliceux (50 cm à 1 m), la sédimentation marno-gréseuse reprend (j_{1b}) ; par endroit, on retrouve un banc gréseux, très dur, à patine rousse, de 30-80 cm, qui pourrait représenter un équivalent latéral des calcaires de la Table (le Joudron, le Gelon, et au Nord de la Rochette).

Faute de fossile, on ne peut dater avec précision les calcaires de la Table : sommet du Bajocien inférieur ou Bajocien moyen ?

Est du massif de Belledonne

Houiller

h5. Stéphanien inférieur. Conglomérats, schistes et grès. A l'Ouest du col de la Madeleine, au lieu-dit *l'Homme de Beurre*,affleure une bande de terrains

houillers de 100 m de large : schistes pélitiques noirs, interstratifiés de grès micacés et quelques niveaux conglomératiques ; les nombreuses empreintes végétales recueillies dont *Pecopteris cyathea* Schloth. et *Sphenophyllum oblongifolium* Germ. indiquent un âge stéphanien inférieur.

h. Houiller. Conglomérats, grès et schistes. Les mêmes terrains se retrouvent au Nord, à Celliers (flore), puis se suivent le long de l'accident, séparant *série verte* et *série satinée* interne. En fait, les schistes noirs se répartissent en plusieurs bandes voisines (de quelques m d'épaisseur), à l'intérieur des conglomérats métamorphiques et des schistes sériciteux de la *série satinée* ; une de ces bandes, plus continue, forme limite avec les gneiss cœillés mylonitiques de la *série verte*. On y trouve des schistes noirs, dits *carburés*, à *galets* (centimétriques) de quartz, ou des schistes gréseux.

Vers le Nord, il devient de plus en plus difficile d'affirmer qu'il s'agit toujours d'une formation houillère plutôt que de bancs de schistes graphiteux inclus dans la *série satinée*. Il en est de même pour les passées, étroites et discontinues, de schistes noirs à petits *galets*, encore rapportées au Houiller sur la carte et situées en rive droite de l'Eau Rousse (le Cudray).

Trias

tD, tK, tS, tG. **Dolomies, cargneules, cipolins, gypse.** Sur la bordure orientale de Belledonne, les terrains que l'on rapporte habituellement au Trias sont très tectonisés et réduits à de minces lambeaux discontinus de dolomie à patine brune (Montgellafrey), ou beige (l'Homme de Beurre, Celliers) (tD) ; le plus souvent, ils sont transformés en cargneules (tK) (Celliers, route de Combélouvière à Doucy) ; des lames de cipolins blancs et des argilites vertes ont été observées à Notre-Dame du Cruet et Celliers (tS).

Dans la série sédimentaire, certains contacts anormaux sont soulignés de Trias, avec présence de gypse (tG) : Saint-Martin-sur-la-Chambre, Doucy.

t10. **Rhétien ? Schistes argileux.** On a rapporté, sans preuves paléontologiques, au Rhétien, un ensemble schisteux de 15-20 m d'épaisseur, constitué de schistes très argileux gris-ocre, à petits bancs de calcaires fins, noirs à patine orange ou violacée, avec parfois des calcaires lumachelliques bleutés à entroques ou brèches, précédé d'un niveau massif (2-3 m) de grès quartzeux ou quartzite brunâtre. Le tout repose sur des cargneules : route de Combélouvière à Celliers.

Ces faciès rappellent le Rhétien, mais il n'est pas exclu que les quartzites, que l'on retrouve souvent seuls, en contact anormal, représentent une lame de grès houiller, étant donné l'intense tectonisation de la série sédimentaire (replis et écaillages avec lames de Trias et cristallin).

t10-l1-2. **Rhétien—base Hettangien ? Argilites.** Sur le bord oriental de la zone dauphinoise, un mince niveau d'argilites jaunes, et les bancs de grès bruns et de calcaires lumachelliques qui le surmontent, sont attribués au Rhétien—base Hettangien (Montaimont près du lac du Loup).

Jurassique

l1-5. **Hettangien—Sinémurien—Carixien. Calcaires et schistes.** Le Lias calcaire regroupe l'Hettangien—Sinémurien—Carixien qui, localement sont reconnus par fossiles, mais sont impossibles à séparer cartographiquement : son épaisseur est faible (80-100 m ?).

• Série du col de la Madeleine (l'Homme de Beurre) : on a des bancs de calcaires bleus et gris (30-80 cm), à patine zonée ocre, se débitant en dalles à Bélemnites et Ammonites, parfois de grande taille, passant à des bancs de calcaires gris (20-30 cm) alternant avec des schistes très argileux à petits fossiles mal déterminables (*Aegoceras* juv. ? Liparocératidés ? Carixien supérieur). Dans les gros bancs inférieurs, diverses récoltes indiquent un âge hettangien (?)—sinémurien—carixien inférieur : *Schlotheimia* (?), *Aegoceras*, *Arnioceras*, *Echioceras* et divers Arietitidés et Schlotheimiidés (Sinémurien s.l.) ; *Asteroceras*, *Echioceras* (Lotharingien), *Uptonia jamesoni*, *Tropidoceras* gr. *stabilis* (Carixien), avec aussi des Rhynchonelles, Térébratules, Pectens et entroques.

La variabilité des formes et l'épaisseur réduite (20-40 m) attestent une réduction stratigraphique du Lias calcaire en ce point, bien que la base de la série soit tectonisée (lames de calcaires cristallins, dolomie et gypse au contact du Houiller et du socle).

• Entre Celliers et Doucy, la série liasique est très replissée, mais quelques points fossilifères ont permis de reconnaître le Lias calcaire : bancs calcaires à pâte fine pouvant aller jusqu'au mètre, alternant avec des schistes argileux sombres, teinte gris bleuté ou gris-jaune, devenant brun-chocolat vers le haut. En plusieurs localités (route de Combelouvière, Doucy, Quarante-Planes, la Tuile) : *Alsatites* gr. *laqueus* juv. (ou *costatus lange*), *Alsatites* sp., *Schlotheimia angulata*, *Sch.* gr. *angulata*, indiquent un Hettangien assez épais ; des Schlotheimiidés, *Echioceras* s.l. (*Gagaticeras* ?) du Lotharingien et un Lipocératidé du Carixien supérieur (rive droite de l'Eau Rousse), ne suffisent cependant pas à caractériser clairement ces étages. L'épaisseur totale du Lias ne semble pas dépasser 100-150 mètres.

• Le Lias calcaire est encore présent au Nord-Est de Saint-Martin-sur-la-Chambre (bancs décimétriques de calcaires fins à la base, plus épais vers le haut) et en rive droite du Bugeon, à Montgellafrey où la série présente à la base (20-25 m) de petits bancs calcaires fins, patinés de gris ou de rose, avec des schistes noirs, puis un ensemble bien lité (100-150 m) formé d'une alternance à part égale de bancs plus épais à zonation bleue et jaune.

• Enfin le Lias calcaire est encore visible dans les unités les plus orientales (lac du Loup, Roche Corme, Pointe de Pelève, col du Golet), toujours sous un faciès de bancs de calcaires fins bleutés à Bélemnites.

l6, l7-8, l6-8S. **Domérien—Toarcien. Marnes, marno-calcaires, schistes.** Domérien et Toarcien n'ont pu être distingués qu'au Sud de la feuille et leurs limites restent floues, étant donné l'absence de fossiles.

l6. Schistes calcaires noirs s'altérant en roux ou brun-chocolat avec un débit en plaquettes irrégulières, souvent nervurées (lits de pyrite) contenant dans la partie inférieure des bancs de calcaires durs, finement détritiques, à patine rousse, de 30 à 80 cm (route de Montaimont), faciès daté plus au Sud du Domérien (la Grave, Saint-Jean-de-Maurienne) : 150 à 200 mètres. Par contre, son épaisseur est très réduite près de Belledonne : 20 à 30 m à Montgellafrey, 10 à 20 m à l'Homme-de-Beurre, où on relève des petits bancs de schistes bruns avec, au sommet, un banc d'encrinite de 20 centimètres.

l7-8. Épaisse série de marno-calcaires très compacts, mal lités, noirs en cassure, mais bruns ou gris argenté à l'altération avec des nodules pyriteux très fissiles et un débit schisteux qui a favorisé, à Notre-Dame-du Cruet et à la Lauzière,

l'établissement de petites exploitations d'ardoises (de minces passées calcarénitiques peuvent apparaître).

l6-8, l6-8S. Le plus souvent Domérien et Toarcien ne se différencient pas : ensemble schisteux (l6-8) où de petits bancs décimétriques, calcarénitiques et recristallisés peuvent apparaître (l6-8S), très proche du Jurassique moyen avec lequel il peut être confondu.

l9. **Aalénien. Argilites.** L'Aalénien correspond au faciès habituel d'argilites noires ou brunes, très peu carbonatées, à nodules silico-alumineux et pyriteux très durs ; les schistes sont souvent tachés de rouille ou d'irisations multicolores très caractéristiques. A l'Est du col de la Madeleine, où ils sont très épaissis tectoniquement, ils ont livré depuis 1846 : *Ludwigia* sp., *Leioceras* gr. *comptum* Remsil., *Ancolloceras* sp., *Costileioceras*, *Ancolloceras subacutum* Buck., *Tmetoceras scissum*, *Brasilia* gr. *bradfordensis* et *Phylloceras* (500-600 m ?).

j1-2. **Bajocien—Bathonien. Calcaires sableux et schistes.** La série jurassique se termine souvent par un ensemble plus gréseux d'une centaine de mètres d'épaisseur.

Dans les meilleurs coupes, à l'Est du col de la Madeleine, le Dogger débute par des bancs microbréchiques et à entroques (dizaine de mètres), suivi de bancs de grès ou calcarénites, parfois épais d'un mètre, bruns, à surface gaufrée, puis d'un ensemble plus schisteux gris-noir, ou marron-roux, suivant les points, à bancs décimétriques gréseux, qui peut se confondre avec le Domérien-Toarcien.

Près de Doucy, l'altération brun-roux rappelle les faciès domériens. Cette formation a été datée à l'Est du col de la Madeleine (pt. 2.305 et Pointe de Pelève) par *Sonninia* et *Emileia* proche de *E. contrahens* Buckm., Stephanocératidés de la zone à Sauzei du Bajocien inférieur.

Elle dessine trois bandes allongées nord—sud, à Montaimont, à l'Est du col de la Madeleine et à Doucy.

j3-6. **Callovo-Oxfordien. Marnes noires.** Sous le Cheval Noir et la Pointe du Mottet, dans l'unité dauphinoise la plus orientale, un ensemble très schisteux gris à petits bancs calcarénitiques, a été daté du Callovien supérieur par *Peltoceras* gr. *Peltoceras* s.str. de la zone à Athleta ; il passe à des pélites noires à rares plaquettes de calcaires bruns (Oxfordien ?), 200 m au total environ.

ZONE DES AIGUILLES D'ARVES OU ZONE ULTRADAUPHINOISE

Unité des Aiguilles d'Arves proprement dite

h. **Houiller. Schistes noirs et grès.** Une épaisse série (250-300 m) de schistes noirs argilitiques, comprenant de rares dalles de grès fins micacés bruns, est rapportée, par position, au Houiller : Stéphanien ou Stéphanien-Permien inférieur. Ils affleurent au pied du versant ouest du Mont du Fuz, de la Pointe de Plan-Coutaz et du Mollard des Bœufs, en particulier au-dessus du lac du Loup.

r. **Permien. Pélites vertes et violettes.** Les schistes noirs passent progressivement à des pélites siliceuses et micacées, de teinte foncée, verte ou violette, à rares zones conglomératiques, rappelant les séries permienues d'Allevard ou

du Briançonnais. Elles sont visibles à la base des falaises du flysch, de la Pointe de Valbuche (limite sud de la feuille) au col du Mottet. Ces sédiments portent aussi le nom de *schistes de la Bagnaz*, montagne située du Nord de l'Isère, à l'Ouest d'Aime (feuille Bourg-Saint-Maurice).

tQ, tG, tK, tD. **Trias. Quartzites, gypse, cargneules, dolomies.** Le Trias n'est représenté que par de minces lambeaux de quartzites blancs (tQ) et de dolomies. Les quartzites sont plus grossiers à la base, arkosiques à galets de quartz blancs et roses, ou associés à des pélites vertes. Leur épaisseur est réduite, car le conglomérat de base du flysch est bien souvent directement transgressif et les a érodés fortement.

La base de l'unité est jalonnée de gypse (tG) (lac Bleu, lac Blanc) et de cargneules (tK) dont la trace est souvent marquée d'entonnoirs de dissolution.

j. **Lias ? Argiles noires.** Dans le substratum du flysch, le Lias est partout absent ; dans une unité inférieure — présente surtout sur la feuille Saint-Jean-de-Maurienne — existe une série réduite avec des brèches, des grès, des calcaires gréseux et des pélites noires difficiles à dater (*Arietites* et *Arnioceras* du Sinémurien à la base) : Lias, Dogger, Oxfordien ? Elle se termine au bord sud de la feuille.

j-eBr. **Jurassique à Tertiaire ? Tertiaire ? Calcaires, brèches, olistolithes.** Entre le Permien et le flysch des Aiguilles d'Arves, se développe un complexe particulier, bien visible dans certaines coupes (ravin des Sétives et ravin au Sud) : au sommet des schistes violets, apparaissent des galets de dolomies et calcaires, dans un ciment gréseux évoquant le Permien ; c'est le Permien « régénéré » qui passe ensuite à un conglomérat (30 m), puis une alternance de calcaires bleus, calcaires gréseux, schistes noirs et lentilles conglomératiques, à galets dolomitiques, et calcaires à Bélemnites et Polypiers, gros blocs de quartzites, calcaires fins bleutés et calcaires marmoréens jaunes à albite (20-30 m). Dans le ravin des Sétives, un gros bloc de grès quartziteux est couronné de 2 m de calcaires fins noduleux, avec *Saccocoma alpina* du Malm et 5 m de calcaires bleus. Ce complexe à conglomérats et olistolithes, preuve du démantèlement d'un paléorelief proche, est difficile à dater en l'absence de microfane : base du Nummulitique, Crétacé supérieur ou Jurassique à Tertiaire ?

eF. **Tertiaire. Flysch.** Le flysch, dit *des Aiguilles d'Arves*, est précédé d'un conglomérat épais et massif (400 m au Cheval Noir), très polygénique, avec des éléments de taille variable, bien roulés, où les roches cristallines (chloritoschistes) sont abondantes (eFCG) ; entre le Cheval Noir et la Pointe de Valbuche, la barre conglomératique est divisée en deux par un niveau de schistes bien continu donnant une vire (eFs).

Au pont de Villarclément (feuille Saint-Jean-de-Maurienne) de petites Nummulites ont été recueillies vers la base du conglomérat.

Le flysch est schisto-gréseux, peu calcaire : c'est une alternance de schistes siliceux et de grès fins en dalles ou plaquettes. Les bancs calcaires sont rares, mais peuvent contenir de petites Nummulites (col de Valbuche).

Le sommet du flysch a été daté à Albane (feuille Saint-Jean-de-Maurienne) par de petites Nummulites et Orthophragmines (Priabonien) localisées dans un niveau de conglomérat et calcaire noir.

Unité de Crève Tête (ancienne zone des Brèches de Tarentaise)

Cette unité, seulement représentée sur le bord est de la feuille, comporte surtout un épais conglomérat à éléments cristallins (micaschistes chloriteux), dolomitiques ou calcaires, liés par un ciment gréseux ou calcaire microbréchtique (c-eC_g) (Crétacé à Tertiaire ?) ; il repose sur 60-80 mètres de calcaires gréseux lités à zones siliceuses et microbréchtiques, pouvant représenter le Dogger (jG). Au-dessous, on relève une mince série de conglomérats et pélites versicolores du Permien (r), remaniée à son sommet, et une lame de quartzite (tQ ?) (quelques mètres au total). Ce contact avec la zone dauphinoise se fait par des gypses (tG) et carneules (tk).

Unité de Valbuche - Mont du Fuz (ancienne zone des Brèches de Tarentaise)

Elle comporte une série tertiaire (flysch et conglomérat) et divers termes plus anciens, du Houiller au Jurassique, dont les rapports avec le flysch ne sont pas clairement établis (en cours d'étude).

Série anté-flysch

h. A la base, des pélites micacées noires ou grises, alternant avec des plaquettes ou dalles gréseuses et psammitiques, sont rapportées au Houiller, par analogie de faciès avec le Houiller des zones dauphinoise ou briançonnaise.

r. Ensuite viennent des schistes micacés et siliceux verts ou violets (avec quelques passées de conglomérats à galets éruptifs violacés qui sont attribués au Permien (Est du Mont du Fuz).

tQ, tD. Des quartzites blancs massifs (50 m) (tQ) par endroit surmontés de dolomies et calcaires dolomitiques gris, souvent pseudobréchtiques en gros bancs (30 m) (tD), succèdent aux schistes.

t₁₀. Au-dessus des alternances de bancs de dolomies rousses, argilites, calcaires noirs lumachelliques (Est de la pointe du Mont du Fuz) sont les équivalents du Rhétien.

lC, jBr. La série se termine par des calcaires clairs, massifs, zoogènes (Lias ? lC) surmontés d'un niveau de calcaires gréseux ou microbréchtiques (Dogger ? jBr).

On peut aussi retrouver ces divers termes entièrement isolés dans la masse des conglomérats tertiaires (olistolithes ?).

Flysch tertiaire

eC_g. Une épaisse formation conglomératique (400 m environ), en général non stratifiée, à éléments cristallins, dolomitiques et calcaires, et à ciment gréseux, ravine les termes antérieurs (ainsi que le cristallin sur la feuille Saint-Jean-de-Maurienne) ; elle peut aussi abriter d'énormes blocs ou lames (quartzites). Certains affleurements, autrefois attribués au Permien, sont faits de schistes versicolores remaniés, avec des galets dolomitiques, calcaires et cristallins évoquant un « Permien régénéré », sans doute au Tertiaire (?).

eFCg. Cette formation passe à des conglomérats et grès en gros bancs (300 m environ).

eF. La série se termine par des schistes siliceux noirs et des grès fins en dalles à petites Nummulites (vallon de la Platière) (200 m environ).

ZONE DU NIÉLARD

Trias

tQ, tD. **Quartzites, Dolomies.** En dehors des gypses et cargneules basals, le Trias se réduit à quelques petits affleurements de quartzites (tQ) sur le versant est du Niélard ou de dolomies (tD).

t10. **Rhétien. Argilites, calcaires, dolomies.** Le Rhétien a été observé au Sud de la Pointe du Niélard : alternance de gros bancs de dolomies gris-bleu à patine rousse, argilites noires, bancs de calcaires noirs, souvent lumachelliques à patine olivâtre (20 mètres).

Lias

IS, IC. **Calcaires.** Le Lias constitue l'ossature de la montagne du Niélard ; cartographiquement, il a été subdivisé en deux ensembles : IS et IC.

IS. **Calcaires gris-bleu spathiques**, parfois microbréchiques, patine rousse, à nombreuses Bélemnites (15 m) et calcaires compacts gris-bleu à pâte fine (5-10 m) ; au-dessus, viennent des calcaires gris, spathiques, à patine jaunâtre et à rognons de silex noirs (25-30 m) où les fossiles parfois silicifiés sont nombreux : Bélemnites, entroques, bivalves (*Gryphaea arcuata*), Ammonites (Ariétidés du Sinémurien dont *Arnioceras* sp. de la zone à *Semicostatum*).

IC. **Calcaires clairs**, d'abord spathiques, ou microbréchiques (30-40 m), puis marmoréens à nombreux Polypiers, ont livré *Magellania* (*Zeilleria*) *numismalis* Lam. sp., Brachiopode du Lias moyen ; ils sont ravinés par les brèches sus-jacentes.

Dogger - Malm

jBr. **Brèches calcaires.** Les brèches du Niélard constituent le cœur du massif. Ce sont des brèches et microbrèches souvent litées, à ciment calcaire, éléments anguleux de dolomies et de calcaires sombres ou clairs du Lias sous-jacent (100-150 m), transgressives sur les calcaires coralliens et ravinées par la brèche tertiaire ; les fossiles (Bélemnites, bivalves, Ariétites) sont tous remaniés.

Cette brèche a donc un âge compris entre le Dogger (brèche du Quermoz) ou l'Oxfordien (brèche du Télégraphe) et le Crétacé ou la base du Tertiaire.

Nummulitique

eFCg. **Conglomérats.** Il s'agit de conglomérats à éléments cristallins (micaschistes chloriteux), calcaires et dolomitiques qui encroûtent la brèche sous-jacente.

eFN. **Schistes et brèches à Nummulites.** Dans le versant sud-ouest du Niélard, en discordance sur le Lias, des schistes et plaquettes gréseuses à galets de cristallin (25-30 m), sont surmontés d'un ensemble de schistes noirs, calcschistes gris-jaune à petites Nummulites et brèches calcaires (éléments calcaires et cristallins), à grandes Nummulites (10 m), puis de schistes noirs siliceux. On peut y voir un passage latéral des conglomérats qui seraient ainsi datés.

eF. **Flysch.** Un seul affleurement de flysch est connu au Nord-Est du massif, près du contact avec la zone subbriançonnaise.

ZONE SUBBRIANÇONNAISE (ESSENTIELLEMENT UNITÉ DE LA GRANDE MOËNDA)

Trias

tG, tK. **Gypse, cargneule.** Gypse et cargneule affleurent largement, soit en jalonnant la base des unités (hauts vallons du Nant Brun et de la Platière), soit au cœur des replis de la série (Ouest de la Pointe de Praz-Begnay).

tS. **Argilites** (20 à 30 m). Des argiles compactes bariolées, jaunes, brunâtres ou lie-de-vin, intercalées de bancs de dolomies jaunes ou grises, sont rapportées au Trias supérieur (Pointe de Praz-Begnay).

t10. **Rhétien. Dolomies et calcaires** (10 m environ). Le Rhétien est représenté par des dolomies grises à patine jaune, intercalées de schistes noirs et de bancs de calcaires coquilliers (datés par *Avicula contorta* au Pas du Roc).

Lias

Lithologiquement, le Lias se subdivise en trois termes notés sur la carte : lC, lM, lS.

lC. **Hettangien-Sinémurien inf. Calcaires à silex.** Cette barre de calcaire sombre en gros bancs contient parfois des zones siliceuses et calcaires spathiques noirs à patine brunâtre (20 m) ; vers le Nord et l'Est (Pointe de la Dent, Champfleury), on ne trouve plus que des calcaires spathiques à silex (100 m) : Hettangien à Sinémurien inférieur.

lM. **Sinémurien sup.—Toarcien. Calcaires et calcschistes** (200 à 300 m ?). Une alternance régulière de dalles de calcaires gris bleuté et de calcschistes minces représente le terme intermédiaire.

lS. **Toarcien—Aalénien. Schistes noirs** (150 à 200 m ?). Ces schistes noirs très argileux sont un peu plus calcaires à la Pointe de la Dent (150-200 m ?).

Jurassique moyen supérieur

jm. **Calcaires et calcschistes.** Les calcaires marneux, un peu gréseux, en bancs irréguliers, ondulés, alternant avec des calcschistes durs, gréseux, à patine ocreuse ou brunâtre passent progressivement vers le haut au Callovien.

jc. **Marno-calcaires et calcschistes.** Ce terme est représenté par des marno-calcaires et des calcschistes assez tendres, gris foncé, à patine gris-bleu (200-

250 m) ; on a trouvé vers la base des *Cancellophycus* et un *Perisphinctes* (rocher de Praz-Begnay).

j_s. **Schistes argilo-siliceux.** Les marno-calcaires passent progressivement à des schistes argilo-siliceux sombres à rares dalles de grès fins (300 m ?) : Oxfordien.

j_{Br}. **Brèche calcaire.** La terminaison nord de l'Unité du Perron des Encombres est représentée par un petit affleurement de brèche calcaire, incluse dans les schistes oxfordiens plus au Sud (feuille Saint-Jean-de-Maurienne : brèche du Télégraphe).

Crétacé

c_i. **Crétacé inférieur. Calcschistes.** Dans le vallon des Encombres, une lame de calcschistes à silex et bancs de microbrèches a été rapportée au Crétacé inférieur (feuille Saint-Jean-de-Maurienne).

Nummulitique

Il est représenté par des affleurements isolés dans le haut vallon du Nant Brun et celui d'Orgentil :

eN. **Calcaire d'Orgentil.** Blanc, massif, recristallisé, à grandes Nummulites, il passe au flysch par l'intermédiaire de 5 m de calcaire clair ocreux.

eF. **Flysch.** Cette notation recouvre des termes de lithologie variée, grès compacts gris-jaune, calcschistes verts et ocre, schistes noirs ou verts, calcschistes gris et calcaires ocre, rapportés au Nummulitique sur la feuille Saint-Jean-de-Maurienne.

ZONE DES GYPSES ET ZONE BRIANÇONNAISE

Ces deux zones ne sont que très peu représentées sur cette feuille, dans l'angle sud-est : gypse épais sous le chevauchement des pélites versicolores du Permien briançonnais.

QUATERNAIRE

L_{v-w}. **Argiles lacustres de l'Interglaciaire Riss-Würm.** Le terme quaternaire le plus ancien, représenté sur la feuille, est constitué par des argiles affleurant à la base de la banquette de Planaise (commune de Saint-Jean-Pied-Gauthier) et dans la vallée du Coisin. Elles sont analogues aux argiles d'Eybens, connues à Grenoble, et représentant la sédimentation lacustre pendant toute la période interglaciaire riss-würm et probablement une partie du Würm I ; ce sont des argiles finement litées, de couleur gris-bleu, très homogènes.

F_w. **Alluvions interstadiennes wurmiennes.** Les sables et graviers de la banquette de Planaise—Saint-Jean-Pied-Gauthier affleurent largement ; on les retrouve aussi sur les rives du Gelon, entre la Rochette et Chamoux. Ils sont souvent recouverts par les moraines du Würm III, ce qui permet de les attribuer à l'interstade Würm II/III.

Gw. Formation glaciaire wurmienne. Les moraines du Würm III couronnent la banquette de Planaise où elles sont formées de blocs plus ou moins roulés, emballés dans les argiles, sauf sur les crêtes où les eaux de pluies ont entraîné les particules fines. Leur épaisseur est toujours faible ; il s'agit de moraine de fond et de petits drumlins déposés par le glacier de l'Isère. Sur les rives de l'Arc, au pied des versants, les témoins wurmiens du glacier de l'Arc sont encore visibles ; partout ailleurs, les moraines sont dues à de petits glaciers locaux (Gw, GwB).

De beaux exemples de moraines latérales des petits glaciers locaux sont visibles en rive gauche de l'Arc, entre Saint-Rémy et Saint-Léger ; ils se sont maintenus depuis les hautes crêtes du massif des Grands Moulins, alors que le glacier de l'Arc avait disparu.

GLw. Formation glacio-lacustre de retrait du Würm. Les dépôts glacio-lacustres occupent des surfaces importantes dans certaines vallées affleurantes de l'Arc, comme celle du Bugeon et la haute vallée du Gelon. Il s'agit de sédiments déposés dans des lacs de barrage glaciaire, tandis que le glacier occupait la vallée principale ; on y observe un litage horizontal, ou un peu oblique, avec niveaux de galets, de sable et parfois d'argile. La présence de gros blocs en fin de comblement fait que l'érosion sculpte actuellement des cheminées de fées, ainsi à Saint-François-sur-Bugeon où les dépôts ont une épaisseur supérieure à 150 m. Ils datent en général de la fin du Würm, ou sont peut-être plus anciens dans la haute vallée du Gelon (Würm II).

Jw. Cône de déjection de Saint-Alban-des-Hurtières. Le cône de déjection recouvrant les moraines du glacier de l'Arc est sans doute de la même époque que la formation GLw décrite ci-dessus.

Gy, Gz, EG. Formations glaciaires post-wurmiennes et historiques. Les moraines post-wurmiennes sont rares : Belledonne, bassin du Bugeon ou des Encombres (Gy) ; les moraines historiques sont limitées aux massifs les plus élevés : la Grande Lauzière (glacier de Celliers), le Mont du Fuz. Le plus souvent, les formations glaciaires récentes sont représentées par des glaciers pierreux (EG) aux nombreux bourrelets d'accumulation dont le plus bel exemple est la Grande Pierraille à Saint-François-Longchamp.

Formations actuelles

E, Ez, EB. Éboulis. Les éboulis sont surtout développés au pied des sommets cristallins de Belledonne ou de ceux du flysch.

Jz, Jy, EJ. Cônes de déjection. Les cônes de déjection peuvent envahir toute la vallée de l'Arc, le plus remarquable étant celui de la Chapelle, disproportionné par rapport à un bassin d'alimentation réduit (Jz, Jy) ; ils peuvent avoir une forte pente, car nourris par des apports temporaires torrentiels ou d'avalanches (EJ).

Fz. Alluvions fluviales récentes. Les alluvions fluviales montrent de grandes épaisseurs dans la vallée de l'Arc et la basse vallée du Gelon : plusieurs sondages en ont traversé plus de 30 m à Epierre, Argentine, les Chavannes, 20 m dans le Gelon, où la granulométrie est plus fine, sans atteindre le substratum.

C. Colluvions et formation de versants. Il s'agit de colluvions sur les pentes non ébouleuses et de formations de versants avec éboulis et moraines mêlés.

Cb. Coulées de gros blocs. Un épandage de gros blocs (conglomérats et grès du flysch) tapissant le fond du vallon de Montaimont-la Perrière, sur plus de 2 km et 200 m de large, a pu être provoqué par la rupture d'un lac de barrage situé plus en amont.

EC. Terrains altérés, ébouleux et glissés. Les terrains très altérés et glissés sont nombreux et sont décrits dans le chapitre « *Stabilité des versants* ».

X. Remblais. On connaît deux remblais importants, liés au creusement de la galerie Isère-Arc, sur le bord nord de la feuille, à la Lechère sur la vallée de l'Isère et au Bouchet sur la vallée de l'Arc.

U. Tufs. Les tufs calcaires sont peu nombreux et peu étendus sur la feuille la Rochette : Beauvoir, Saint-Martin-sur-la-Chambre et vallée du Nant Brun (coin sud-est) ; ils révèlent souvent la présence de Trias à proximité.

GÉOLOGIE STRUCTURALE

ZONE DAUPHINOISE

Massif de Belledonne

(J. Blaise)

Le massif de Belledonne se présente comme un ensemble de formations d'origine sédimentaire, volcano-sédimentaire ou volcanique, d'âges non précisés, qui ont été intensément plissées en style isoclinal et métamorphosées lors des plissements hercyniens anté-houillers. La structure en bandes parallèles isoclinales est particulièrement serrée dans la partie du massif analysée ici, ce qui conduit à une accordance généralisée des séries. Le plissement évoque le style relativement souple d'une couverture décollée de son substratum, non reconue ici. Le métamorphisme n'a pas dépassé la mésozone.

Dans le rameau interne, la granitisation tient une place importante et les formations qui en sont issues sont disposées en bandes allongées selon les lignes directrices du plissement isoclinal. Il s'agit des deux grands massifs granitiques : l'un assez homogène (massif d'Épierre-les Sept-Laux), l'autre très hétérogène et ordonné en différents ensembles directionnels de granites le plus souvent gneissiques et riches en septa de schistes métamorphiques (massif de Saint-Colomban—la Lauzière) ; il s'agit encore des zones de granitisation diffuse, étroites et non cartographiables, réparties dans les formations schisteuses (essentiellement série brune et bande la plus orientale de la série verte).

Entre les deux grands massifs granitiques, un synclinal dissymétrique à cœur de série verte est le seul grand pli que le dessin des ensembles lithostratigraphiques fasse apparaître sur la carte ; il prolonge au Nord le synclinal de Saint-Colomban (feuille Saint-Jean-de-Maurienne). Les deux massifs occupent de chaque côté une position anticlinale.

Le plissement isoclinal a surtout laissé comme trace des petits plis, répandus dans l'ensemble des séries cristallophylliennes. Leur axe est généralement

proche de l'horizontale et ils sont matérialisés par une schistosité intense et généralisée, à pendage vers l'Est ou le Sud-Est, le plus souvent fort, jusqu'à subvertical.

Dans le complexe granitique de la Lauzière, où l'on a noté la succession de plusieurs phases de granitisation, on observe qu'à chacune de ces phases a correspondu l'acquisition d'une foliation particulière. Seuls les granoïdes les plus récents (filons aplo-granitiques des granites fins gneissiques et massif de granite grossier) peuvent ne pas présenter de foliation caractérisée. Selon ces observations, la structure isoclinale aurait été acquise en plusieurs étapes, jalonnées et suivies par les épisodes successifs de granitisation.

Les contacts entre les différentes formations sont souvent marqués par une intensité particulière des déformations, ce qui peut être mis au compte de compétences différentes ou de jeux cisailants au niveau des contacts. Ainsi, en est-il en particulier du contact ouest des granites de la Lauzière avec la série verte. Plus à l'Est, le contact entre *série verte* et *série satinée* du rameau interne est marqué par une zone de blasto-mylonitisation, large de plusieurs dizaines de mètres, affectant les gneiss ocellés à septa de schistes verts, situés en bordure de la série verte. Ultérieurement, cet accident a pu jouer comme joint tectonique comblé par la sédimentation houillère.

La disposition générale des structures que soulignent sur la carte les contacts entre les formations, ainsi que les directions des axes de plis et celles des schistosités des séries cristallophylliennes et des foliations des ensembles grano-gneissiques, est fondamentalement méridienne (N.NW à N.NE). Mais, elle est infléchiée vers le Nord-Est ou l'E.NE, au niveau de nombreux accidents et zones d'inflexion de direction E.NE, en rapport avec des décrochements dextres aux rejets d'importance variable. A petite échelle, une disposition grossièrement N.NE résulte de la conjugaison de ces directions structurales.

Parmi les décrochements dextres E.NE, celui du Roc Rouge se marque, à l'Ouest du col de la Madeleine, par d'importantes mylonites jalonnant plusieurs accidents parallèles serrés. Le faisceau de ces accidents s'ouvre vers l'Ouest, en même temps que s'atténue l'intensité de la mylonitisation. La plus importante faille du système traverse l'Arc au niveau de la Chapelle et se suit vers l'Ouest jusque dans le granite des Sept-Laux. Cet accident complexe paraît un relai de l'accident de Font-de-France, lequel traverse plus au Sud toute la feuille Saint-Jean-de-Maurienne, et se prolonge sur la feuille la Rochette, en direction nord-est, le long du torrent de la Lescherette, où il assure le contact entre la série verte et les granites gneissiques de Saint-Colomban.

Le *synclinal médian* est un accident majeur du massif cristallin. Les clivages schisteux des formations qui le bordent se moulent sur lui, en direction et en pendage (de 60° à 80° vers le Sud-Est), ce qui souligne l'importance de son jeu en cisaillement. L'accident se présente encore comme un joint tectonique comblé par les terrains sédimentaires, Houiller à Lias, fortement écrasés.

De nombreuses failles nord-ouest—sud-est découpent le massif. Elles orientent de façon préférentielle le réseau hydrographique.

Les accidents alpins du bord interne du massif cristallin peuvent montrer des prolongements dans le socle lui-même. C'est ainsi que l'accident qui suit le ravin de l'Eau Rousse et divise longitudinalement l'affleurement de série satinée, relaie au Nord du Crozat les accidents qui, de là vers le col de la Madeleine et jusqu'à l'Arc, servent de limite aux affleurements du socle vers le Nord, de l'autre côté de l'Isère (feuille Bourg Saint-Maurice). Il se suit dans le ravin de Glaize et la galerie E.D.F. de Feissons a rencontré des cargneules triasiques en le recoupant.

Il est difficile d'apprécier l'importance des déformations proprement alpines dans l'ensemble du massif, par suite du manque de recouvrements triasiques. Comme ailleurs, des bombements ont dû se produire, par glissement en jeu de cartes des plans de schistosité, et entraîner une surrection générale dont le mouvement se poursuit encore actuellement. Ils ont été suivis par une ouverture de la schistosité dans la zone de décompression, ce qui donne à ces massifs leur classique disposition en éventail. Cette disposition est bien marquée ici dans le rameau externe, où la schistosité, pentée de 70° - 80° E au niveau du synclinal médian, se couche progressivement jusqu'à 45° E au bord externe du massif.

Déformations actuelles

Les photographies aériennes mettent en évidence un faisceau d'accidents parallèles orientés nord-est—sud-ouest, entre le synclinal médian et l'accident de Font-de-France, c'est-à-dire dans le massif des Grands Moulins. Ces failles affectent les roches cristallines, mais aussi les moraines et éboulis récents. Elles sont le plus souvent rectilignes avec un fort pendage vers le Sud-Est et traduisent un mouvement de remontée des compartiments sud-est.

Il peut s'agir soit de phénomènes de tassement : masse de gypse en voie de dissolution le long de l'accident médian, soit du résultat de la surrection actuelle des massifs cristallins externes (1 à 2 cm par siècle).

Sédimentaire

Environs de la Rochette (Ouest de Belledonne)

C'est le prolongement vers le Nord-Est des collines bordières de rive gauche du Grésivaudan, en particulier des montagnes de Bramefarine et Montraillant de la feuille Montmélian. Elles sont bordées à l'Est par la vallée du haut Gelon et le replat d'Arvillard, suite de la dépression d'Alleverd—la Chapelle du Bard. Comme au Sud, ces montagnes sont surtout constituées de Jurassique moyen épais et très replissé ; l'absence de critères de différenciation lithologique ou paléontologique complique l'étude structurale.

La présence d'une forte schistosité de plan axial permet de mettre en évidence des zones de flanc inverse et de confirmer la disposition en plis isoclinaux déversés vers l'Ouest. L'orientation de la schistosité principale est proche de 40° et son inclinaison varie de 20° à 80° vers le Sud-Est, tout comme la stratification.

En se rapprochant du socle, les plis sont encore plus nettement couchés : les plans axiaux sont alors inclinés de 10° à 30° vers E.SE ; ils affectent aussi bien le Lias que le Bajocien : ravins du Bens, du Joudron (plis du Lias inférieur et moyen), ravin du Gelon et plis couchés de la Table et Champ-Laurent (dans le Bajocien et l'Aalénien). En ces derniers points, l'apparition d'un niveau de calcaires siliceux dans le Bajocien permet de souligner dans la topographie de vastes plis, couchés jusqu'à l'horizontale. Les têtes anticlinales sont attestées par l'engagement dans ces plis d'Aalénien et de Bajocien inférieur, datés par Ammonites.

Le contact de la série sédimentaire avec le socle est partout tectonisé et souligné par une bande continue de cargneule et gypse, entre un mince tégument

d'arkose ou conglomérat triasique adhérent au socle et le Lias inférieur. De plus, la disharmonie socle-couverture s'accroît, le Lias est très tectonisé, se lamine et s'écaille intensément, en particulier entre le Pontet et Montgilbert. Il est difficile d'évaluer la signification et la valeur de cet accident de bordure : faille normale verticale, faille coulissante, ou les deux. Ce contact N 40°-50° E, recoupe obliquement plusieurs écailles de socle, plus méridienne (N 20° E), soulignées au Sud de Verneil par des lambeaux de Houiller, Permien ou Trias, témoins de grabens hercyniens resserrés et écrasés à l'Alpin (les Ramiettes, le Collet d'Alleverd, le Mont Mayen).

Au Collet d'Alleverd, en particulier sur les arêtes de l'Evêque ou du Grand Collet, le Stéphanien-Permien a été basculé vers l'Ouest et redoublé ; ce qui fait que les terrains sont rarement en continuité stratigraphique, mais imbriqués et en accordance tectonique. Des failles transverses N 70°-80° E, plus récentes, décalent les divers compartiments.

Environs du col de la Madeleine (Est de Belledonne)

A l'Est de Belledonne, la série sédimentaire n'est pas unique, elle comporte diverses unités que l'on individualise bien, surtout au niveau des vallées de l'Arc (à la limite avec la feuille Saint-Jean-de-Maurienne) et de l'Isère (feuille Moûtiers) ; entre les deux, les corrélations ne sont pas aisées, pour des raisons de stratigraphie (absence de niveau-repère dans le Lias supérieur) ou structurales.

1. Sur le versant mauriennais, la première unité bordant le socle (unité de couverture) de Notre-Dame-de-Cruet à Montgellafrey, comporte du Trias (souvent écrasé), du Lias calcaire et du Lias schisteux bien développés, redressés à la verticale ou renversés vers l'Est, avec chevauchement du cristallin. Au Sud de l'Arc, elle prolonge la série de rive gauche de la vallée des Villards et du Glandon. Au Nord de Montgellafrey, elle disparaît sous le glacio-lacustre de Saint-François-Longchamp. Au col de la Madeleine, la série plaquée contre le socle possède un Lias inférieur et moyen très réduit, le Toarcien est seul bien développé ; des témoins de cette unité se retrouvent à la Valette, Celliers, la Tuile, et elle disparaît dans les ravins de l'Eau Rousse.

2. En rive gauche du torrent du Bugeon, à Saint-Martin-sur-la-Chambre, la base d'une deuxième unité est soulignée de Lias calcaire, ou de dolomie et gypse du Trias. La série liasique est très écrasée et amincie ; vers le Nord, on la suit grâce à la présence de Lias calcaire, jusqu'à l'aval de la station de Saint-François-Longchamp. C'est le prolongement du Lias de Saint-Étienne de Cuines et du bord ouest de la Combe de Bellard (accident médian des Rousses). Elle n'est pas repérable au niveau du col de la Madeleine où elle se cicatrise dans l'Aalénien ; plus au Nord, elle peut correspondre à l'unité de Doucy-Combelouvière (Trias-Hettangien et Lias réduit).

3. Ensuite, vient la série de couverture (flancs ouest et nord) du cristallin du Grand Châtelard ; elle est constituée de Lias calcaire (visible dans le ravin de Nantuel ; feuille Saint-Jean-de-Maurienne), Domérien, Toarcien, Aalénien épais, le Jurassique moyen est peut-être présent en divers points de la route de Saint-François. Domérien puis Toarcien s'effilent rapidement et l'Aalénien forme l'essentiel de l'unité qui se confond alors avec celui de l'unité suivante (col de la Madeleine).

4. A l'Est du cristallin du Grand Châtelard, entre Montvernier et Montpascal (feuille Saint-Jean-de-Maurienne), chevauche, avec gypse, dolomie, Lias calcaire, une unité comprenant Aalénien, Jurassique moyen (Oxfordien possible) et Nummulitique ; très replissée, elle ne comporte plus sur la Rochette que

l'Aalénien et le Dogger (Montaimont), ployés en un anticlinal couché. Le Dogger du flanc inverse se lamine avant le col de la Madeleine, mais celui du flanc normal réapparaît et constitue les contreforts de la Pointe de Pelève. Le Dogger du flanc inverse se retrouve peut-être dans le bassin du Morel, sur le versant Tarentaise.

5. Au-dessus du Dogger du flanc normal, se développe une dernière unité avec Trias, Lias calcaire, Domérien-Toarcién-Aalénien, identifiables du lac du Loup au lac Bleu. Elle est très replissée et, à Roche Corme, se renverse complètement, dessinant des antiformes à cœur de Lias supérieur et des synformes à cœur de Trias. Au-delà, à partir de l'arête du Cheval Noir, il s'y ajoute du Callovien et elle se poursuit au col du Golet et sous Crève Tête, jusque dans le bassin d'Aigueblanche. Au Sud, elle se retrouve probablement au col du Chaussy.

Nous constatons qu'il est difficile de raccorder les unités inférieures de part et d'autre du col de la Madeleine. Au Nord du col, de Celliers à Doucy, plusieurs écaillages apparaissent : l'écaille cristalline de la Tuile, le chevauchement de Combelouvière, la lame de Lias calcaire de Quarante Planes. L'écaille de la Tuile (portant un peu de dolomie à son extrémité sud) est enchâssée dans le Lias moyen (Carixien ?) et se situe dans le prolongement des micaschistes feldspatiques de la série satinée interne, mais comporte des filons de leucogranite proche de celui de Notre-Dame de Briançon, dont il pourrait être une réapparition. La trace de cet écaillage est difficile à suivre vers le Sud (base de falaise en rive droite de l'Eau Rousse ?).

En face de la Tuile également, dans une série de Lias calcaire où l'Hettangien surtout a été mis en évidence, apparaît une bande de Trias et un niveau de grès quartziteux (Rhétien-Houiller ?) que l'on suit bien le long de la nouvelle route de Combelouvière et jusqu'à la vallée de l'Isère (célèbre écaille de Petit Cœur et au-delà de Roselend, feuille Bourg Saint-Maurice). Par contre, vers le Sud, elle se confond avec un des nombreux écaillages de la série liasique.

En fait, le découpage des unités et leur allure lenticulaire sont dus à des accidents cassants longitudinaux et non à un simple serrage. Ces accidents, traits majeurs de la structure, correspondent à des accidents de socle : torrent du Bugeon, torrent du Glandon, liés à l'écaillage des Grandes-Rousses, Eau Rousse, Grande Maison, entre Celliers et Naves, écaillage de Petit Cœur—Doucey, écaillage du Rocheray.

Ils s'anastomosent entre eux et découpent des blocs sédimentaires lenticulaires, ce qui rend difficiles les corrélations d'unités. Ils ont une forte composante de coulissement, matérialisée par les multiples boudinages ou écaillages, et des plis ou microplis serrés et denses près des accidents, à axes très redressés et un flanc plus étiré que l'autre.

Certaines positions d'unités sont entièrement renversées (Roche Corme en particulier), ce qui peut s'expliquer classiquement par un serrage intense et des chevauchements ou, plus sûrement, par des phases de tectonisation qui auraient donné des structures transverses, antérieures aux découpages longitudinaux : les flancs nord de bombements cristallins ou de plis déjà très redressés auraient été entraînés et renversés par coulissements dextres.

ZONE ULTRADAUPHINOISE

La zone ultradauphinoise ou encore des Aiguilles d'Arves, comprend actuellement, d'Ouest en Est, en plus de l'unité des Aiguilles d'Arves *s.str.*, définie plus au Sud, près du Pelvoux (feuilles la Grave et Saint-Jean-de-Maurienne), l'unité

de Valbuche, Mont du Fuz et l'unité de Crève Tête, comprise entre le col du Golet et l'Isère.

La zone des Aiguilles d'Arves repose par un coussinet de gypse sur le bord est de la zone dauphinoise et elle est partout chevauchée à l'Est par la zone subbriançonnaise, sauf entre le col du Mottet et les Chalets du Golet, où elle est totalement recouverte par une nouvelle zone : la zone du Niélard.

Elle est constituée de Permo-Houiller, épais par endroits, d'un complexe de base et d'une épaisse série de conglomérats à éléments cristallins et de flysch gréseux ou calcaire. Vers le Nord, les termes inférieurs se laminent et le complexe de base ou les conglomérats peuvent reposer directement sur les gypses.

Au col du Chaussy (feuille Saint-Jean-de-Maurienne), une unité à Lias réduit, bréchique, et Jurassique non daté, surmonte la masse principale de gypse ; elle disparaît sous le Quaternaire et ses relations avec l'unité lac du Loup - Roche Corne sont inconnues.

Le complexe de base, d'âge incertain (Crétacé - base Nummulitique ?), est une série très détritique (Permien régénéré, brèches, olistolithes), identifiée aussi bien sur son flanc ouest (le Grand Pâturage sous le Mont du Fuz), qu'à l'Est (cirque de Valbuche, les Monts).

C'est au niveau des conglomérats et flyschs que des écaillages locaux peuvent permettre l'individualisation d'unités lithologiquement très proches.

ZONE DU NIÉLARD - QUERMOZ

Sur la feuille la Rochette, l'unité du Niélard est limitée au seul massif des Pointes du Niélard, entièrement isolé des autres zones par un contact souligné de gypse et de cargneule et flottant sur la zone des Aiguilles d'Arves.

Elle se rapproche de l'unité du Quermoz, présente au Nord-Est sur les feuilles Moûtiers et Bourg Saint-Maurice.

Sur son bord est, le Niélard est partout chevauché par la zone subbriançonnaise.

Le Niélard est caractérisé par une brèche calcaire d'âge jurassique transgressive sur un Lias zoogène et massif, ce qui le rapproche des unités valaisanes (Brèche de Tarentaise) et, au-dessus, par un flysch tertiaire du type flysch des Aiguilles d'Arves. Il devait donc se situer paléogéographiquement près de ces deux zones et être relié à l'une ou l'autre.

ZONE SUBBRIANÇONNAISE

Elle est essentiellement constituée par l'unité de la Grande Moënda séparée au Sud de l'unité du Perron des Encombres (feuille Saint-Jean-de-Maurienne). Elle chevauche à l'Ouest la zone des Aiguilles d'Arves ou du Niélard et elle est bordée à l'Est par la zone des gypses.

Le corps de la nappe comprend des termes allant du Trias supérieur au Callovo-Oxfordien ; les termes inférieurs ne sont nulle part visibles, et les termes supérieurs se sont décollés précocement, se trouvant alors en avant de la nappe (R. Barbier), en contact avec la zone ultradauphinoise (Est de Valbuche, chalet de Barral et d'Orgentil) et représentés par du flysch ou des calcaires à Nummulites.

Ce sont les *écaillés externes*. La distinction de plusieurs phases de plissements est difficile ; on relève, cependant, plusieurs types de structures :

- le faux anticlinal de Praz-Begnay, c'est-à-dire une synforme à cœur de gypse et Trias supérieur, type de structure inverse visible aussi dans le massif de la Grande Moënda au Sud. Elle peut s'expliquer par des plissements très souples et disharmoniques ou, plus probablement, par plusieurs phases de tectonisation : plissements anciens de directions très obliques, par rapport aux actuels, et renversement lors d'une phase de décrochements longitudinaux dextres plus récents ;
- le bord ouest est marqué d'une zone anticlinale visible de la rive gauche du Nant Brun au pied du Niélard ; des replis de détail existent ;
- la zone du Rocher du Cougne, synclinale, à cœur callovo-oxfordien est relayée au Nord par des bandes de Lias supérieur ;
- la structure anticlinale du massif de la Pointe de la Dent à cœur Rhétien-Lias inférieur se lamine vers le bas ; elle semble avoir des directions transverses.

RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

HYDROGÉOLOGIE GÉNÉRALE

(d'après J.-C. Fourneaux)

Dans toute la région couverte par la carte, l'hydrogéologie est très étroitement liée aux grands ensembles géologiques et structuraux : roches cristallines et cristallophylliennes, terrains sédimentaires et grandes vallées fluviales (Arc, Isère, Gelon).

Eau gravitaire

Les principales ressources en eau gravitaire sont liées aux roches cristallines et cristallophylliennes, ainsi qu'aux formations quaternaires qui les recouvrent souvent, sans qu'il soit toujours possible de faire la différence. Mais, d'une manière générale, les sources liées à des fractures ont des débits beaucoup plus importants et surtout beaucoup plus réguliers que les sources dont le réservoir n'est constitué que d'éboulis ou de moraines. C'est le cas de la source de Pré Michel, à Saint-Rémy, dont le débit d'étiage est de 80 l/s. Les sources sont nombreuses et la qualité des eaux est bonne, tant du point de vue chimique (eau faiblement minéralisée), que du point de vue bactériologique, car les bassins versants sont en général situés assez haut et exempts de cause de contamination.

Dans les terrains sédimentaires, les sources liées au Trias ont des eaux très minéralisées. Il s'agit de sources sulfatées calciques et magnésiennes. Elles ont, en général, un débit relativement régulier et des températures supérieures à la normale (source du Fontanil au Bourget-en-Huile : température = 10,5° et débit compris entre 2 et 3 l/s).

Les sources liées aux marno-calcaires du Lias et du Dogger sont très peu nombreuses et de débit toujours faible. Là aussi, l'influence des formations quaternaires de couverture est importante et les principales sources ont le plus souvent pour origine le remplissage d'un sillon glaciaire, qui peut être drainé par

des fissures ou des fractures affectant les marno-calcaires (source de la Touvière à Champ-Laurent et source des Granges du Planet à Montendry).

Certaines sources sont liées uniquement à des formations quaternaires comme les sources des Perrelles à Saint-François-sur-Bugeon, qui sont l'exutoire du rock-glacier de la Grande Pierraille et dont le débit d'étiage dépasse 70 l/s. Les autres sources, en relation avec des dépôts quaternaires, ont des débits beaucoup plus faibles, rarement supérieurs à 1 l/s à l'étiage.

Enfin, il faut noter l'existence de nombreux panneaux *non drainés* ; il s'agit de pentes couvertes de forêts le plus souvent, où existent, soit des éboulis, soit des moraines en faible épaisseur. Sur ces panneaux, le ruissellement est pratiquement inexistant ; les eaux de pluie ou de fonte des neiges s'infiltrent dans la tranche superficielle du sous-sol et vont rejoindre directement les nappes souterraines dans les vallées et, de là, les cours d'eau. Des jaugeages différentiels sur l'Arc ont montré que ces apports pouvaient atteindre 200 l/s par kilomètre de cours, en période d'étiage (janvier 1972).

Eaux souterraines

Les trois grandes vallées (Arc, Gelon, Isère, dans le Nord-Ouest de la feuille) ont un remplissage alluvial très épais, qui doit dépasser 50 m en de nombreux points, par comparaison à ce qui est connu sur les feuilles voisines.

La vallée de l'Arc est séparée en plusieurs bassins relativement indépendants les uns des autres, soit par des cônes de déjection, soit par des verrous. D'amont en aval, c'est d'abord la plaine de Saint-Rémy, limitée au Sud par le cône du Bugeon et au Nord par celui de la Chapelle, puis la plaine d'Épierre, fermée au Nord par le verrou du granite d'Épierre ; vient ensuite la plaine d'Argentine qui se prolonge par la plaine de Randens, jusqu'à la limite nord de la feuille. Dans chacune de ces plaines, il existe une nappe en relation étroite avec l'Arc, qui l'alimente du côté amont de la plaine et la draine vers l'aval.

La nappe reçoit, en outre, des apports conséquents en provenance des versants, soit par les panneaux non drainés, soit par infiltration dans les cônes de déjection et les cônes d'éboulis.

La vallée du Gelon constitue une seule plaine. Son remplissage n'est pas connu, puisqu'aucun sondage n'a jamais été réalisé dans cette zone. Il semble toutefois, qu'il existe une épaisse couverture de limons superficiels qui passerait à des sables fins (lacustres), comme cela se vérifie plus au Nord, à Bourgneuf, sur la feuille Albertville. Le tracé approximatif des courbes isopièzes montre que la nappe est alimentée essentiellement par les apports des versants, et qu'elle est drainée par le Gelon. (En certaines périodes de hautes eaux, la nappe semble en charge dans la partie aval, c'est-à-dire vers Chamoux-sur-Gelon. Ceci confirme la faible perméabilité générale de cet aquifère).

Dans la vallée de l'Isère, il existe une nappe importante en équilibre avec la rivière qui reçoit, elle aussi, des apports conséquents depuis les versants. Mais, en rive gauche, au pied de la banquette de Planaise, la présence d'argiles et de limons superficiels empêche des eaux du versant de rejoindre la nappe et plusieurs petites sources sont visibles.

La qualité physico-chimique des eaux souterraines n'est connue que dans la nappe de la vallée de l'Arc. Les eaux y ont une minéralisation qui varie beaucoup d'un point à l'autre. Là où l'influence de l'Arc se fait sentir, les eaux contiennent des sulfates en quantité notable (de 200 à 300 mg/l).

Par contre, lorsque la nappe est alimentée par les apports des cônes de

déjection, ou les panneaux non drainés, les eaux sont, au contraire, très peu minéralisées. Il existe des exceptions notables.

En deux points au moins, des venues profondes, très minéralisées, ont été mises en évidence. A l'Usine Rouge, en amont et très près de la source dite *des Chavannes*, la température de l'eau de la nappe atteint 18° et la résistivité descend en-dessous de 1 000 Ω /cm. Plus à l'aval, en amont du cône de la Chapelle, on retrouve des eaux dont la minéralisation est identique, mais dont la température ne dépasse pas 11°. Il s'agit, très probablement, d'apports par des fractures du substratum. C'est une eau chlorurée (119 ppm), sulfatée (214 ppm) et calcique (128 ppm), avec du sodium (78 ppm), et du magnésium (31 ppm) (analyse avril 1975 au puits de l'Usine Rouge).

D'une manière générale, les besoins en eau potable sont assurés par des sources, à l'exception de la commune d'Aiguebelle qui exploite la nappe de l'Arc. Celle-ci est par ailleurs activement exploitée pour les besoins industriels. Les débits pompés atteignent 350 m³/heure à Épierre et dépassent 400 m³/h dans le bassin de Randens. Les deux autres bassins ne sont pas exploités. Il n'existe pas non plus de pompage dans la vallée du Gelon, ni dans la partie de la vallée de l'Isère concernée par cette feuille.

Les eaux gravitaires sont aussi exploitées pour la production d'énergie hydroélectrique (captages dans la région de Celliers et des Avanchers pour l'aménagement de la Coche : une usine sur le Haut Gelon, une sur le Bugeon et une usine de basse chute sur l'Arc, « la Christine » ; cette dernière doit d'ailleurs être abandonnée lors de la mise en eau de l'aménagement Arc-Isère, en cours de réalisation).

GÎTES MINÉRAUX ET SUBSTANCES MINÉRALES

(d'après J. Méloux)

La feuille la Rochette renferme de nombreux gîtes minéraux, tous inclus dans le massif cristallin de Belledonne. A l'exclusion du gîte de talc d'Argentine, les minéralisations sont contenues dans des filons :

- sur la rive droite de l'Arc (partie est de la feuille) filons de type B.P.G.C., à gangue de quartz, concordants avec la schistosité des terrains encaissants ;
- sur la rive gauche de l'Arc (partie ouest de la feuille) filons de type B.P.G.C., à gangue de quartz et souvent sidérite, le plus souvent discordants par rapport à la schistosité des terrains.

Gîtes minéraux de la rive droite de l'Arc

Mas de la Baisse : sur la rive gauche du torrent de l'Eau Rousse (au Nord-Est de Bonneval), grattages sur un filon (N 27° E, pendage 27° E.SE) renfermant un peu de galène et de pyrite dans une gangue de quartz.

Doucy : sur la rive droite du torrent de l'Eau Rousse, 250 m de galeries réparties sur 3 niveaux ont exploré un filon (N 36° E) avec quartz, blende, pyrite, galène et chalcopryrite.

le Crozat : sur la rive gauche du torrent de l'Eau Rousse, au hameau du Crozat, 250 m de galeries, en partie éboulées, ont reconnu un filon (N 36° E, pendage 63° NW) à gangue de quartz (accessoirement calcite) avec blende, galène, pyrite, chalcopryrite, pyrrotine, mispickel et mackinawite.

Montchabert : sur la rive droite de l'Arc, au-dessus du hameau de Montchabert (commune d'Argentine), de part et d'autre de l'arête du Morlin, une série de filons parallèles (N 36° E) ont été travaillés en plusieurs quartiers (les Coves, la Traverse, Sainte-Marie...). Dans une gangue de quartz, ils contiennent, en plus de l'association B.P.G.C., pyrrhotine, cuivre gris, bournonite, cubanite, breithauptite, valleriite et dyscrasite.

la Roche (à la limite des communes d'Argentine et Montsapey) : c'est un filon N 40° E sur plus de 200 m à pyrrhotine et malachite.

le Gros Villan : à 1,7 km à l'Ouest du col de la Madeleine, 75 m de galeries en traçage, réparties sur 3 niveaux, ont reconnu un filon (N 45° E, pendage, 54° NW) de quartz (et calcite accessoire) avec blende, pyrite, galène, chalcopryrite et cuivre gris (situé sur l'accident de Fond-de-France).

Argentine : amas minéralisé, non stratiforme. Il a donné un gisement de talc exploité depuis 1929 jusqu'en 1962, par la Société Française des Talcs, sur les rives du ruisseau de la Balme qui se jette dans l'Arc, à proximité d'Argentine. De ce gisement, il a été extrait, bon an mal an, pendant une trentaine d'années, 2 000 tonnes de produit de qualité médiocre. Il y a eu deux centres d'extraction, le plus élevé en altitude étant de loin le plus important.

Gîtes minéraux de la rive gauche de l'Arc

les Fosses (Saint-Georges d'Hurtières) : ce gisement est de très loin le plus important de tous pour sa production (plus de 1,5 million de tonnes de sidérite + quelques centaines de tonnes de cuivre métallique), situé à 1 500 m au Nord-Ouest de Saint-Georges d'Hurtières, est orienté est-ouest, avec un pendage variable vers le Sud (entre 25° et 50°). Il a été reconnu par plus de 20 km de galeries réparties sur 5 niveaux principaux (1 030, 1 150, 1 230, 1 310, 1 420), en allongement sur 500 m et en aval pendage sur 522 m. Le filon bute à son extrémité supérieure contre les grès de la base du Trias.

La minéralisation comprend : sidérite, quartz, ankérite, calcite, barytine, blende, pyrite, galène et chalcopryrite.

le Crochet : à 1 km au Nord du col du Grand Cucheron, un filon (N 76° E, pendage 45° S) a été suivi par une galerie de 14 m, non visitable actuellement. Il contient dans une gangue quartzeuse : pyrite, chalcopryrite et galène. Sept tonnes de minerai de cuivre auraient été extraites de ce petit gîte.

Lenou : ce filon (N 50° E, pendage 60° NW) est situé sur la commune de Saint-Alban d'Hurtières, 500 m à l'Ouest du lieu-dit « les Champs ». Il renferme dans une gangue à quartz, sidérite et ankérite, le groupement B.P.G.C. classique.

le Gelon (encore appelé mine de la Rebaisse et mine de la Perellaz) : à 1 500 m à l'E.NE du Bourget-en-Huile (commune du Pontet). Filon (N 160° E à pendage variable oscillant entre 30° SW et 45° NE) reconnu par sept niveaux étagés sur 130 m de hauteur avec un allongement maximal de 250 m. Dans ce filon, où le quartz prédomine sur la sidérite, à l'ensemble B.P.G.C., sont associés des cuivres gris.

le Revevret : à 500 m au Sud-Est du Bourget-en-Huile, un filon (N 64° E, pendage 35° SE) recoupe les terrains triasiques renversés sous les micas-

chistes). Des travaux sans grand développement, ont été extraites quelques tonnes de minerai avec blende, galène, pyrite, chalcopryrite dans une gangue de quartz et sidérite.

Guerraz : à 1 km au Sud-Est du Bourget-en-Huile, un filon (N 165° E, pendage 70° NE) a été suivi en allongement sur 77 m. Il aurait été extrait de ce gîte 7 à 8 tonnes de minerai à faible teneur (galène et blende dans une gangue quartzreuse).

le Villard (les Fruitières) : à 2 km au Sud-Est de la Table, un filon (N 92° E, pendage 25° N) à sidérite, quartz, barytine, pyrite et chalcopryrite, a été exploité au milieu du siècle dernier (372 tonnes de minerai extraites entre 1848 et 1859).

la Richesse : sur le versant ouest du pic de la Loze, un filon principal (N 70° E, pendage 45° S) et des filons satellites (N 120° E, Nord—Sud) ont été l'objet de nombreux travaux répartis sur une surface de l'ordre de l'hectare (10 000 tonnes tout-venant extraites).

La minéralisation comprend : galène, blende, pyrite et chalcopryrite dans une gangue de quartz et sidérite.

Un peu au Nord, un important filon de quartz laiteux, non minéralisé, se suit sur plus de 200 m.

Noguillan : ce filon qui affleure sur le versant est du Pic de la Loze a été l'objet de travaux récents réalisés par la S.C.E.R. (350 mètres de galeries pendant les étés 1967 et 1968). Le filon (N 109° E, pendage 55° S) renferme, dans une gangue à quartz et sidérite, les minéraux suivants : blende, galène, pyrite, chalcopryrite, mispickel, cuivres gris, pyrrhotine.

le Remoud : à 5 km à l'Est d'Arvillard (commune de Presle), une série de filons de faible puissance, distribués en stockwerk, ont été reconnus par environ 1 000 m de travaux, communiquant entre eux sur une hauteur de 100 m. De ces filons à quartz, sidérite, cuivres gris, chalcopryrite, blende et galène, ont été extraites environ 2 000 tonnes de minerai de cuivre entre 1850 et 1864.

le Molliet : à 2 km à l'Est d'Arvillard, trois filons (N 15° E, N 86° E et N 162° E) ont été reconnus à quatre niveaux, sur plusieurs centaines de mètres de travaux. Ils se développent dans la zone de contact Trias-Cristallin. Ils renferment : sidérite, quartz, barytine et pyrite.

Laurensaint : à 4 km à l'Est d'Arvillard, un filon situé au contact micaschistes du socle et cargneules du Trias, penté irrégulièrement vers le Nord de 25° environ, reconnu par plus de 500 m de galeries, est constitué de sidérite, quartz, barytine et chalcopryrite.

la Perrière (Saint-Hugon) : sur la rive droite du ruisseau de Bens, de plusieurs filons (N 55° E à N 45° E) à quartz, oligiste et pyrite, il a été extrait cinquante tonnes de minerais de fer à forte teneur.

Orgeval : sur la rive gauche du ruisseau de Bens, à 7 km au Sud-Est d'Arvillard, un filon NW—SE a été dépilé en allongement sur une cinquantaine de mètres. Il renferme, dans une gangue à quartz, de la blende, de la galène argentifère et un peu de cuivre gris.

la Chevrette : sur la rive gauche du Veyton, dans le bois de la Chevrette, un

filon (N 30° E) à quartz, sidérite, pyrite, chalcopryrite et cuivres gris, a été reconnu par quelques travaux superficiels.

Autres travaux miniers

A l'Ouest de l'Arc, d'autres travaux sont connus ; ils sont presque tous situés dans les micaschistes du rameau externe. Du Nord au Sud :

- *galerie de la Thouvrière* (Saint-Georges des Hurtières), entreprise vers 1875 pour reconnaître un filon de quartz, orienté nord-sud ;
- *filon des Bonfands* (Saint-Georges des Hurtières) : chalcopryrite ;
- *filon du Pont de Saint-Georges* : chalcopryrite ;
- *mine du Bordier* (Saint-Alban des Hurtières) correspondant à un stockwerk de quartz à chalcopryrite ;
- *fosse du Clapier* (Saint-Alban des Hurtières) sur un filon N 35° E, 65° SE, à pyrite, chalcopryrite, et mispickel ; une analyse (1967) a révélé la présence d'or (0,4 g/tonne) ;
- *mine des Gorges* (Saint-Alban des Hurtières), le filon est N 165° E, penté 35° SW avec sidérite, pyrite et chalcopryrite ;
- *indice Bataillard* (Saint-Alban des Hurtières) à pyrite et galène ;
- *indice du Villard* (Saint-Alban des Hurtières) à pyrite et chalcopryrite ;
- *mine de l'Arbaretan* (Saint-Pierre de Belleville) à 1 760 m d'altitude dans les granites écrasés, le long de l'accident médian : pyrite, chalcopryrite et un peu de mispickel ;
- *fosse des Mouches* (le Pontet) : c'est une galerie en travers-bancs, de 50-60 m dans le Trias, au contact avec les micaschistes ayant traversé dolomie, cargneules bréchiqes et sans doute quartzites et micaschistes (éboulement) : à l'extrémité de la galerie, les brèches montrent : galène, blende, barytine, chalcopryrite, sidérite ;
- *filon du Clou de Masse*, reconnu 45 m au-dessus de la galerie précédente, orienté N 75° E et penté 65° N, à galène et chalcopryrite ;
- *mine de Mont-Dondon* (le Villard-la Table), repérée par des déblais. Le filon est actuellement invisible, de même que pour celui de Mont-Dondon supérieur : sidérite, chalcopryrite, blende, galène, pyrrhotite ;
- *mine du Grand-Bois* (la Table) correspondant à deux filons parallèles : N 160° E, pentés 75° NE avec galène, pyrite et chalcopryrite ;
- *puits de Prévieux* (la Table), travaux anciens dans une zone ankérisée le long d'une cassure N 116° E verticale ;
- *filon du Pont de la Serra*, à proximité du précédent, découvert en ouvrant la route forestière, très peu épais, orienté N 160° E : galène et blende non exploitées ;
- *filon du Gargoton* (la Grande Montagne d'Arvillard) à l'Arbet-Neuf, orienté N 40° E, pente 30° SE, le long du contact granite sur micaschistes : magnétite et pyrite ;
- *le Pontet* (Saint-Rémy) : à 700 m au Sud du hameau de la Grivollée, le long du CD 74, le talc a été exploité en carrière et par galerie avant 1914, et repris peu de temps en 1966 ; une source tiède était visible près de la galerie sud ;
- *filon de Champfiard* (Saint-Léger) à pyrrhotine, chalcopryrite, orienté N 50° E sur 3 kilomètres ;
- *indice des Revaux* (Saint-Léger), vers 1 600 m, à blende, galène, pyrrhotine ;

— *indice de la Pointe de Rognier* (à 2 250 m au Nord-Est de la pointe) petit filon de quartz à blende, galène, chalcopryrite, barytine et fluorine.

Cette liste n'est pas exhaustive, d'autres indices et filons peuvent être relevés dans P. Court.

Substances minérales diverses

alv. Allevardite. Une mention particulière doit être faite à propos d'un minéral propre aux calcaires siliceux du massif de la Table et découvert pour la première fois en ce lieu. L'allevardite (dont le nom est emprunté — à tort — à la localité d'Allevard située plus au Sud, dans le département de l'Isère, alors que le gisement est strictement limité au Nord-Est de la Rochette, en Savoie) apparaît au cœur de larges diaclases calciteuses orientées N 100° E ; d'aspect papyracé et talqueux, il forme de grandes lamelles ou membranes blanc verdâtre, enveloppant des fins cristaux de quartz transparents.

De par sa structure et sa composition, il est classé actuellement parmi les interstratifiés réguliers illite-montmorillonite (proche de la rectorite). Sa présence est sans doute liée à des venues hydrothermales le long de fractures du socle, durant les phases de tectonique tardive.

cal. Calcaires. Les calcaires de la Table étaient autrefois exploités pour empièrrement près de la Table (Nord et Nord-Est du Pic de l'Huile) et à Champ-Laurent ; c'est un calcaire siliceux très dur.

sg. Sables et graviers. Les sables et graviers du Wurmien de la banquette de Coise—Saint-Jean-Pied-Gauthier peuvent donner lieu à de très petites exploitations, ainsi que ceux de rive gauche du Gelon (la Trinité).

ard. Ardoises. Des ardoisières, relativement importantes, existaient dans le Lias supérieur (Toarcien ou Domérien) du bord est de Belledonne, à Notre-Dame du Cruet surtout, et au Nord du col de la Madeleine (la Lauzière).

Gypse. Le gypse a été exploité au Villard (les Landes) au Nord-Est de la Rochette, près du Verneil.

grn. Granite. Le granite a été exploité en rive gauche de l'Arc, à Epierre.

cha. Charbon. Des recherches de charbon ont été faites aux Ramiettes, en rive droite du Joudron, vers 1 300 m d'altitude, au siècle dernier en 1839/1860 et durant la guerre de 1939/1945. Les premiers travaux avaient découvert une couche d'antracite de 1,50 m de puissance orientée nord-est—sud-ouest.

GÉOTECHNIQUE — STABILITÉ DES VERSANTS — RISQUES NATURELS

Les terrains cristallins doivent être classés en deux groupes, si on considère leur stabilité : les roches surtout micaschisteuses et les roches plus cristallisées : granite, migmatite, gneiss, amphibolite ...

Les premières appartiennent aux séries satinées externe et interne, formant le pourtour du massif de Belledonne, les secondes correspondant au massif lui-même, plus élevé et plus résistant. Dans ce cas, on a affaire surtout à des chutes de bloc isolé ou de pan rocheux, peu catastrophiques, car routes et habitats y sont très dispersés ou inexistantes ; seules des portions restreintes de la vallée de l'Arc pourraient être exposées à ce risque.

Par contre, les micaschistes sont sujets à de grands glissements ou tassements de versants (chaîne des Hurtières), sans exclure la chute subite de rochers. Ainsi, les versants de la vallée de l'Isère, à Notre-Dame de Briançon, sont exposés à de fréquents éboulements (1903, 1974, 1976, 1983 par exemple), pouvant être très dommageables par suite de la densité importante d'habitations, d'usines et de voies de communication (RN 90 - voie S.N.C.F.).

De tous les terrains sédimentaires, ce sont les schistes du Lias supérieur qui sont le plus sujets à des glissements dans les bassins du Bugeon et du Morel. Le meilleur exemple en est donné par le tassement de versant sous le village de Doucy, menacé de disparaître au siècle dernier. Il était provoqué par l'affouillement et l'érosion rapide des schistes aaléniens à pendage aval par le torrent du Morel, avec formation de très profondes crevasses (*tanières*), jusqu'à proximité du village. Il fut décidé de dévier le torrent par un tunnel de plus d'un kilomètre de long creusé en rive droite et de briser le courant par des paliers successifs et par une cascade (*cascade du Morel*). Ce travail achevé en 1906 a permis de stabiliser le glissement avec reprise de la végétation.

Les dépôts quaternaires épais (fluvio-lacustre ou moraine) sont stables lorsqu'ils ont de fortes épaisseurs et ils donnent des replats d'altitude où les stations de ski nouvelles ont tendance à s'implanter : Saint-François-sur-Bugeon, Valmorel. Par contre, les formations de versant peu développées, reposant sur un substrat marneux, donnent lieu à des glissements superficiels fréquents, si leur équilibre vient à être perturbé (rive gauche du Morel).

Les risques naturels liés à la présence de gypse et cargneules existent en quelques points : entonnoirs de dissolution et effondrement du sous-sol à l'Ouest de Belledonne, entre le Verneil et le Pontet (les Landes), ou glissement de versant entre Combe Louvière et le pont de la Tuile, en rive droite de l'Eau Rousse.

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

SONDAGES

Il n'existe pas, jusqu'à présent, de sondage supérieur à 30 m, dans les portions de la vallée de l'Arc, du Gelon et de l'Isère délimitées par la feuille la Rochette.

AMÉNAGEMENTS HYDROÉLECTRIQUES

Les aménagements hydroélectriques sur l'Arc et l'Isère sont multiples et de première importance ; en général, ils ont fait l'objet d'études géologiques approfondies et les résultats ont donné lieu à des publications auxquelles nous renverrons le lecteur :

1. *Isère—Arc* dérive les eaux de l'Isère (Aigueblanche) à travers le massif de Belledonne par une galerie de 13 695 m, jusqu'à l'usine souterraine de Randens, près d'Aiguebelle-sur-l'Arc. Une fenêtre d'accès de un kilomètre a été exécutée à Notre-Dame de Briançon. Cet aménagement fonctionne depuis 1954 ; les résultats géologiques sont consignés dans la thèse de Cl. Bordet (1961).

2. *La Coche*, au-dessus de Moûtiers, est un aménagement mixte avec une chute de 900 m de haut, utilisant la dérivation des eaux du Doron des Allues, Doron-de-Belleville, torrent des Encombres, du Nant-Brun, du Morel, de l'Eau

Rousse, du Nant-Perdu et du Bridan, et un pompage en heures creuses dans la retenue du barrage des Échelles d'Annibal par des pompes-turbines. L'usine souterraine est à Sainte-Hélène (commune du Bois, face à Aigueblanche). Vingt-sept km de galeries ont été creusés ; seule la galerie du Golet, de la conduite principale à l'Eau Rousse, traversant la zone dauphinoise, a fait l'objet d'un rapport B.R.G.M. (1980). Cet aménagement a été terminé en 1977.

3. *Arc—Isère*, partie inférieure, comporte une galerie recoupant tout le massif de Belledonne, de Saint-Étienne-de-Cuines à Allevard, soit 18,3 km sans fenêtre. Ce tunnel intéresse les feuilles Saint-Jean-de-Maurienne, la Rochette et Montmélian ; les résultats géologiques sont transcrits dans la thèse de 3^e cycle de D. Gasquet (1979).

L'usine souterraine est au Cheylas, dans la vallée de l'Isère. C'est un aménagement mixte utilisant les apports gravitaires de l'Arc et le pompage en heures creuses, grâce aux bassins du Flumet et du Cheylas. L'usine est en fonctionnement depuis 1979.

ITINÉRAIRES GÉOLOGIQUES

La géologie de la feuille la Rochette est partiellement décrite dans les *Guides géologiques régionaux* :

— **Alpes - Savoie et Dauphiné**, par J. Debelmas, 1970, Masson et Cie, éditeurs ;

— **Alpes de Savoie**, par J. Debelmas, 1982, Masson ; dans lesquels on trouvera en particulier des itinéraires intéressant la région.

Des renseignements complémentaires peuvent être trouvés dans la thèse de R. Barbier (1948), p. 202 à 210.

Pour avoir un aperçu complet de la zone dauphinoise d'Ouest en Est, il est recommandé de faire le circuit suivant :

La Rochette—la Table—le Pontet—le col du Grand Cucheron—Saint-Alban des Hurtières—Epière—la Chambre, d'où on peut aller jusqu'à Saint-Jean-de-Maurienne, ou bien monter au col de la Madeleine et redescendre sur la Tarentaise par Celliers—Combelouvière—Doucy et Bellecombe—la Léchère.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages généraux

BARBIER R. (1948) — Les zones ultradauphinoise et sub-briançonnaise entre l'Arc et l'Isère. *Mém. Carte géol. Fr.*, thèse, 291 p.

DEBELMAS J. (1970) — Alpes. Savoie et Dauphiné — Guides géologiques régionaux. Masson éd., 213 p.

DEBELMAS J. (1982) — Alpes de Savoie. Guides géologiques régionaux, Masson éd., 182 p.

DEBELMAS J. (1974) — Géologie de la France — Vol. II : les chaînes plissées du cycle alpin et leur avant-pays. Doin éd., 2 vol., 544 p.

**Articles et travaux relatifs
aux terrains sédimentaires**

- ANTOINE P. (1972) — Le domaine pennique externe entre Bourg-Saint-Maurice (Savoie) et la frontière italo-suisse. *Géologie alpine*, t. 48, p. 5-40.
- ANTOINE P. et BARBIER R. (1978) — Idées nouvelles sur la structure de la région de Moûtiers (Savoie). *Géologie alpine*, t. 54, p. 5-14.
- ANTOINE P. et BARBIER R. (1978) — La terminaison méridionale de la zone des Brèches de Tarentaise, au Sud de Moûtiers (Savoie). *C.R. Ac. Sci.*, Paris, t. 286, p. 1849-1851.
- ANTOINE P., BARBIER R., BRAVARD C. et GIDON M. (1978) — Les rapports entre le Flysch des Aiguilles d'Arves et le domaine valaisan au Cirque de Valbuche (Savoie). *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 286, p. 1751-1753.
- ANTOINE P., BARBIER R., BARFÉTY J.-C. et DEBELMAS J. (1960) — Précisions sur la formation détritique de base du flysch des Aiguilles d'Arves, entre l'Arc et l'Isère (Savoie). *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 290, p. 1451-1453.
- BARBIER R. (1958) — Précisions nouvelles dans la coupe du col de la Madeleine (Savoie). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, n° 14, p. 337-338.
- BARFÉTY J.-C. (1976) — Données nouvelles sur les traits fondamentaux de la structure de la zone dauphinoise au Nord du massif du Pelvoux. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 283, p. 889-892.
- BARFÉTY J.-C. et MOUTERDE R. (1980) — Évolution des faciès du Jurassique dans la zone dauphinoise du Pelvoux au Mont-Blanc (Alpes occidentales). *Bull. Soc. géol. Fr.*, t. XXII, n° 4, p. 557-565.
- BORDET Cl. et CROSNIER-LECONTE J. (1952) — Précisions sur le synclinal triasique fermé entre le massif du Grand-Arc et le massif du Mont Bellachat (Savoie). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 159-161.
- COLLIGNON M., MICHAUD A. et TANE J.-L. (1961) — Le Lias du massif de la Table (Savoie). Colloque sur le Lias français, *Mém. B.R.G.M.* n° 4, p. 661-664.
- FOURNEAUX J.-C. (1976) — Les formations quaternaires de la vallée de l'Isère dans l'ombilic de Grenoble. *Géol. alpine*, t. 52, p. 31-72.
- GIDON P. (1962) — Géologie chambérienne. *Annales Centre d'Enseignement supérieur de Chambéry*, 176 p.
- GREBER C. (1965) — Flore et stratigraphie du Carbonifère des Alpes françaises. *Mém. B.R.G.M.*, n° 21, 380 p.
- GUBLER Y. et SCHNEEGANS D. (1936) — Constitution géologique de la Montagne du Niélard à l'Ouest de Saint-Jean-de-Belleville (Tarentaise). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 153-155.

- LIARD Ph. (1970) — Contribution à l'étude de la couverture sédimentaire de Belledonne (Alpes françaises). Le massif d'Allevard (Isère). Thèse 3^e cycle, Paris, 167 p.
- MARTINEZ R.-J. (1980) — Contribution à l'étude géologique des Alpes occidentales entre Arc et Isère (Région du Mont-Niélard et du Cheval Noir, Savoie). Le problème des unités à flysch. Thèse 3^e cycle, Paris, Chambéry, 146 p.
- MORET L. (1950) — Sur la géologie des environs de la Léchère, près de Notre-Dame de Briançon (Savoie). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, 4, p. 62-63.
- MORET L. (1952) — A propos de l'origine de la bande d'anhydrite rencontrée près de Randens (Savoie) dans le cristallin du souterrain Isère-Arc. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, 13, p. 281-282.
- PAQUIER V. (1894/1895) — Contribution à l'étude du Bajocien de la bordure occidentale de la chaîne de Belledonne - Région comprise entre la Table (Savoie) et Uriage (Isère). *Trav. lab. Géol. Grenoble*, t. 2, p. 61-78.
- SARROT-REYNAULD J. (1965) — Style tectonique et morphologie de la bordure occidentale de la chaîne de Belledonne au Sud d'Allevard. *Trav. lab. Géol. Grenoble*, t. 41, p. 7-32.
- SARROT-REYNAULD J. (1965) — Géologie du Collet d'Allevard. 9 p. inédit - doc. Ass. prof. Biologie et Géologie - Acad. Grenoble.

Articles et travaux relatifs aux terrains cristallins

- BORDET Cl. (1961) — Recherches géologiques sur la partie septentrionale du massif de Belledonne (Alpes françaises). *Mém. Carte géol. Fr.*, thèse, 218 p.
- BORDET Cl. et P. (1960/1963) — Belledonne, Grandes-Rousses et Aiguilles Rouges, Mont-Blanc : quelques données nouvelles sur leurs rapports structuraux. *Livre à la mémoire D. Fallot, Soc. géol. Fr.*, t. 2, p. 311-316.
- BORDET P. (1963) — Déformations anciennes, récentes et actuelles dans les massifs cristallins externes des Alpes françaises. *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, t. 39, p. 173-198.
- BORDET P. (1970) — Les failles vivantes du massif des Grands Moulins (massif cristallin externe de Belledonne). *Géologie alpine*, t. 46, p. 43-47.
- BLAISE J. (1962) — Étude des formations cristallines de la chaîne de la Lauzière (massif de Belledonne) - feuille la Rochette au 1/50 000. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 264, t. 59, p. 205-213.
- BLAISE J. (1963) — Étude des formations cristallines de la vallée de l'Arc entre Epierre et La Chambre (massif de Belledonne) - feuille la Rochette au 1/50 000. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 269, t. 60, p. 121-128.

- CARME F. (1970) — Age briovérien probable de la majeure partie des séries supposées dévono-dinantiennes et existence d'un cycle orogénique anté-hercynien sans doute cadomien dans la chaîne de Belledonne. *C.R. Acad. Sci.*, t. 271, série D, n° 8, p. 696-699.
- CARME F. (1970) — Caractères fondamentaux de l'architecture d'ensemble des chaînes de Belledonne et des Aiguilles Rouges. Rôle des décrochements. *C.R. Acad. Sci.*, t. 273, série D, n° 19, p. 1671-1673.
- CARME F. (1971) — Les phases successives de déformation contenues dans l'ensemble Belledonne-Aiguilles Rouges (Massifs cristallins externes, Alpes Françaises). *C.R. Acad. Sci.*, D, t. 273, n° 20, p. 1771-1774.
- CARME F. (1978) — Les granitoïdes à affinité monzonitique du complexe granitique de Saint-Colomban (chaîne de Belledonne, Alpes occidentales). Étude géochimique et essai d'interprétation génétique. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 286, n° 17, p. 1233-1235.
- DONDEY D. (1960) — Contribution à l'étude de la série cristallophyllienne et de la couverture sédimentaire de la chaîne de Belledonne méridionale (Alpes françaises). *Trav. lab. Géol. Grenoble*, t. 36, p. 285-368.
- ERHSTROM C.-E. (1971) — Contribution à l'étude géochimique et pétrologique des formations cristallines de la chaîne de Belledonne. Thèse, 182 p.
- GASQUET D. (1979) — Étude pétrologique, géochimique et structurale des terrains cristallins de Belledonne et du Grand-Châtelard traversés par les galeries E.D.F. Arc-Isère (Alpes françaises). Thèse 3^e cycle, Grenoble, 230 p.

Articles et travaux relatifs à la géologie appliquée

- AMAT-CHANTOUX R. et BARFÉTY J.-C. (1980) — Aménagement E.D.F. de la Coche (Savoie). Description géologique et interprétation des terrains traversés par la galerie d'amenée du torrent de l'Eau Rousse à la galerie principale de la Coche. Rapport B.R.G.M. RHA 80/02.
- BORDET Cl. et COMES G. (1974) — Étude prévisionnelle de la forabilité des roches au tunnelier. Exemple de la galerie principale de l'aménagement Arc-Isère. Comité français de Géologie de l'Ingénieur, séance du 13 juin, 6 p.
- CABROL B. (1967) — Étude géologique et minière du massif des Hurlières-chaîne de Belledonne (Savoie). Thèse 3^e cycle, Grenoble, 134 p.
- ONDE H. (1938) — La Maurienne et la Tarentaise. Étude de géographie physique. Arthaud éd., 623 p.
- PACHOUD A. et AMAT-CHANTOUX R. (1971) — Hydrogéologie de la Maurienne occidentale. Rapport B.R.G.M. 71 SGN 335 JAL.
- PAPPINI G. (1976) — Hydrogéologie du bassin versant du Haut-Gelon (Savoie). Thèse 3^e cycle, Grenoble, 175 p.

PERROUD-DELGADO G. (1982) — Géologie et hydrogéologie des bassins versants du Coisin et du Bas-Gelon (Savoie). Thèse 3^e cycle, Grenoble, 232 p.

Carte géologique à 1/80 000

Feuille *Albertville* (169 bis) :

1^{re} édition (1897), par RITTER, E. HAUG, PAQUIER, OFFRET, W. KILIAN, DOUXAMI, RÉVIL et M. BERTRAND.

2^e édition (1966), par P. ANTOINE et Cl. KERCKHOVE.

Feuille *Saint-Jean-de-Maurienne* (179) :

1^{re} édition (1895), par POTIER, M. BERTRAND, P. TERMIER, W. KILIAN et OFFRET.

2^e édition (1931), par M. GIGNOUX, P. LORY, J. ORCEL, E. RAGUIN, H. SCHOELLER et E. ROCH.

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

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

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

Feuille *Lyon* (1979), par A. EMBERGER et J. MÉLOUX.

DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES

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

AUTEURS DE LA NOTICE

Cette notice a été rédigée par Jean-Claude BARFÉTY, avec la participation de :

- Jacques BLAISE (description et structure des terrains cristallins),
- Jean-Claude FOURNEAUX (hydrogéologie),
- Jean MÉLOUX (minéralisations).