



ST-LÉONARD- DE-NOBLAT

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

BUREAU DE
RECHERCHES
GÉOLOGIQUES
ET MINIÈRES

ST-LÉONARD- DE-NOBLAT

La carte géologique à 1/50 000
ST-LÉONARD-DE-NOBLAT est recouverte par les coupures suivantes
de la carte géologique de la France à 1/80 000 :
au nord : GUÉRET (N° 155)
au sud : LIMOGES (N° 164)

Ambazac	Bourganeuf	St-Sulpice- -les-Champs
Limoges	ST-LÉONARD- -DE-NOBLAT	Royère
Nexon	Châteauneuf- -la-Forêt	Bugeat

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



**NOTICE EXPLICATIVE DE LA FEUILLE
SAINT-LÉONARD-DE-NOBLAT A 1/50 000**

par M. CHENEVOY

avec la collaboration de J.-E. CONSTANS et M. RECOING

1984

SOMMAIRE

INTRODUCTION	5
DESCRIPTION DES TERRAINS.....	7
<i>ROCHES MÉTAMORPHIQUES</i>	7
<i>ROCHES ÉRUPTIVES</i>	21
<i>TERRAINS SÉDIMENTAIRES</i>	28
REMARQUES PÉTROLOGIQUES ET STRUCTURALES.....	28
<i>DONNÉES STRATIGRAPHIQUES</i>	28
<i>DONNÉES MÉTAMORPHIQUES</i>	32
<i>DONNÉES STRUCTURALES</i>	35
<i>GRANITOÏDES</i>	38
RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS.....	40
<i>HYDROGÉOLOGIE</i>	40
<i>SUBSTANCES MINÉRALES</i>	40
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE.....	42
<i>SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES</i>	42
<i>PRINCIPAUX DOCUMENTS ET TRAVAUX CONSULTÉS</i>	42
<i>DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES</i>	44
AUTEURS	44

INTRODUCTION

La feuille Saint-Léonard-de-Noblat s'inscrit dans la partie centrale du Limousin. Elle intéresse deux unités morphologiques principales :

- à l'Ouest, et correspondant aux deux tiers occidentaux de la feuille, une partie du système des plateaux qui s'étagent en Limousin d'Ouest en Est, des terrains sédimentaires de l'Angoumois et du Périgord à la cote 100 jusqu'à la Montagne limousine. Il s'agit ici de plateaux vallonnés au relief très surbaissé, discrètement pentés vers l'Ouest avec des cotes comprises entre 300 et 450 m ;
- à l'Est, et s'étendant sur le quart oriental de la feuille, la Montagne limousine, partie septentrionale du plateau de Millevaches. C'est une région bosselée, avec des cotes comprises entre 450 et 700 mètres. Aucun abrupt n'en dessine la limite occidentale qui correspond à la grande fracture d'Argentat mais seulement, et en certains lieux, quelques profondes vallées subméridiennes.

Une unité morphologique subordonnée s'insère au Nord à leur jointure : l'unité granitique d'Auriat, proche d'aspect de la Montagne limousine et dont les cotes se tiennent entre 450 et 650 mètres.

Le réseau hydrographique s'écoule principalement vers le Nord-Ouest et l'Ouest-Nord-Ouest (Vienne et ses affluents rive gauche), pour une certaine part vers le Sud-Ouest (ses affluents rive droite), et accessoirement vers le Nord ou le Sud dans la zone de transition entre plateaux et Montagne limousine. Il est dans une large mesure contrôlé par la direction des couches. Les plateaux, façonnés dans les micaschistes, les gneiss et diverses sortes de leptynites et d'amphibolites, sont un pays de taillis et de bocages, de prairies et de cultures ; les bois de châtaigniers y couvrent localement de vastes surfaces. Les bois de feuillus et, de plus en plus, les plantations de conifères se partagent avec les landes et de maigres pâturages la Montagne limousine et le massif d'Auriat.

L'importance du couvert végétal, le grand développement des formations superficielles, d'épaisseur toutefois habituellement restreinte et qui sont nées de l'altération en place des matériaux rocheux, enfin la mollesse de la topographie font que l'observation géologique est ici délicate et même souvent impossible : la faible densité des affleurements et leur qualité médiocre qui interdit toute étude approfondie rendent le diagnostic peu sûr, l'interprétation discutable et l'extrapolation hasardeuse.

Du point de vue géologique, deux grandes sortes de formations se distinguent, dont les caractères ont commandé la morphologie :

- des *granites*, qui sont en majorité cantonnés dans la zone de la Montagne limousine où ils participent au *complexe granitique de Millevaches*. Il s'agit principalement de diverses sortes de leucogranites à deux micas où la muscovite prédomine, d'architecture équante ou orientée, accessoirement de monzogranites à biotite, dont la mise en place, commencée au Dévonien, s'est probablement faite pour une large part, comme ailleurs dans le plateau de Millevaches, au Namurien. Deux massifs importants s'inscrivent dans les gneiss occidentaux, ceux d'*Aureil* et d'*Auriat*. L'un et l'autre sont des leucogranites calco-alcalins à muscovite accessoire dont l'intrusion a eu lieu au Viséen ;
- des *terrains métamorphiques* qui constituent l'essentiel de la région des plateaux.

Dans l'angle sud-ouest de la feuille, ces terrains se présentent principalement comme une trame schisteuse (micaschistes et surtout gneiss plagioclasiques d'origine grauwackeuse) où s'insèrent des horizons de natures diverses : certains sont principalement quartzo-feldspathiques (méta-arkoses) mais la plupart sont faits d'amphibolites et de leptynites étroitement associées qui expriment

sans doute d'anciennes séquences volcano-détritiques bimodales ; quelques-uns, purement amphiboliques (métagrabbros), sont le résultat d'un plutonisme basique contemporain, autre expression de l'important magmatisme synchrone, pour l'essentiel, de la sédimentation grauwackeuse. La totalité de ces matériaux déterminent une unité lithologique bien différenciée, partie de l'*Unité des gneiss plagioclasiques de la Briançe* bien développée au Sud et à l'Ouest, qui serait d'âge infracambrien à paléozoïque inférieur, probablement antedévotionien.

Une seconde unité gneissique, l'*Unité des gneiss à orthose parfois anatectiques de Saint-Léonard-de-Noblat*, flanque l'Unité de la Briançe à l'Est. Elle en diffère en particulier par sa nature (il s'agit principalement d'anciens *shales* et les métagrauwackes, quoique présentes, demeurent subordonnées) et par la quasi-absence de matériaux métavolcaniques ; en outre, son âge pose encore problème. L'Unité des gneiss à orthose est très largement développée, affleurant sur près de la moitié du territoire de la feuille dans sa partie centrale.

L'ensemble essentiellement schisteux ainsi défini est cerné à l'Est et au Nord par trois unités catazonales de même lithologie générale quartzo-feldspathique mais d'importances inégales. Il s'agit :

— au Sud-Est, de l'*Unité de Reilhac*, simple appendice septentrional de l'*Unité quartzo-feldspathique de Châteauneuf-la-Forêt* développée au Sud. Les matériaux de cette dernière, variés mais tous acides, sont de signification plus ou moins claire : certains représentent sûrement d'anciens granites, tandis que d'autres, disposés en assises stratifiées et mêlés à des métapélites, sont peut-être d'anciens matériaux détritiques ; ce sont ceux-là seulement qui forment l'Unité de Reilhac ;

— à l'Est, de l'*Unité quartzo-feldspathique de Martineix—mont Larron*, qui est très probablement un ancien massif granitique ;

— au Nord, recoupée à l'emporte-pièce par le granite d'Auriat, de l'*Unité quartzo-feldspathique de Moissannes—Vige*. De lithologie tout aussi diversifiée que l'Unité de Châteauneuf-la-Forêt—Reilhac, elle lui est très analogue et en constitue peut-être le prolongement. Elle n'est par ailleurs qu'une partie de l'*Arc quartzo feldspathique du Thaurion* très largement développé au Nord et à l'Ouest.

Une dernière unité lithologique occupe une faible surface près de la limite sud de la feuille, en bordure du Complexe granitique de Millevaches : c'est l'*Unité micaschisteuse de la Veytistou*, faite de diverses sortes de métapélites souvent hyperalumineuses. La signification et l'âge de cette Unité, prolongement de celle de *Saint-Gilles-les-Forêts* qui affleure sur le territoire de la feuille Châteauneuf-la-Forêt, demeure en discussion.

Les assises de l'Unité de la Briançe dessinent clairement une synforme sub-méridienne tronquée au Nord par le granite d'Aureil. Cette disposition, mieux visible encore au Sud, résulte d'une tectonique polyphasée en partie tardive et en tout cas postérieure à la phase de déformation synchrone du métamorphisme mésozonal qui a transformé profondément roches ignées et sédiments primitifs. L'architecture de l'Unité gneissique de Saint-Léonard-de-Noblat est sans doute plus compliquée qu'il n'y paraît : cette unité est en forme générale de monoclinale penté vers l'Ouest au plancher géométrique des gneiss plagioclasiques, mais des replis axés au Nord et au Nord-Ouest en déforment les couches ; de plus, les directions de ces dernières deviennent, au Nord, brusquement Est-Ouest pour épouser la bordure de l'Unité quartzo-feldspathique de Moissannes—Vige. Les assises de celle-ci, dont une rétro-morphose mésozonale maquille partiellement le caractère catazonal premier, sont sans doute affectées par des plis droits serrés Est-Ouest ; dans la région orientale, elles présentent une virgation brusque vers le Sud pour se situer dans le prolongement de celles

des Unités quartzo-feldspathiques de Martineix—mont Larron et Reilhac—Châteauneuf-la-Forêt. Quant aux micaschistes de l'Unité de la Veytistou, d'histoire cristallogénétique polyphasée à cachet mésozonal prédominant, ils montent sur le territoire de la feuille la terminaison périclinale au Nord-Est de la vaste antiforme développée plus au Sud.

Toutes les formations métamorphiques sont par ailleurs découpées en multiples panneaux par de très nombreuses fractures dont la grande majorité sont orientées au Nord-Est ; certaines d'entre elles ont joué tardivement après la mise en place de la grande faille subméridienne d'Argentat qui sépare domaine cristallophyllien et domaine granitique oriental.

DESCRIPTION DES TERRAINS

ROCHES MÉTAMORPHIQUES

Micaschistes et gneiss d'origine pélitique

Constituant à eux seuls la moitié du territoire de la feuille, ces matériaux participent à trois formations lithologiques principales qui affleurent en des sites géographiquement distincts ; il s'agit d'Est en Ouest :

— d'une formation *micaschisteuse à biotite et muscovite* isolée par des fractures à la jointure du Complexe granitique de Millevaches et des gneiss occidentaux. Cette formation métadétritique est relativement diversifiée au plan lithologique, mais ce sont toutefois les *métashales* qui y prédominent. Elle constitue l'Unité de la Veytistou ;

— d'une formation de *gneiss à sillimanite et orthose*. Homogène à l'échelle de la carte, cette formation métapélitique à faciès alumineux prédominants comporte de multiples régions anatectiques où s'observent tous les faciès d'une mobilisation graduelle du gneiss à rares mobilisats lenticulaires à l'anatexite massive. Elle constitue l'Unité de Saint-Léonard-de-Noblat ;

— d'une formation de *gneiss plagioclasiques* à deux micas ou biotite seule disposée à l'Ouest de la précédente mais séparée d'elle par le granite d'Aureil. Elle est par contre riche en intercalations de leptynites et d'amphibolites dont certaines sont dispersées dans la trame gneissique et d'autres associées en complexes acido-basiques qui soulignent la lithostratigraphie. L'ensemble correspond à l'Unité de la Briance.

En dehors de ces trois formations, des métapélites catazonales, gneiss et micaschistes, sont connues en gisements mineurs :

— d'une part en lentilles dans l'Unité quartzo-feldspathique de Moissannes—Vige dont elles soulignent la structure en plis serrés Est-Ouest,

— d'autre part, en panneaux à l'Est de la fracture d'Argentat dans le Complexe granitique de Millevaches.

§1-2. **Micaschistes à biotite et muscovite.** Deux types de roches à deux micas, qui n'ont pas été séparés sur la carte, sont représentés par ce symbole dans l'Unité de la Veytistou : un *micaschiste feuilleté* de granulométrie moyenne dont les lits micacés millimétriques séparent de minces lits quartzeux ou

quartzo-feldspathiques étirés, voire boudinés en lentilles, et un *micaschiste massif* de granulométrie plus fine, homogène ou discrètement lité avec de minces lits ou lentilles quartzseuses, à tendance quartziteuse ou leptynique. Ces deux types et leurs intermédiaires alternent en couches individualisées d'épaisseur décimétrique à métrique. l'un ou l'autre prédominant suivant les lieux ; ils admettent en outre en intercalations des niveaux graphiteux riches en muscovite, des couches surmicacées à fibrolite abondante ou, au contraire, des quartzites en bancs décimétriques à plurimétriques.

• **Le micaschiste feuilleté** présente une foliation serrée soulignée par un fin litage tectonique, souvent microplissée et bosselée de *rods* quartzeux. La composition minéralogique comporte habituellement : le quartz en partie concentré en grosses amygdales plissées et toujours déformé ; l'oligoclase acide en ocelles poecilites isolés, fracturés et étirés, allongés dans les lits micacés ou moulés par eux ; la muscovite, prédominante, et la biotite en lames réglées dans les feuilletés et déformés par la crénulation ; le grenat, assez banal, en cristaux ovoïdes fracturés moulés ou non par la foliation ; la fibrolite, généralement séricitisée, accidentelle ou très abondante, en cloisons ou en amandes dont les fibres dessinent parfois des plis isoclinaux intrafoliaux. On signalera comme particularités : la présence en quelques lieux de pseudomorphoses séricitieuses à section fusiforme ou polygonale d'un silicate d'alumine qui aurait pu être la staurotide, et d'autres en tablettes qui miment d'anciens disthènes ; celle, sporadique, de tourmaline automorphe qui va de pair avec la présence de grandes biotites inorientées tardives et l'épigénie, partielle ou totale, du grenat par le mica noir ou l'association biotite—quartz \pm muscovite ; l'existence exceptionnelle de lentilles quartzseuses à surface revêue de fibrolite mimant d'anciens disthènes, ou d'andalousite en prismes tardifs pluricentimétriques ; enfin l'altération fréquente du matériel (chloritisation, séricitisation) qu'accompagne une forte cataclase à mettre sans doute au compte de la mise en place de la fracture d'Argentat.

• **Le micaschiste massif** présente des caractéristiques minéralogiques voisines. Le quartz peut être abondant (jusqu'à 60 %) et est engrené avec l'oligoclase, les lits micacés discontinus sont souvent plissés en chevrons serrés à charnières polygonales ou non, des amas séricitieux isolés sont sans doute d'anciens paquets fibrolitiques.

Au plan géochimique, les micaschistes à biotite et muscovite ont des compositions de pélites de fort indice de maturité, allant de *shales* illitiques pour les termes riches en sillimanite à des matériaux à forte charge quartzseuse. Au plan du métamorphisme, on notera, outre l'ubiquité de l'association biotite—muscovite attribuable à au moins deux épisodes de cristallisation : la présence commune de l'almandin tantôt précoce et tantôt syn- à post-folial ; l'existence vraisemblable de staurotide et de disthène précoces, tandis que la fibrolite est synfoliale ; l'assez large développement d'une paragenèse tardive à deux micas et tourmaline.

ζ_m^{1-2} . **Gneiss plagioclasiques à biotite ou à deux micas.** Les gneiss plagioclasiques qui constituent l'essentiel de l'Unité de la Briançonnais comportent des termes allant d'un pôle micacé à biotite et muscovite à un pôle massif à biotite fine prédominante ou exclusive. Les divers termes alternent en couches individualisées d'épaisseur infradécimétrique à plurimétrique, avec prédominance plus ou moins accusée d'un type ou d'un autre suivant les lieux. Les intercalations franchement leptyniques sont par ailleurs multiples.

• **Le gneiss schisteux à deux micas** est à structure feuilletée et litée ou lenticulaire ; la foliation est parfois bosselée par des *rods* quartzo-feldspathiques, et

déformée par des plis en chevrons millimétriques à pluricentimétriques, à charnières aiguës polygonales ou arrondies, et plus ou moins ouvertes. La granulométrie moyenne est millimétrique. La composition minéralogique est banale : oligoclase, parfois à inclusions hélicitiques quartzo-micacées, mêlé au quartz en granoblastes allongés dans la foliation ; biotite et muscovite en proportions variables, dont les lames s'enchevêtrent dans les lits phylliteux anastomosés ; muscovite tardive en lames poecilitiques inorientées que strie la sillimanite aciculaire. Plagioclase et micas, indéformés, sont recristallisés dans les charnières aiguës des microplis, en arcs polygonaux et dans leurs plans axiaux, mais ils sont déformés dans les chevrons ouverts. L'almandin est assez fréquent, en gros cristaux précoces moulés par les feuilletés micacés et riche alors en inclusions hélicitiques et zones de croissance, ou en petits individus automorphes et surimposés ; il est localement pseudomorphosé par la biotite ou l'association biotite—muscovite—quartz. La sillimanite en fibres synfoliales est sporadique, tandis que le disthène est exceptionnel sur le territoire de la feuille. La tourmaline est systématiquement présente.

• **Le gneiss massif à biotite** a une granulométrie inframillimétrique et un litage ou un rubanement très discrets. Sa composition minéralogique est analogue à celle du gneiss schisteux, avec prédominance de l'oligoclase et du quartz, granoblastiques ou en pavés ; la biotite est disséminée ou rassemblée en minces cloisons micacées souvent discontinues, qui dessinent parfois des microplis isoclinaux dont elle souligne aussi le plan axial ; le grenat synfolial est localement abondant, le disthène exceptionnel et inclus dans le plagioclase, la sillimanite et la muscovite sporadiques.

La composition chimique des gneiss plagioclasiques est celle de grauweekes (charge en soude habituellement supérieure à celle en potasse) ou tend vers celle des *shales*, suivant leur plus ou moins grande richesse en plagioclase. Au plan du métamorphisme, on notera le polyphasage de la recristallisation dans les mêmes conditions d'existence de la muscovite : la paragenèse synfoliale est à deux micas, grenat, disthène et/ou sillimanite et celle qui lui succède, synchrone des plis en chevrons aigus à subisoclinaux, n'en diffère que par l'absence du disthène alors que la fibrolite est stable ; l'une et l'autre sont déformées par d'autres plis en chevrons ouverts ou de simples flexures contemporains d'une association tardive à chlorite, séricite, et hydroxydes de fer.

ξ_{m}^{2-3} **Gneiss plagioclasiique leptynique à biotite et grenat.** Ce type se distingue des gneiss plagioclasiques banals de l'Unité de la Briançonnais par sa grande richesse en quartz et plagioclase et, au plan chimique, par ses teneurs élevées en soude et en silice. Il n'y forme qu'une seule lentille (la Roffie), et il paraît correspondre à une ancienne grauweeke de très faible maturité, voire même à une arkose.

ξ_{m}^{1-2} **Gneiss schisteux à sillimanite et orthose.** Cette formation, homogène à petite échelle, se présente à grande échelle comme une alternance plus ou moins nette de divers termes gneissiques qui vont d'un pôle schisteux riche en biotite et sillimanite à un pôle massif assez clair, parfois à feldspaths millimétriques automorphes ; elle contient localement de minces niveaux presque purement micacés et fibrolitiques, ainsi que des bancs décimétriques à ocelles feldspathiques ; elle constitue la trame de l'Unité de Saint-Léonard-de Noblat, enveloppant de puissants horizons de gneiss massifs et d'importantes zones anatectiques.

Dans l'ensemble, les roches sont de granulométrie moyenne à grossière et de structure feuilletée, litée ou lenticulaire, voire rubanée ; leur foliation ondulante

est créée principalement par de minces cloisons de sillimanite prismée ou fibrolitique et des amas micacés parallèles qui les relient. La composition minéralogique comporte fondamentalement, outre le quartz, la biotite rouge, la sillimanite, l'orthose et l'oligoclase. La biotite est en lames inscrites dans la foliation ou plus souvent inorientées, généralement indéformées alors, quoique à aspect de « clastes » ovalaires, et principalement concentrées dans les feuillets micacés. La sillimanite est associée à la biotite dans les amas, en fines cloisons monominérales que déforment des plis isoclinaux et, en ce qui concerne la variété prismatique seulement, en inclusions dans la biotite, les feldspaths et le quartz ; en outre la fibrolite pseudomorphose certains micas noirs et aussi d'anciens cristaux prismatiques qui pouvaient être du disthène. L'oligoclase, généralement subautomorphe, allongé ou non dans la foliation, est parfois faiblement antiperthitique. L'orthose est moirée, subautomorphe ou xénomorphe et pœcilitique, peu à moyennement perthitique (exolutions d'albite) et à inclusions de plagioclase myrmékitique. Le quartz est en ciment polycristallin hétérogranulaire des feldspaths et en plaquettes entre les cloisons de sillimanite. Comme minéraux accidentels, on citera l'almandin et le disthène ; l'almandin est en petits individus inclus dans le plagioclase et surtout en gros cristaux enveloppés par les feuillets micacés et partiellement remplacés par la biotite inorientée ou l'association biotite—plagioclase—quartz (structure en atoll) ; le disthène, rare, est en « reliques blindées » prismatiques dans le plagioclase et exceptionnellement dans le quartz. Les structures microscopiques sont de nombreuses figures en X définies par les cloisons fibrolitiques et micacées qui suggèrent une transposition de foliation et des plis isoclinaux très aplatis dessinés par la sillimanite, des plis en chevrons serrés et déversés dont la biotite dessine charnières polygonales et plans axiaux, et d'autres en chevrons ouverts qui déforment les micas.

Au plan géochimique, les gneiss schisteux à sillimanite et orthose ont une composition de matériaux détritiques argilo-quartzeux, du type des *shales* ou des grès *s.l.* suivant la plus ou moins grande importance de la phase micacée et de la sillimanite ; aucune tendance grauwackeuse nette ne les caractérise, en dehors des niveaux très subordonnés à plagioclase ocellaire dont la charge en soude est assez forte. Au plan du métamorphisme, on notera l'importante recrystallisation de la biotite postérieurement à l'acquisition de la foliation, le caractère de cette dernière et l'habitus en plaquettes d'une fraction du quartz qui confèrent à la structure un cachet blastomylonitique, la présence du disthène blindé dans certains plagioclases et de ses pseudomorphoses « libres » probables par la sillimanite témoignant du caractère progade des transformations qui ont conduit à la paragenèse catazonale, l'analogie des conditions physiques des cristallogénèses successives contemporaines des plissements isoclinaux puis en chevrons serrés (plis subisoclinaux à charnières polygonales), tandis que des néoformations plus « froides » (quartz, séricite, chlorite...) ont seulement accompagné le plissement dernier en chevrons ouverts et la fracturation connexes.

Une particularité des gneiss schisteux est la présence locale entre la Vienne et le hameau de la Chaise ($x = 545,5$; $y = 2\ 085,2$) d'*accidents* [$\frac{1}{2}$ ou $\frac{1}{1}$] *ponctuels à amandes de quartz et sillimanite* : dans une matrice de gneiss massif à ocelles feldspathiques, sont distribués régulièrement des ellipsoïdes aplatis dans la foliation et de section circulaire, centimétriques, zonés à cœur de fibrolite, enveloppe quartzo-fibrolitique et cortex micacé. De tels accidents sont connus au Sud sur le territoire de la feuille Châteauneuf-la-Forêt. Ils pourraient ici résulter de la désalcalinisation de monocristaux de feldspath alcalin, monocristaux connus d'ailleurs au voisinage dans les gneiss amygdalaires de la Chaise.

Des gneiss à sillimanite et orthose, schisteux et massifs associés s'observent par ailleurs dans le *Complexe granitique de Millevaches*, régions d'Eymoutiers et

de Peyrat-le-Château. Ils possèdent une structure gneissique normale, avec une foliation déformée par des plis en chevrons ouverts ou à charnière aiguë polygonale. La sillimanite y est en totalité fibrolitique, la muscovite est pour partie primaire et pour partie épigénétique, la cordiérite est associée à la biotite et l'andalousite est localement présente au cœur de plages de mica blanc : tout cela témoigne d'une histoire métamorphique différente de celle des gneiss de Saint-Léonard-de-Noblat.

ξ_{or}^{2-3} **Gneiss ocellaire massif à biotite et orthose.** Hétérogène à grande échelle, cette formation subordonnée de l'Unité de Saint-Léonard-de-Noblat comporte comme terme principal un gneiss massif en bancs, de grain fin à moyen, à foliation soulignée par les micas dispersés qui séparent de multiples ocelles feldspathiques millimétriques ; les gneiss schisteux à sillimanite banals y forment des interbancs décimétriques, voire des intercalations plurimétriques. La minéralogie est analogue à celle des gneiss banals, n'en différant guère que par la forme du plagioclase, la quasi-absence de la sillimanite et la faible teneur en orthose mais l'abondance de la biotite ; disthène et grenat sont encore inclus dans l'oligoclase. Au plan géochimique, une plus faible teneur en alumine, une plus grande richesse en silice et des charges en potasse et en soude souvent équivalentes, illustrent une tendance grauwakeuse plus ou moins accusée.

Une variante du gneiss ocellaire est le *gneiss amygdalaire* [$\xi_{or}^{2-3}(1)$] qui forme une courte mais puissante lentille aux limites indéfinies intercalée dans les gneiss schisteux à sillimanite banals de la Vienne autour de la Chaise ($x = 545,7$; $y = 2\ 084,6$). Homogène, présentant parfois une forte linéation d'étirement, ce gneiss contient des amygdales plurimillimétriques feldspathiques et/ou quartzieuses moulées par de larges lames de biotite et, localement, quelques yeux centimétriques d'orthose. Le quartz y est pour partie en monocristaux étirés ; l'orthose est fortement microclinisée ; les cristaux d'oligoclase à inclusions de biotite et grenat sont parfois agglomérés en amas plurimillimétriques simulant d'anciens individus granulés et recristallisés ; une part des lames de biotite est partiellement rassemblée en loupes aplaties. Tous ces caractères suggèrent une ancienne roche ignée, ou au moins un matériel détritico originel très peu évolué. La composition chimique est celle d'un granite calco-alcalin monzonitique [I(II).4.2.3] et, dans les diagrammes discriminants classiques, elle situe la roche à la frontière des arkoses, des grauwackes et des granites.

ξ_{or7m}^{1-2} **Gneiss à sillimanite, orthose et muscovite.** Cantonnés à l'Unité quartzo-feldspathique de Moissannes—Vige où ils forment des intercalations d'épaisseur décimétrique à pluridécamétrique (horizon de la Chaise), ils diffèrent des gneiss à sillimanite et orthose banals par une granulométrie en général plus fine, la prédominance fréquente de la phase quartzo-plagioclasique et la présence de mica blanc. Le faciès le plus répandu est une roche massive à interlits schisteux, dont la foliation est désorganisée dans des bouffées métriques locales ponctuées de nodules de cordiérite ; l'orthose y est rare, le grenat présent en inclusion dans le plagioclase, la cordiérite mêlée au quartz dans les zones anatectiques. Le faciès micaschisteux, qui forme seul les intercalations les plus minces, est riche en biotite, parfois fibrolite et localement grenat ; la biotite y détermine la foliation microplissée et (biotite II rouge) remplace un minéral à contour rectangulaire, inscrit dans la foliation et frangé de mica blanc (ancien disthène ?) ; la chlorite forme des amas à cœur de mica blanc qui sont sans doute aussi des pseudomorphoses. Dans l'un et l'autre faciès, la muscovite est essentiellement secondaire : elle est en lames trapues transverses sur la folia-

tion, en fines lamelles qui remplacent la sillimanite et en associations symplectiques avec le quartz. Les structures les plus fréquentes sont des plis en chevrons centimétriques à charnière aiguë parfois polygonale dans les termes schisteux, ronde dans les termes massifs.

Au plan géochimique, les compositions s'inscrivent dans les domaines des *shales* et des grès *s.l.* suivant la plus ou moins grande richesse en phyllite et fibrolite. Au plan du métamorphisme, on notera l'importance de la rétro-morphose mésozonale.

$m\zeta_{0,2}^{1-2}$ **Gneiss anatectiques à sillimanite, orthose et cordiérite.** Ces gneiss se distinguent des gneiss à sillimanite et orthose banals de l'Unité de Saint-Léonard-de-Noblat dont ils ne se différencient que très progressivement par un grain plus grossier, la désorganisation partielle des feuillet micacés qui se présentent souvent comme des schlieren, et l'individualisation de bouffées hololeucocrates à cordiérite accidentelle ; mais leur foliation fruste demeure le plus souvent plane. Localement, dans certains bancs ou lentilles d'épaisseur plurimétrique, la foliation est plissée d'une manière anarchique et peut même disparaître dans un matériel massif, homogène et de granulométrie moyenne régulière, qui est une véritable *anatexite grenue*. La composition minéralogique des gneiss anatectiques ne diffère de celle des gneiss banals décrits ci-dessus que par la présence sporadique de la cordiérite ; ce minéral est en cristaux automorphes plurimillimétriques ou en nodules centimétriques dans les bouffées hololeucocrates hétérogranulaires, parallèles à la foliation ou sécantes, des gneiss peu mobilisés et dans les bancs d'anatexite nébulitique ou grenue. L'habitus automorphe des feldspaths est systématique.

Au plan du métamorphisme, la mobilisation débutante qu'exprime ce *faciès tampon* entre gneiss banals et anatexites semble relativement tardive dans l'évolution des matériaux : les bouffées hololeucocrates qui tantôt recoupent les plis en chevrons serrés à charnière polygonale et tantôt y sont engagées apparaissent synchrones de la phase de déformation correspondante. Les zones mobilisées se distribuent dans toute l'aire d'affleurement des gneiss banals à sillimanite et orthose, d'une manière irrégulière qui ne permet pas de tirer des conclusions au plan architectural.

M_c^{1-2} , gM_c^{1-2} . **Anatexites à cordiérite.** Les anatexites à cordiérite se présentent sous deux faciès : l'un, prédominant, de couleur relativement claire, à structure nébulitique ou massive et cordiérite en nodules pluricentimétriques irrégulièrement distribués ; l'autre assez sombre, à structure massive et texture grenue à plagioclase automorphe et cordiérite prismatique. L'anatexite claire résulte en quelque sorte de la coalescence des zones mobilisées des gneiss anatectiques et s'observe un peu partout dans l'aire d'affleurement des gneiss banals à sillimanite et orthose de l'Unité de Saint-Léonard-de-Noblat ; les restites fibrolitiques et micacées y sont fréquentes. L'anatexite sombre, qui est presque un granite, se cantonne par contre dans les environs de Bujaleuf, dans la partie centrale de la feuille. La composition minéralogique est qualitativement la même dans les deux faciès. Le quartz (35 %) est en amas de cristaux engrenés parfois avec plagioclases ou cordiérites. L'orthose (10 %) à bordures ou taches microclinisées est parfois très riche en films d'albite : certains individus sont des mésoperthites. L'oligoclase (20 %) est pour une part en prismes zonés, habitus exclusif dans l'anatexite sombre, et pour une part en individus corrodés riches en inclusions et à frange albitique. La biotite (15 %) est en lames trapues dispersées ou groupées en amas avec la sillimanite (7 %) prismatique ou, rarement, fibrolitique. Le disthène est relativement fréquent dans certains échantillons du faciès clair, toujours en petits grains inclus dans l'oligoclase xénomor-

phe qui peut être lui-même englobé par l'orthose ; *aucun* contact disthène—orthose n'a jamais été observé, et le disthène doit être considéré là encore comme une relique. La cordiérite est en quasi-totalité rassemblée en nodules dans l'anatexite claire où ses cristaux pœcilitiques englobent quartz (50 % des nodules), biotite et sillimanite aciculaire ; elle est pour une bonne part en prismes totalement pinitisés dans l'anatexite sombre. Dans cette même anatexite où le grenat a été observé en très faible quantité, la rétomorphose micacée est particulièrement développée : muscovite pœcilitique ou lamellaire, biotite et chlorite remplaçant non seulement la totalité de la cordiérite, mais une bonne part des feldspaths et de la sillimanite.

Au plan géochimique, les anatexites apparaissent d'autant plus riches en alumine et oxydes ferromagnésiens qu'elles tiennent plus de cordiérite, les teneurs en alcalins variant peu. La composition moyenne des faciès clairs est celle des gneiss à sillimanite et orthose, et les matériaux originels sont sans doute comparables. L'anatexite sombre, hyperalumineuse et hyposiliceuse, peut être un ancien *shale*.

§8. **Gneiss plagioclasiques à silicates calciques.** D'extension très réduite [le seul gisement connu à l'affleurement, celui du Montfayon ($x = 534,5$; $y = 2\ 099,3$), est décimétrique, et les quelques autres signalés seulement par des pierres volantes dans les régions d'Eycouveaux et Lajoumard au Nord de Saint-Léonard-de-Noblat, en divers points de l'Unité quartzo—feldspathique de Moissannes—Vige, sont certainement très exigus], ces gneiss sont d'une grande diversité de structure et de composition ; gris ou rosâtres, de grain saccharoïde, ils présentent en association intime un faciès lité à lenticulé, un faciès rubané où de très fines cloisons micacées délimitent d'épais lits quartzo-feldspathiques et un faciès massif. Le *faciès lité* comporte beaucoup de quartz (jusqu'à 40 %) engrené avec de l'andésine, du grenat automorphe riche en grossulaire (31 %), andradite (9 %) et almandin (51 %), de la hornblende verte prismatique et pœcilitique qu'accompagnent biotite brune, sphène et minéraux opaques ; certains lits sont quartzo-plagioclasiques à grenat, ce dernier généralement concentré à leur partie supérieure ; d'autres sont riches en amphibole qui englobe tous les autres constituants. Le *faciès massif* associe le labrador, en cristaux globuleux discrètement antiperthitiques ou petits individus polygonaux à inclusions de pyroxène, le clinopyroxène blastique ou automorphe rassemblé en amas, la hornblende verte dont de grands individus sont auréolés d'une symplectite à clinopyroxène et plagioclase, le quartz, l'épidote, le sphène et l'apatite. D'après leur composition chimique, ces gneiss pourraient représenter un matériel tufacé acide, ou détritique, contaminé par des argiles et carbonates.

Gneiss leptyniques et leptynites d'origine arkosique ou ignée

Gneiss leptyniques et leptynites se présentent sur le territoire de la feuille en deux sortes de gisement : soit en alternances multiples avec d'autres types lithologiques, gneiss et amphibolites principalement, soit comme membres de complexes essentiellement ou purement quartzo-feldspathiques.

Le premier mode de gisement n'est guère connu que dans l'Unité des gneiss de la Briançonnais. Gneiss leptyniques et leptynites y forment là, outre de multiples bancs décimétriques à plurimétriques de volume cependant très subordonné par rapport à celui des gneiss plagioclasiques environnants, une *association gneisso-leptyno-amphibolique* qui n'est autre que le prolongement septentrional du puissant complexe stratifié affleurant au Sud sur le territoire de la feuille Châteauneuf-la-Forêt et par lequel débute la moitié supérieure de l'Unité. Ici toutefois, le complexe paraît s'effiloche dans les gneiss, se résolvant en multiples lentilles qui, pour une part au moins, sont sans doute le résultat d'une tec-

tonique en plis serrés. On notera cependant, malgré une certaine progressivité des contacts qui donne, sur le terrain, un caractère schématique à leur figuration, l'apparente concordance générale à toutes les échelles des diverses limites lithologiques entre elles et avec les foliations.

Au second mode de gisement correspondent les trois Unités quartzofeldspathiques de Moissannes—Vige au Nord, Martineix—mont Larron à l'Est et Reilhac—Châteauneuf-la-Forêt au Sud-Est. La première et la troisième en dehors des limites de la feuille présentent de nombreux types lithologiques, mais les matériaux quartzofeldspathiques y sont toujours largement prédominants. Eux-mêmes de diverses sortes, ces matériaux s'ordonnent généralement en bancs : il s'agit donc là aussi de formations habituellement stratifiées, se présentant comme des alternances ou des récurrences multiples à structure généralement imbriquée de nombreuses variétés de roches dont les limites ne sont pas tranchées ; les sous-unités qu'on y a cartographiquement distinguées se définissent généralement par la prédominance d'un type pétrographique. Plus homogène est la seconde unité, dont une leptynite granitoïde est le faciès prédominant.

o ξ^3 . **Gneiss leptyniques granitoïdes, œillés ou amygdalaires, à biotite en amas.** Ont été cartographiés comme gneiss leptyniques granitoïdes deux faciès étroitement associés et qui passent progressivement l'un à l'autre : un faciès œillé grossier de foliation peu marquée et un faciès amygdalaire à structure planaire ou linéaire ; ces deux faciès représentent les deux étapes majeures de la transformation d'un granite original encore reconnaissable dans des parties équantes accidentelles du premier.

• **Le faciès œillé grossier** est une roche homogène dont la foliation fruste est créée par des amas centimétriques aplatis de biotite dispersés dans une trame quartzofeldspathique de granulométrie moyenne à grossière. Cette trame comporte également des mégacristaux feldspathiques pluricentimétriques, inorientés ou couchés dans la foliation et moulés par les feuillet micacés, des lentilles quartzieuses épaisses de quelques millimètres, voire, dans les parties équantes, des granules arrondis centimétriques, On observe aussi parfois des lithoclastes à surfaces courbes tapissées de mica blanc et surtout de fibrolite, qui découpent la roche en éléments irréguliers, des enclaves surmicacées et d'autres sombres à grain très fin, enfin d'anciens filons aplitiques ou pegmatitiques schistosés et plissés.

• **Le faciès amygdalaire**, également homogène, présente généralement une forte linéation d'étirement, une granulométrie plus fine, une structure rubanée à litée déformée par des mégacristaux fusiformes et surtout des amygdales polycristallines feldspathiques ; la biotite peut y former des lits continus et le quartz des lentilles peu épaisses mais très allongées parallèlement à la foliation.

La composition minéralogique est analogue pour les deux faciès : biotite rouge (6 à 9 %) de chimisme *granitique* en paquets de grandes lames enchevêtrées entourées de petits individus, qu'accompagne parfois une muscovite de même habitus ; perthite (25 à 30 %) de microcline intermédiaire ou d'orthose faiblement triclinique et d'albite d'exsolution et de remplacement, en mégacristaux maclés Carlsbad à inclusions (biotite, plagioclase) en zones, ou en amandes polycristallines à texture en pavés ; microcline maximum en taches dans le plagioclase et en auréole et remplissage de fractures de la perthite ; oligoclase basique (24 %) engrené avec le quartz et en amas de cristaux polygonaux ; quartz (31 à 37 %) en agrégats plus ou moins allongés de cristaux déformés et engrenés, ou polygonaux en mosaïques ; sillimanite fibreuse en amas flexueux,

partiellement remplacée, comme la perthite, par une muscovite (4 %) secondaire. Des pseudomorphoses complexes, à contours géométriques, peut-être de cordiérite, associent étroitement quartz, plagioclase, et surtout biotite brun-vert, muscovite, sillimanite et grenat.

La composition chimique est, quel que soit le degré d'étirement de la roche, celle d'un granite hololeucocrate calco-alkalin monzonitique ou à tendance akéritique suivant les massifs. La gneissification du granite originel n'a entraîné aucune modification des teneurs en éléments majeurs au vu des compositions de termes diversement déformés et recristallisés.

Le gneiss leptynique granitoïde se dispose à l'intérieur de l'Unité quartzofeldspathique de Moissannes—Vige en lentilles généralement concordantes avec la foliation régionale. La plupart sont de dimensions modestes et ne sont guère parfois que des bancs métriques. Deux sont de véritables massifs : celles de Lavaud et de Clémensane dans l'angle nord-ouest de la feuille. Dans tous les cas, le faciès grossier et ses accidents équants s'observent en leur cœur et le passage aux gneiss leptyniques rubanés et leptynites gneissiques de l'environnement est progressif, avec en intermédiaire le faciès amygdalaire, par diminution ménagée de la taille du grain et organisation des micas et du tissu quartzofeldspathique en lits continus alternants.

Le massif de Lavaud présente deux originalités : ses limites relativement nettes sont discordantes sur la foliation et la linéation régionales, et la composition chimique de ses divers termes est hypo-alkaline et hyperalumineuse. Cela suggère à la fois un gisement originel intrusif et une altération supergène du corps igné antérieurement à sa transformation métamorphique.

$\xi\lambda^3$, $\xi\lambda_m^3$ **Gneiss leptyniques rubanés.** Ces roches assez claires, qui constituent la trame de l'Unité de Moissannes—Vige, présentent une structure rubanée déterminée par l'alternance de feuillets de biotite, continus ou non, et de lits quartzofeldspathiques plurimillimétriques de granulométrie variable ; des yeux et amygdales feldspathiques centimétriques s'y observent localement, toujours peu abondants. Les surfaces de foliation sont souvent déformées par des plis de tailles diverses, généralement en chevrons serrés à charnières polygonales qui créent parfois une schistosité seconde ; elles portent en certains lieux des linéations de microplissement, d'étirement et minérales (biotite, sillimanite). Des bouffées à structure nébulitique existent dans ces gneiss bien réglés qui passent par ailleurs progressivement aux autres types pétrographiques de l'Unité.

La composition minéralogique comporte fondamentalement, outre le quartz abondant engrené avec les feldspaths ou concentré en lentilles synfoliales déformées : un oligoclase acide, subautomorphe et antiperthitique ; du microcline en cristaux trapus ou interstitiels, de triclinicité maximale et à exsolutions d'albite ; une biotite brun-rouge ségrégée en lits ou parfois en paquets et qu'accompagne la fibrolite ou une muscovite épitaxiale. La hornblende et le grenat sont accidentels, tandis qu'une muscovite secondaire est fréquemment développée au contact du feldspath potassique, en symplectite avec le quartz. Les yeux et amygdales sont, soit des agrégats de microcline maximum à texture en pavés, soit des microcristaux d'orthose maclés Carlsbad à taches tricliniques et gainés de microcristaux de microcline, soit enfin des lentilles quartzofeldspathiques résultant d'un boudinage ou d'un bourrage dans les charnières de plis.

La composition chimique des gneiss leptyniques rubanés varie assez largement d'un échantillon à l'autre, de celle d'un granite hololeucocrate subalkalin à calco-alkalin monzonitique [I(II).4.2.3] à une composition d'arkose peu évoluée suivant certains diagrammes discriminants.

λ^3 . **Leptynite gneissique.** Roche de grain inframillimétrique, homogène ou litée, voire rubanée, à foliation régulière due à l'orientation parallèle des lamelles de biotite disséminées ou ségréguées en cloisons, linéation minérale parfois marquée ; quelques yeux feldspathiques centimétriques sont dispersés à certains niveaux. Composition minéralogique : quartz (36 %) globuleux, oligoclase basique (26 %) subautomorphe à bourgeons de myrmékite, orthose (32 %) de faible triclinisme en cristaux trapus peu perthitiques et microcline maximum interstitiel, biotite (6 %) ferreuse remplaçant parfois partiellement de petits grenats ; fibrolite ou hornblende verte accidentelle, muscovite secondaire sporadique. Composition chimique de granite hololeucocrate alcalin sodi-potassique [1.3(4).1'.3].

La leptynite gneissique constitue principalement deux horizons dans la moitié occidentale de l'Unité de Moissannes—Vige, dont l'un à sa marge sud ; elle représente probablement un ancien granite isogranulaire.

$M \lambda^3$. **Leptynite hétérogène.** Étroitement associée à la leptynite gneissique dans l'Unité de Moissannes—Vige, la leptynite hétérogène en diffère par une forte hétérogranularité et une foliation souvent fruste ou désorganisée ; certaines parties sont à structure granitoïde. La composition minéralogique est par contre analogue, avec seulement une biotite un peu moins ferreuse et une plus grande abondance du microcline interstitiel et de la myrmékite. La composition chimique est identique.

$ro \lambda^3$. **Complexe leptyno-gneissique à biotite de Reilhac—Châteauneuf-la-Forêt.** Cette extrémité du Complexe de Châteauneuf-la-Forêt largement développé au Sud que représente l'Unité de Reilhac en montre les caractères majeurs : hétérogénéité, alternance de divers termes à caractère gneissique ou leptynique plus ou moins accentué, figures d'anatexie abondantes. Mais alors qu'au Sud les termes les plus banals sont des gneiss leptyniques rubano-œillés ou amygdalaires et des leptynites granitoïdes ou foliées à mégacristsaux d'orthose, ce sont ici des leptynites et des gneiss leptyniques à sillimanite à peu près dépourvus d'yeux qui prédominent. Il s'agit de roches assez massives, où la biotite et la sillimanite se rassemblent parfois en feuilletés réguliers cloisonnant d'épais lits quartzo-feldspathiques, et qui constituent généralement des bancs décimétriques à métriques séparés par des interbancs minces de gneiss schisteux. La texture est fortement hétérogranulaire, la composition minéralogique banale : quartz abondant localement rassemblé en amas polycristallins, orthose faiblement triclinique en cristaux trapus peu perthitiques et microcline interstitiel, oligoclase myrmékité, biotite en lamelles disséminées ou regroupées en flaqes ou feuilletés, muscovite secondaire. Chimisme granitique à arkosique.

λ^3 , λ_m^3 . **Leptynite fine massive.** Il s'agit typiquement d'une roche rosâtre, homogène, de granulométrie largement inframillimétrique, dont la foliation très discrète n'est habituellement marquée que par des lamelles phylliteuses disséminées ; exceptionnellement, des yeux feldspathiques ou des amas micacés plurimillimétriques s'observent çà et là. La composition minéralogique varie assez peu d'un lieu à l'autre : le quartz (39 %) est globuleux ou engrené avec l'oligoclase acide (20 à 35 %) parfois myrmékitique, le feldspath potassique (20 à 35 %) est une orthose subautomorphe de faible triclinisme et peu perthitique ainsi qu'un microcline maximum interstitiel localement développé ; la biotite (5 %) brun-vert sombre est riche en fer ; le grenat partiellement phyllitisé et la fibrolite sont accidentels ; la muscovite primaire est parfois abondante (jusqu'à 9 % : λ_m^3), associée à la biotite, et la muscovite secondaire présente. La composition chimique, assez constante, est celle d'un granite hololeucocrate alcalin

sodi-potassique [I.3.1.3.] que sa haute teneur en silice déplace vers le champ des arkoses dans certains diagrammes discriminants.

La leptynite à biotite est largement distribuée dans l'Unité quartzo-feldspathique de Moissannes—Vige. La leptynite à muscovite primaire est par contre cantonnée immédiatement à l'Ouest du granite d'Auriat, dans la région où les gneiss leptyniques rubanés sont à deux micas.

M λ³. Leptynite granitoïde. Roche homogène, de granulométrie moyenne millimétrique, caractérisée par la présence de mouchetures demi-centrimétriques de biotite dispersées dans une matrice quartzo-feldspathique rosée ; des alignements micacés diffus ou contournés et parfois quelques yeux feldspathiques centimétriques y sont aussi disséminés. La composition minéralogique comporte le quartz (30 à 40 %) parfois aggloméré en granules allongés, le feldspath potassique (12 à 22 %) sous la double forme d'une orthose subautomorphe peu perthitique et faiblement triclinique et d'un microcline blastique, l'oligoclase (35 à 40 %) antiperthitique et myrmékitisé, la biotite (4 à 8 %) brune souvent chloritisée en amas de cristaux ponctués de gouttes de quartz ou formant avec lui des symplectites ; exceptionnellement, on observe l'épidote et la chlorite étroitement associées en nids simulant des amphiboles, sporadiquement la fibrolite, la muscovite secondaire et le grenat. La composition chimique est celle d'un granite hololeucocrate calco-alkalin monzonitique [I.3.2.'3] ou alcalin à tendance akéritique [I.3.'2.4] ou d'une arkose peu évoluée pour certains échantillons.

La leptynite granitoïde constitue en bordure de la fracture d'Argentat deux massifs compartimentés par des failles. L'un, celui de Breix et du Martineix, est cerné à l'Ouest par les gneiss à sillimanite et orthose, schisteux ou anatectiques, qui constituent de multiples intercalations dans sa partie bordière à structure rubanée et des passées plus rares à son intérieur. L'autre, celui de mont Larron et de la Maraude, forme l'extrémité sud-orientale de l'Unité quartzo-feldspathique de Moissannes—Vige ; il est essentiellement en contact avec la leptynite fine massive à laquelle la leptynite granitoïde passe très progressivement. Tous deux pourraient correspondre à d'anciens plutons granitiques.

ξλδ. Complexe gneisso-leptyno-amphibolique. Ce complexe, qui s'inscrit dans l'Unité des gneiss plagioclasiques de la Briance, y apparaît, sur le territoire de la feuille, éclaté en plusieurs ensembles où s'associent étroitement deux termes prédominants : une leptynite plagioclasique et une amphibolite feldspathique. Leptynite et amphibolite alternent en bancs d'épaisseur métrique à pluridécamétrique, à contacts généralement nets, l'une et l'autre dominant respectivement vers le sommet et la base de chaque ensemble. Des intercalations de gneiss leptyniques et de gneiss plagioclasiques micacés ou amphiboliques participent également au complexe, ainsi que des corps bien individualisés d'amphibolites à pyroxène ; puissance et abondance en sont variables suivant les lieux.

• **La leptynite** est homogène, de grain fin à très fin, massive ou discrètement litée et se débitant alors en plaquettes dont les surfaces portent une linéation de microplis accusée par les micas. Elle est généralement blanche et alors à muscovite, parfois verdâtre à amphibole, avec très peu de biotite. Composition minéralogique : quartz abondant, en partie aggloméré en amas ovoïdes, oligoclase acide prédominant et microcline rare en association blastique ; biotite rouge et éventuellement hornblende verte prismatique dispersées, mais surtout muscovite dont les lamelles dessinent des arcs polygonaux ; grenat sporadique. Des zones poussiéreuses à contours géométriques simulent localement d'anciens plagioclases automorphes d'une texture porphyrique palimpseste. Composition chimique de magmatite alcaline [I.3.1.'2]. Le matériel original était

probablement volcanique, de nature effusive ou tufacée, profondément remanié souvent si on en juge à la position des points représentatifs des roches dans le champ des arkoses des diagrammes discriminants classiques.

• **L'amphibolite** la plus banale, feldspathique, est de grain fin, avec un litage flou et une structure linéaire créée par une orientation minérale stricte et un microplissement parallèle. Quelques bancs sont faits d'un matériel massif très sombre, analogue aux métalaves ($\delta\beta$) décrites ci-dessous. La composition minéralogique comporte fondamentalement l'andésine blastique, la hornblende verte qui prédomine, le sphène commun, la magnétite. Le diopside est sporadique et se cantonne à certains lits avec l'épidote et une fraction de la magnétite et du sphène ; le quartz est rare. L'andésine est parfois ségrégée en amas à texture en pavés qui simulent d'anciennes lattes magmatiques, tandis que la hornblende verte forme, outre des prismes parallèles dispersés ou rassemblés en nodules étirés, des cristaux trapus à inclusions de quartz et de magnétite, pseudomorphoses apparentes de pyroxènes magmatiques. Le chimisme tholéiitique, les reliques texturales et le mode de gisement suggèrent une origine magmatique, effusive ou hypovolcanique, éventuellement tufacée pour les termes les mieux lités à pyroxène.

On a cartographié sous le même symbole $\xi\lambda\delta$ un complexe leptyno-amphibolique assez analogue, le *Complexe rubané du Chalard*, qui s'inscrit dans l'Unité des gneiss à sillimanite et orthose de Saint-Léonard-de-Noblat. Ce complexe, peu étendu et unique dans l'Unité, se présente comme une alternance régulière de bancs décimétriques à plurimétriques aux limites tranchées de leptynite blanche massive et d'amphibolite feldspathique ; dans sa partie sommitale, la leptynite domine très largement l'amphibolite plus fine et sombre ; dans sa partie basale, deux générations filoniennes aplitiques à pegmatitiques traduisent une mobilisation du matériel quartzo-feldspathique qui va de pair avec le boudinage et la fragmentation agmatique de l'amphibolite. La leptynite est très riche en oligoclase (46 %) et en quartz (47 %), qui forme à lui seul des lits millimétriques, et elle est à peu près dépourvue de constituant mafique (biotite chloritisée : 1 %) ; sa composition chimique suggère qu'il s'agit d'un ancien tuf rhyolitique sub-alkalin à calco-alkalin de tendance akéritique faiblement altéré ou remanié. L'amphibolite des bancs inférieurs, discrètement litée, est à hornblende (48 %) et biotite (8 %) souvent chloritisées avec exsolution de sphène (4 %) et de calcite (4 %) et le plagioclase γ est assez sodique (An_{22}) ; celle des bancs supérieurs est massive, de grain fin, à hornblende vert-brun (58 %) dont les fines ponctuations d'oxydes suggèrent une cristallisation aux dépens de pyroxènes ou de périclites magmatiques, diopside (5 %) et labrador (37 %) ; leur chimisme tholéiitique et leurs caractères pétrographiques et de gisement sont en harmonie avec une origine ignée, lavique et tufacée pour les termes, respectivement, inférieurs et supérieurs.

Formations basiques et ultrabasiques

Des formations basiques d'importance parfois considérable s'insèrent en couches isolées ou groupées en faisceaux, ou en corps lenticulaires dans l'Unité des gneiss plagioclasiques de la Briançonnais. Elles sont également présentes, mais subordonnées et surtout localisées, dans l'Unité des gneiss à orthose de Saint-Léonard-de-Noblat et dans les unités quartzo-feldspathiques, spécialement celle de Moissannes—Vige. Deux gisements seulement de roches ultrabasiques sont par contre connus, d'importance volumétrique dérisoire, dans l'Unité des gneiss à orthose en bordure de la Vienne.

Λ. **Serpentinites.** Elles s'observent en deux points à l'affleurement : au Nord de l'Artige ($x = 538,25$; $y = 2\ 090,3$), où une lentille purement ultrabasique de

faible extension (50 × 20 m) s'insère en concordance dans le gneiss schisteux à sillimanite et orthose, et près du château du Chalard ($x = 546,6$; $y = 2\ 084,7$) sous la forme de quelques énormes blocs. Il en existe également quelques pierres volantes près du Petit Moulard à l'Est de Saint-Léonard-de-Noblat ($x = 538,5$; $y = 2\ 093,5$) et de Douas-Vias au Nord de Neuvic-Entier ($x = 544,0$; $y = 2\ 083,7$).

• **La serpentinite du Chalard**, massive, à phénocristaux d'olivine, est une ancienne wherlite feldspathique à texture de cumulat qui comporte trois paragenèses : magmatique, coronitique et métamorphique tardive. La paragenèse magmatique rassemble l'olivine globulaire abondante, l'augite et le spinelle brun rares en phase interstitielle, l'orthopyroxène accidentel. A la paragenèse coronitique se rapportent : l'actinote abondante en auréole fibroradiée autour de l'olivine et en cristaux imbriqués pseudomorphosant le pyroxène magmatique ; le grenat interstitiel toujours séparé de l'olivine par l'amphibole coronitique ; un clinopyroxène et un orthopyroxène discrètement mêlés à la coronite amphibolique ; exceptionnellement un spinelle vert et de la zoïsite au cœur des amas de grenat. Serpentine et magnétite forment la paragenèse tardive.

• **La serpentine de l'Artige** comporte une matrice massive à cristaux centimétriques dispersés d'enstatite et, localement, des lits pyroxéniques à grenat d'épaisseur plurimillimétrique. La matrice est une métalherzolite à grenat tandis que les lits pyroxéniques ont, suivant les cas, une composition de clinopyroxénolite, de webstérite ou, exceptionnellement, d'orthopyroxénolite. La composition minéralogique, qualitativement la même pour ces divers matériaux, est la suivante : olivine (FO_{90}), enstatite (EN_{91}) à exsolutions de clinopyroxène et parfois grenat, diopside à exsolution d'orthopyroxène et grenat (Pyr_{69} , $Gros_{11}$, Alm_{19}) en grands clastes déformés, olivine et diopside secondaires en amas de cristaux à texture en pavés, spinelle brun très magnésien à inclusions d'olivine et de pyroxènes mais englobé par le grenat. Les coronites amphiboliques sont rares, la paragenèse tardive à serpentine, magnétite, bastite, talc, spinelle vert et calcite développée. La métapéridotite de l'Artige paraît avoir cristallisé initialement dans le faciès des Iherzolites à grenat et la mise en place du massif, antérieure au métamorphisme général parent des gneiss à sillimanite et orthose environnants, relèverait d'un processus d'écaillage tectonique du manteau supérieur.

δθ. **Amphibolites plagioclasiques à structure gabbroïque relique**. Ce sont des amphibolites de teinte verte à noire, massives ou d'orientation fruste, de grain plurimillimétrique à centimétrique. Elles présentent une structure résiduelle de gabbro avec leur matériel amphibolique étiré en amandes moulées par la matrice plagioclasique, ou l'inverse pour les roches les plus sombres. Elles comportent habituellement clinopyroxène, labrador en grands cristaux déformés et apatite comme minéraux magmatiques, et une paragenèse métamorphique à hornblende verte en grands individus pseudomorphiques ponctués de grains opaques ou en amas de cristaux polygonaux, andésine interstitielle et en nids polycristallins à texture en pavés, biotite subordonnée, sphène et ilménite, grenat accidentel. Leur composition chimique gabbroïque les apparente à une lignée calco-alcaline.

En dehors du grand *massif du Verdurier* dans l'Unité des gneiss plagioclasiques de la Briançonnais, large de plus de 1,5 km et qui déborde du territoire de la feuille, les gisements des métagabbros sont des lentilles allongées suivant la foliation régionale, d'épaisseur décimétrique à hectométrique pour une longueur ne dépassant qu'exceptionnellement le kilomètre (*massif de Percy* au Sud de Villefontaine). Leurs contacts avec l'environnement sont francs, quoiqu'ils

comportent habituellement une frange bordière à litage et/ou linéation accentuée. Ils sont peu nombreux, mais ils s'observent indifféremment dans l'Unité gneissique de la Briançonnaise (le Verdurier, Lajaumont), dans celle de Saint-Léonard-de-Noblat (château de Bueix, Bazanand, Percy) et dans l'Unité quartzofeldspathique de Moissannes—Vige (le Montfayon, Ecouveaux). Ils paraissent représenter des sills ou des laccolites de mises en place probablement synchrones antérieurement au métamorphisme.

δ^β. Amphibolites plagioclasiques à texture doléritique ou microlitique relique. Ce sont des roches très sombres, homogènes, massives ou un peu foliées mais de linéation minérale souvent marquée, de grain fin au plus millimétrique. Principalement présentes dans l'Unité gneissique de la Briançonnaise, connues seulement dans celle de Saint-Léonard-de-Noblat au voisinage de Roziers-Saint-Georges, elles y forment, en alternance avec les gneiss, des bancs d'épaisseur plurimétrique et d'extension horizontale plurikilométrique, isolés (Trentalaud, Lavaud, Peycuret...) ou groupés en faisceaux puissants de 200 à 300 m (Lachèze, Roziers-Saint-Georges...), ou parfois de petits massifs (Lajaumont), l'ensemble à épontes franches. Elles présentent localement une texture résiduelle doléritique, voire microlitique ou porphyrique, mais elles ne contiennent jamais de reliques minérales et elles possèdent une composition minéralogique banale : hornblende verte dont quelques grands cristaux à inclusions opaques miment parfois d'anciens pyroxènes, andésine ou labrador dont certains amas simulent des lattes magmatiques, ilménite, sphène, épidote parfois. Composition chimique assez constante de basalte tholéitique. Mode de gisement et caractères pétrographiques et géochimiques suggèrent que ces amphibolites correspondent, suivant les cas, à des coulées ou à des filons-couches basaltiques ou doléritiques.

δ^ε. Amphibolites plagioclasiques à reliques d'éclogite. Ces amphibolites massives, ou schisteuses et parfois litées, homogènes, de granulométrie généralement fine, sont souvent remarquables par leur structure variolitique : elles sont alors régulièrement ponctuées de nodules millimétriques sphériques à aplatis faits de plagioclase (andésine ou labrador), de grenat à auréole plagioclasique ou de grenat seul qu'enserme une matrice à hornblende verte, plagioclase, rutile, sphène et ilménite, biotite et parfois diopside et zoisite ; plagioclase et grenat d'une part, amphibole d'autre part, alternent dans le type lité. Il ne fait pas de doute qu'elles proviennent d'éclogites : ce type pétrographique, bien reconnaissable quoique modifié, y constitue en effet des accidents ponctuels, sous la forme de roches massives ou parfois grossièrement litées à rubanées, gris verdâtre et de grain très fin ou plus souvent sombres et de grain moyen. Les éclogites largement kelyphitisées contiennent du grenat enveloppé d'une coque plagioclasique ou de symplectites plagioclase—hornblende ou plagioclase—biotite, de très rares reliques d'omphacite au sein de symplectites plagioclase—diopside et des grains dispersés de quartz et de rutile dans une matrice de hornblende verte. Tous ces matériaux possèdent la même composition chimique de basalte tholéitique.

Sur le territoire de la feuille, les amphibolites à reliques d'éclogites se présentent quasi exclusivement en lentilles d'épaisseur décamétrique et de longueur demi-kilométrique au maximum rassemblées en deux essais dans l'Unité gneissique de Saint-Léonard-de-Noblat : l'essai du Rouveix à la pointe sud du granite d'Auriat qui comporte six massifs, dont les relations avec celui métagabbroïque de Percy sont inconnues, et celui du Chalard avec les lentilles de Pradeaux et Vergnes. En outre, des amphibolites analogues sont connues en pierres volantes en quatre points de l'Unité quartzofeldspathique de Moissannes—Vige : près de Rieux au Nord-Ouest, d'Écouveaux et Vernon au centre, du moulin de Vignon au Nord-Est.

δ_p . **Amphibolites à clinopyroxène.** Il s'agit de roches parfois massives, plus souvent à litage millimétrique ou rubanées, de grain assez fin et de teinte généralement claire, verdâtre. Elles sont à hornblende verte et andésine principalement, avec diopside, sphène et minéraux opaques habituellement concentrés en lits, épidote et calcite tardives. Aucune ne présente de structure ou texture magmatique relique, mais au contraire de fins rythmes granulométriques et minéralogiques simulant des figures sédimentaires. Leur composition chimique, variable, pourrait être celle de tufs pyroclastiques tholéïtiques enrichis en éléments calco-magnésiens ou alumineux.

Les amphibolites à pyroxène sont ici peu fréquentes et toujours situées dans le voisinage de metabasaltes. Elles forment seulement quelques bancs d'épaisseur décamétrique, à limites nettes, dans l'Unité gneissique de la Briançonnais (Lajaumont au Sud, la Roucolle au centre, Sireyjaud au Nord) et dans celle de Saint-Léonard-de-Noblat (Rozières-Saint-Georges) et sont connues en un seul point (au Nord-Est d'Écouveaux) dans l'Unité quartzo-feldspathique de Moissannes—Vige.

δ . **Amphibolites plagioclasiques banales.** Ce sont les amphibolites communes, massives ou litées, généralement sombres, à hornblende verte déterminant une linéation minérale et andésine essentiellement, parfois quartz, grenat, biotite, sphène, épidote, ilménite... Aucune structure magmatique ou sédimentaire relique n'y est évidente. Composition chimique assez constante de basalte tholéïtique.

Les amphibolites banales forment dans l'Unité gneissique de la Briançonnais essentiellement, dans celle de Saint-Léonard-de-Noblat et dans l'Unité quartzo-feldspathique de Moissannes—Vige très ponctuellement, des couches d'épaisseur décimétrique à métrique, exceptionnellement décamétrique, isolées ou groupées en faisceaux, continues parfois sur plusieurs kilomètres et rigoureusement concordantes à la foliation des gneiss et des leptynites encaissants avec lesquels elles présentent des contacts habituellement nets. Cette disposition, leur architecture interne et leurs caractères pétrochimiques suggèrent qu'il s'agissait à l'origine, suivant les cas, de coulées basiques, de tufs ou de dépôts pyroclastiques, voire de filons-couches pour les gisements les plus épais.

ROCHES ÉRUPTIVES

Les granites qui occupent près de la moitié du territoire de la feuille Saint-Léonard-de-Noblat se cantonnent pour l'essentiel dans sa partie orientale, où ils sont une fraction du vaste *Complexe granitique de Millevaches* que la grande fracture d'Argentat sépare à l'Ouest des schistes cristallins. Dans ces derniers s'observent toutefois deux grands massifs :

— le *massif d'Auriat* qui recoupe à l'emporte-pièce les assises de l'Unité quartzo-feldspathique de Moissannes—Vige et celle de l'Unité gneissique de Saint-Léonard-de-Noblat dans la région de conversion de leurs directions de l'Est vers le Sud ;

— le *massif du Theil—Péret*, apophyse orientale de celui d'Aureil développé à l'Ouest sur le territoire de la feuille Limoges ; il s'agit ici d'un feuillet inséré à la jointure des Unités gneissiques de la Briançonnais et de Saint-Léonard-de-Noblat.

Deux petits *massifs de diorite quartzique* s'inscrivent en outre dans les gneiss plagioclasiques et les gneiss à sillimanite et orthose du quart sud-ouest de la feuille.

Massifs intragneissiques

$\rho\gamma_b^{2M}$, γ_b^{2M} , γ^{2M} . **Leucogranite calco-alcalin du Theil—Péret (Aureil)**. Granite gris à biotite (γ_b^{2M}) ou deux micas (γ^{2M}), de grain millimétrique, parfois porphyroïde ($\rho\gamma_b^{2M}$), d'architecture équante en dehors des parties bordières du massif où les micas déterminent une linéation et surtout une schistosité conforme à la foliation des gneiss encaissants. La composition minéralogique comporte : quartz (27 %) interstitiel et en granules polycristallins, orthose (26 %) peu perthitique et de triclinicité nulle à très faible (dans les zones à muscovite), oligoclase acide (37 %) parfois antiperthitique, biotite ferreuse (9.6 %) et muscovite (0.4 %) *p.p.* secondaire ; xénocristaux accidentels de cordiérite et de sillimanite. Composition chimique de granite calco-alcalin monzonitique [1.4.'2.3].

Le leucogranite du Theil—Péret constitue principalement un gisement lenticulaire d'allongement méridien qui se rattache au Nord-Ouest à la faveur d'une brusque virgation au grand massif d'Aureil. Les divers faciès y dessinent une zonalité qui suggère une différenciation magmatique : le faciès subordonné à deux micas est cantonné à l'Ouest en une frange de largeur kilométrique, tandis que le faciès porphyroïde à biotite, qui correspond localement à de denses cumulats de mégacristaux feldspathiques pluricentimétriques, est localisé à l'Est. C'est aussi à l'Est que se développe, particulièrement, le faciès schisteux. La nature intrusive du granite est marquée par la fréquence des faciès de bordure aplitiques à microgranitiques, la présence locale de faciès d'injection lit-par-lit dans les gneiss schisteux à sillimanite et orthose, et l'abondance des enclaves amphiboliques et gneissiques. Tous ces caractères conduisent à admettre une mise en place en feuillet à la limite des Unités schisteuses de la Briançonnais au toit et de Saint-Léonard-de-Noblat au mur, à la faveur du jeu, ou du rejeu, de cette discontinuité lithologique. A ce feuillet granitique, actuellement et peut-être dès l'origine de faible pendage vers l'Ouest, se rattachent les stocks de la région de Roziers-Saint-Georges, témoins sans doute de son extension initiale vers l'Est.

$g_p\gamma_m^{2M}$, γ_m^{2M} . **Leucogranite calco-alcalin d'Auriat**. Sous son faciès principal ($g_p\gamma_m^{2M}$), granite blanc à rosé de grain plurimillimétrique, à mégacristaux pluricentimétriques parfois concentrés en cumulats, d'architecture équante ; le faciès subordonné (γ_m^{2M}) localisé dans le tiers oriental du massif est de grain plus fin (1 mm) et isogranulaire. Composition minéralogique du faciès principal : quartz (30 %) en globules centimétriques polycristallins, perthite (23 %) d'orthose faiblement triclinique et d'albite d'exsolution et de remplacement (les mégacristaux sont plus sodiques que les cristaux interstitiels et presque monocliniques), oligoclase (33 %) basique localement antiperthitique, biotite (8 %) et muscovite (9 %) *p.p.* secondaire. Le faciès isogranulaire est un peu plus riche en quartz, perthite et surtout muscovite (11 %). Composition chimique de granite alcalin potassique [1.4.1.3.].

Le leucogranite d'Auriat possède un faciès de bordure aplitique et des enclaves petites et rondes, riches en biotite et de texture microgrenue. Il tranche la foliation des termes qui l'encaissent et dont il ne perturbe pas l'architecture.

η^2 . **Diorite quartzique de Masléon**. Roche bleutée à grain moyen (2 à 5 mm), d'architecture équante à planaire fruste. Composition minéralogique : quartz (11 %) interstitiel, andésine (63 %) zonée d' An_{42} à An_{30} , biotite (20 %) ferreuse concentrée en petits amas, hornblende verte (5 %) tschermakitique, épidote, sphène et ilménite. Composition chimique de diorite [1.5.3.4.].

La diorite quartzique de Masléon forme principalement, dans l'Unité gneissique de la Briançonnaise, deux massifs d'extension kilométrique à contacts tranchés qu'épousent toutefois les assises encaissantes ; celui de Malibas à l'Ouest est une dépendance du massif de Saint-Paul-d'Eyjaux qui affleure sur le territoire voisin de la feuille Limoges. Dans chacun d'eux, la diorite quartzique n'est guère orientée qu'en bordure où sa foliation fruste créée par la disposition anisotrope de tous les minéraux s'accorde à celle de l'environnement. Les enclaves plates de gneiss et d'amphibolite, d'attitude également conforme, y sont fréquentes, spécialement dans les parties bordières où leur nature contrôle dans une certaine mesure les proportions de biotite et d'amphibole de la diorite quartzique. Le massif de Masléon est recoupé par le leucogranite du Theil-Péret et ses émissaires pegmatitiques ; son intrusion en feuillet concordant dans l'Unité de la Briançonnaise fut toutefois tardive car les gneiss qui y sont enclavés présentent des plis en chevrons postfoliaux.

Complexe granitique de Millevaches

Une faible part seulement du grand Complexe granitique de Millevaches, dont on sait qu'il s'étend sur près de 160 km du Nord au Sud et 40 km d'Est en Ouest, s'observe sur le territoire de la feuille Saint-Léonard-de-Noblat : moins d'un quarantième. La diversité pétrographique y est cependant grande avec, outre de nombreux types de leucogranites et de granites à biotite dont les relations sont difficiles à appréhender, de multiples panneaux de gneiss schisteux à sillimanite et orthose dont la disposition est confuse. On ne peut ainsi saisir, dans ce cadre étroit, l'architecture de l'édifice et la signification qu'on lui accorde généralement : vaste diapir granitique cerné par sa couverture schisteuse refoulée.

$\rho\gamma_m$. **Leucogranite porphyroïde à muscovite de la Varache.** Granite assez clair, de grain moyen à grossier, à mégacristaux feldspathiques pluricentimétriques et globules plurimillimétriques de quartz laiteux bleuté ; en certains lieux, grandes lames de muscovite pœcilitique. Ce matériel constamment broyé a été cartographié en un massif allongé dans la zone disloquée d'Argentat. Il pourrait s'agir du leucogranite potassique d'Eymoutiers dont le séparent à l'Est fractures et filons rhyolitiques, rendu méconnaissable par l'intense cataclase.

ρ, γ^{1K} . **Leucogranite potassique à deux micas du Mont.** Granite clair, de grain fin (1 mm) dont l'orientation planaire constante est due à l'arrangement parallèle des lames non jointives de biotite. Composition minéralogique : quartz (36 %) en globules demi-centimétriques parfois étirés, orthose (24 %) perthitique ovoïde à inclusions fréquentes de quartz, albite (29 %), biotite (6 %), muscovite (5 %) en grandes lames pœcilitiques inorientées et associées au quartz en symplectites, cordiérite pinitisée sporadique et sillimanite aciculaire incluse dans le quartz et l'orthose. Chimisme de granite alcalin potassique [1.(3)4.1.3.]. Le leucogranite du Mont ne s'observe que dans l'extrême Sud du territoire de la feuille, mais il est largement développé sur celui de la feuille Châteauneuf-la-Forêt : il paraît y passer progressivement en certains lieux au leucogranite d'Eymoutiers.

$\rho\gamma^{1K}$. **Leucogranite potassique à deux micas d'Eymoutiers.** Granite très clair de grain moyen (2 à 4 mm), à mégacristaux centimétriques (1 à 2 cm) aplatis d'orthose ; ces mégacristaux, disposés en zone ou parallèlement, confèrent à la roche une fluidalité Est-Ouest assez constante qu'accusent des enclaves gneissiques conformes et des schlieren micacées. Composition minéralogi-

que : quartz (31 %) en globules polycristallins plurimillimétriques, parfois étirés et à éléments suturés, orthose (27 %) en tablettes maclées Carlsbad, albite-oligoclase (24 %) fortement damouritisée, biotite (7 %) ferreuse souvent chloritisée, muscovite (11 %) en flammèches et grands cristaux pœcilitiques inorientés formés aux dépens de l'orthose et de la fibrolite. Des variantes du type sont déterminées par, et suivant les cas, une diminution de la granulométrie, une plus faible teneur en mégacristaux et une atténuation connexe de l'orientation, une moindre proportion de muscovite tandis que celles du quartz et de la biotite sont supérieures. Chimisme de granite alcalin potassique [I.(3)4.1.3.].

Largement développé sur le territoire de la feuille, le leucogranite d'Eymoutiers forme un massif aux limites compliquées et touche ainsi à plusieurs autres granites de diverses manières : il paraît passer progressivement au leucogranite calco-alcalin du Bordeleix, il présente des contacts tranchés avec le leucogranite à débris schisteux sur lequel sa fluidalité se moule et la granodiorite de Bussy—Chassat y est intrusive.

$\rho_l \gamma_m^1$. **Leucogranite alcalin à muscovite d'Augne.** Granite de teinte beige jaunâtre, de grain fin (1 à 2 mm), de structure planaire marquée par l'orientation parallèle de tous les minéraux qui sont fortement déformés : quartz en rubans, feldspaths en ocelles allongés, muscovite en amandes. Composition minéralogique : quartz (31 %) en amas polycristallins très aplatis à éléments dentelliformes, orthose (21 %) perthitique en cristaux ovoïdes, albite-oligoclase (30 %) damouritisé et à macles en peigne, muscovite (11 %) pœcilitique à losangique, bien réglée et flexueuse, biotite (3 %) chloritisée ; cordiérite nodulaire et fibrolite accidentelles. Chimisme de granite alcalin [I.'4.1.3] potassique. Le leucogranite d'Augne forme un seul massif cerné de toute part par celui du Bordeleix qu'il peut recouvrir ; leurs relations sont incertaines. Il présente une grande ressemblance avec le granite de Villemonteix qui affleure sur le territoire de la feuille Châteauneuf-la-Forêt au Sud ; ce granite forme de même un unique massif à limites tranchées quel que soit son encaissant et il semble susjacent au granite d'Eymoutiers.

$\rho_l \rho \gamma^2$. **Leucogranite calco-alcalin à biotite et sillimanite du Bordeleix.** Granite très clair, de grain moyen à grossier (2 à 8 mm), dont l'orientation planaire est déterminée par de fines cloisons discontinues de biotite et de sillimanite et accusée par l'arrangement parallèle de cristaux feldspathiques d'assez grande taille. Composition minéralogique : quartz (33 %) en amandes millimétriques mono- ou polycristallines, perthite (28 %) d'orthose et d'albite exsolvée interstitielle et en cristaux subautomorphes maclés Carlsbad, oligoclase (30 %) myrmékitique et partiellement damouritisé, biotite alumineuse (7 %) associée à la fibrolite, muscovite (2 %) secondaire ; grenat et cordiérite disséminés accidentels. Figures de déformation fréquentes. Chimisme de granite calco-alcalin [I.4.'2.3.] monzonitique.

Le leucogranite du Bordeleix, riche en septa schisteux qui soulignent son orientation, forme un vaste massif aux contours lobés ; il touche ainsi à de nombreux autres granites avec des relations que la rareté des affleurements ne permet guère de déterminer sûrement. Si on peut admettre qu'il passe progressivement au leucogranite d'Eymoutiers et que le granite du Mas de Sazy y est intrusif, la nature de ses contacts avec le granite porphyrique de Millevaches et les leucogranites d'Augne, de Beaumont et à débris schisteux, demeure incertaine. Il n'est pas sans rappeler le leucogranite orienté de Treignac qui affleure sur le territoire de la feuille Châteauneuf-la-Forêt.

$M \gamma_B^2 M$. **Leucogranite monzonitique à deux micas, sillimanite et débris schisteux.** Granite hétérogène comportant une matrice claire, de grain moyen

(2 à 3 mm) et régulier, inorientée, et des débris schisteux centimétriques à métriques en proportion variable. Composition minéralogique de la matrice : quartz (37%) en amas polycristallins englobant cordiérite et sillimanite, perthite (19 %) d'orthose et d'albite exsolvée très abondante, oligoclase acide zoné (29 %), biotite (9 %) alumineuse, muscovite (5 %) primaire et surtout pœcilitique ou en symplectites avec le quartz, fibrolite incluse dans tous les minéraux. Les débris schisteux sont constitués presque exclusivement de sillimanite (35 %) fibrolitique et prismatique dessinant des plis serrés à charnière polygonale, de biotite (30 %) alumineuse à inclusions de sillimanite et de muscovite (25 %) développée aux dépens du silicate d'alumine, avec un peu de quartz ; la cordiérite en cristaux automorphes peut leur former une auréole. La composition chimique de la matrice est celle d'un granite sub-alkalin monzonitique [I'.5'.1(2).3.], tandis que le chimisme global peut être celui d'un granite alcalin potassique, riche en aluminium, fer et magnésium mais pauvre en sodium et calcium [I(II).4.1.3.].

Le leucogranite à débris schisteux, qui affleure épisodiquement dans la partie sud de la feuille, est enveloppé par le leucogranite orienté d'Eymoutiers et celui du Mont y est intrusif ; ses relations avec les leucogranites du Bordeleix et de Beaumont, auxquels il touche très peu, sont inconnues.

γ_{m}^{2M} . **Leucogranite monzonitique à deux micas de Beaumont.** Granite de teinte bleutée à rosée, de grain moyen (2 à 4 mm) et d'architecture équante hors un léger « fil » local déterminé par la biotite. Composition minéralogique : quartz (30 %) en granules millimétriques, orthose (23 %), xénomorphe et peu perthitique mais riche en inclusions, albite-oligoclase (31 %) partiellement damouritisée et parfois antiperthitique, biotite (7 %) *p.p.* chloritisée et dont une fraction est toujours en grands cristaux, muscovite (9 %) primaire et surtout en larges lames pœcilitiques associées à l'orthose et à la fibrolite résiduelle et en symplectites avec le quartz. Chimisme de granite alcalin potassique [I'.4.1.3.]. Un faciès local est de grain grossier et de forte hétérogranularité.

Le leucogranite de Beaumont forme, près de la limite orientale de la feuille, plusieurs petits massifs intrusifs dans le granite porphyroïde de Millevaches, dont il possède des enclaves, et dans le leucogranite du Bordeleix ; ses relations avec le granite monzonitique de Boucheferol sont ambiguës, et la nature de ses contacts avec les leucogranites du Mont et à débris schisteux est inconnue. Bon nombre de ses caractères sont analogues à ceux du leucogranite de Plainartige qui affleure très largement sur le territoire de la feuille Châteauneuf-la-Forêt.

$\gamma_{c, g}^{2M}$. **Leucogranite monzonitique à cordiérite et grenat de Peyrat-le-Château.** Granite blanc à rose clair, de grain moyen à gros et localement pegmatitique, de structure équante ou foliée fruste ; la foliation, de direction N.NW, est créée par l'allongement et l'alignement de nodules pluricentimétriques de cordiérite et de gros cristaux de grenat. Composition minéralogique moyenne : quartz (30 %) en cristaux granuleux plurimillimétriques, perthite (30 %) xénomorphe d'orthose de triclinisme faible à nul et d'albite exsolvée ou de remplacement assez abondante, oligoclase (29 %) riche en myrmékite, biotite (1 %) dispersée et en cloisons discontinues, muscovite (4 %) secondaire, cordiérite (3 %) associée en nodules avec le quartz et la sillimanite, sillimanite (1 %) prismatique et fibrolitique en paquets fusiformes plissés, grenat (2 %) en cristaux globuleux pœcilitiques. Composition chimique de granite alcalin potassique riche en silice [I'.4.1'.3.].

Le leucogranite à cordiérite et grenat de Peyrat-le-Château ne constitue, sur le territoire de la feuille, que des masses d'extension restreinte, plurimétrique à

hectométrique, dans le granite porphyroïde de Millevaches avec lequel il présente des relations ambiguës : ces masses, de limites assez franches, ont un allongement et une éventuelle foliation interne conformes à la structure planaire du granite porphyroïde. Il s'observe exceptionnellement dans le leucogranite du Bordeleix auquel il passe en toute continuité, tandis que le leucogranite de Beaumont le recoupe.

γ^{3M} . **Granite monzonitique à biotite de Bouchefarol.** Granite gris bleuté de grain moyen (2 à 3 mm) avec quelques rares mégacristaux pluricentimétriques, d'architecture équante ou parfois orientée de par l'arrangement planaire des biotite et comas micacés ; une variante plus claire est riche en muscovite pœcilitique et comporte cordiérite nodulaire et fibrolite associées en nids. Composition minéralogique : quartz (24 %) en granules millimétriques polycristallins, orthose (30 %) xénomorphe et en mégacristaux perthitiques, oligoclase acide (30 %) partiellement damouritisé et myrmékitique, biotite (11 %) en cristaux de deux tailles (2 à 3 et 5 à 10 mm), muscovite (3 %) principalement secondaire en symplectites avec le quartz et en lames pœcilitiques à cœur de fibrolite ; la biotite peut former des amas centimétriques et de fines cloisons avec la cordiérite et la fibrolite *p.p.* muscovitisées. Chimisme de granite calco-alcalin monzonitique [I(II).4.'2.3.].

Le granite de Bouchefarol est connu seulement dans l'angle sud-est de la feuille. Il y présente des relations ambiguës avec le leucogranite de Beaumont et un contact tranché avec celui du Mont. Il se poursuit au Sud par le granite de Legaud (feuille Châteauneuf-la-Forêt).

$p, p\gamma^{3M}$. **Granite monzonitique porphyroïde de Millevaches.** Granite gris à gros grain (5-10 mm), riche en mégacristaux feldspathiques pluricentimétriques et biotite pour le faciès commun ; structure planaire très constante créée par la disposition parallèle des mégacristaux et des micas, accusée localement par un litage grossier ou un rubanement (faciès embréchitique). Composition minéralogique : quartz (29 %) en granules parfois centimétriques mono- ou polycristallins, orthose (30 %) de triclinité faible et peu perthitique, oligoclase (29 %) un peu myrmékitique et damouritisé, biotite (10 %) magnésienne, muscovite (2 %) principalement secondaire ; un faciès plus sombre est enrichi en biotite (17 %) et oligoclase (35 %) mais appauvri en mégacristaux feldspathiques ; des constituants accidentels sont la fibrolite en paquets inclus dans le plagioclase, le grenat partiellement remplacé par la biotite et la cordiérite qui le chemise ou est dispersée en cristaux prismatiques. Composition chimique de granite calco-alcalin monzonitique [I'.4.'2.3.].

Le granite porphyroïde de Millevaches, qui forme l'ossature du complexe, est cantonné ici dans l'angle nord-est de la feuille ; sa structure planaire y est surtout subméridienne et verticale. Le faciès embréchitique parfois oëillé demeure très subordonné, tandis que le faciès commun présente çà et là des enclaves décimétriques ovoïdes d'un gneiss riche en biotite et des bouffées métriques quartzo-feldspathiques, pegmatoïdes, frangées de grenat et de cordiérite. Le leucogranite de Beaumont et le granite du Mas de Sazy forment à son intérieur quelques stocks intrusifs ; ses relations avec les leucogranites du Bordeleix et de Peyrat-le-Château demeurent par contre incertaines.

γ^{3M} . **Granite monzonitique à biotite du Mas de Sazy.** Granite gris à débit parallélipédique, de grain assez fin (1 à 2 mm) et d'architecture équante, à feldspaths automorphes trapus. Composition minéralogique : quartz (22 %) interstitiel et en granules inframillimétriques, orthose (26 %) maclée Carlsbad, oligoclase (34 %) zoné et auréolé de myrmékite, biotite (15 %), muscovite (2 %) secondaire. Chimisme de granite calco-alcalin monzonitique [I(II).4.2'.3.].

Le granite du Mas de Sazy constitue, dans le leucogranite du Bordeleix et le granite porphyroïde de Millevaches, quelques massifs arrondis hectométriques à limites nettes où le faciès banal est cerné par une frange discontinue parfois décamétrique de grain très fin ; ce *faciès figé* se distingue aussi par sa richesse en biotite (19 %), la plus grande basicité de l'oligoclase et la présence de nodules plurimillimétriques quartzo-feldspathiques. Granite du Mas de Sazy et granite de Magnaval, ce dernier sur le territoire de la feuille Châteauneuf-la-Forêt, sont identiques.

γ⁴. Granodiorite de Bussy—Chassat. Granite bleuté sombre à grain moyen (1 à 4 mm), mais biotite parfois centimétrique, d'architecture équante. Composition minéralogique : quartz (20 %) en granules millimétriques, orthose (15 %), oligoclase basique (39 %) zoné, à cœur damouritisé, biotite (24 %) de deux tailles, hornblende verte accidentelle concentrée en nids ; tous les minéraux sont déformés. Composition chimique de granite calco-alkalin monzonitique [II.4.2(3).3'].

La granodiorite de Bussy—Chassat forme principalement un petit massif intrusif dans le leucogranite d'Eymoutiers ; le faciès commun y est frangé localement par une bordure *figée* de grain très fin, surmicacée et discrètement orientée. Quelques masses hectométriques à grain fin sont disséminées dans le leucogranite du Bordeleix.

Roches éruptives en petits corps, filons et enclaves

μ^{γ²⁻³}. Microgranite calco-alkalin à biotite. Des microgranites forment de nombreux filons d'épaisseur habituellement métrique (jusqu'à 4 à 5 m) et de longueur hectométrique à kilométrique dans le Complexe granitique de Millevaches ; la plupart sont dispersés dans sa partie orientale, et présentent une direction N 150° à 170 °E ; ils ne sont jamais broyés, même si leurs encaissants le sont. Quelques filons plus importants et subméridiens marquent le bord ouest du massif granitique du Theil—Péret. Un essaim dense de même direction s'observe également dans l'Unité gneissique de Saint-Léonard-de-Noblat, au Nord de Masléon. Il s'agit le plus souvent dans tous les cas de roches gris clair porphyriques, à phénocristaux demi-centimétriques de quartz globulaire ou bipyramidé, d'oligo-andésine zonée et de biotite enserrés dans une mésostase riche en orthose et micropegmatites. Leur composition chimique, uniforme, est celle d'un granite calco-alkalin.

ρ. Rhyolite calco-alkaline à biotite. Roche massive, rose, aphyrique ou présentant de nombreux phénocristaux presque centimétriques de quartz et d'orthose et des lamelles inframillimétriques de biotite. Chimisme calco-alkalin. Les filons, d'épaisseur métrique à pluridécamétrique (filon de rhyolite prismée de Bussy-Varache), verticaux et d'orientation subméridienne, sont cantonnés pour la plupart dans la zone d'influence de la dislocation d'Argentat, principalement à l'intérieur du Complexe de Millevaches ; certains sont broyés. Des essaims de filons de direction nord-ouest ou nord-est s'observent entre ce Complexe et le granite d'Auriat et dans ce dernier.

ν. Lamprophyres à biotite et/ou amphibole. On ne les rencontre guère que dans le Complexe granitique de Millevaches, ils y forment des filons verticaux et d'épaisseur métrique au maximum, de direction conforme à celle des filons microgranitiques, difficiles à suivre car toujours altérés.

Q. Quartz. Des quartz filoniens affleurent en divers points du territoire de la feuille, spécialement dans la partie orientale. Dans le Complexe granitique de Millevaches et son voisinage, des filons parfois puissants de quartz massif ou bréchoïde à épontes peu nettes soulignent les principales directions structurales, nord-ouest à N.NW et méridienne, de la zone broyée d'Argentat ; le filon du mont Larron en est un exemple. De nombreux filons plus modestes de quartz laiteux, d'épaisseur décimétrique à plurimétrique et de longueur au plus kilométrique, recoupent les formations métamorphiques et les massifs granitiques qui s'y insèrent ; leurs directions N 50° E, N 20° E, méridienne et pour quelques-uns N 130° E sont celles des principaux accidents cassants de la région qu'ils soulignent parfois.

TERRAINS SÉDIMENTAIRES

Fz-C. Alluvions et colluvions récentes. Sur les plateaux les formations cristallines et cristallophylliennes sont plus ou moins altérées en arènes sableuses, argileuses ou caillouteuses alimentant les colluvions des fonds de vallons secs. Ces colluvions fournissent en grande partie les composants des alluvions récentes qui occupent les élargissements des vallées ou remplissant çà et là des étangs colmatés.

REMARQUES PÉTROLOGIQUES ET STRUCTURALES

DONNÉES STRATIGRAPHIQUES

Trois unités métasédimentaires d'importances inégales se reconnaissent d'Ouest en Est sur le territoire de la feuille :

- l'Unité des gneiss plagioclasiques de la Briançonnais constituée principalement par des métagrauwackes riches en intercalations basiques qui correspondent à d'anciennes volcanites tholéïtiques ;
- l'Unité des gneiss à orthose de Saint-Léonard-de-Noblat faite pour l'essentiel de métapélites argilo-quartzzeuses, anciens *shales* ou grès *s.l.* suivant les niveaux ;
- l'Unité micaschisteuse de la Veytissois, partie de celle de Saint-Gilles-les-Forêts développée sur le territoire de la feuille Châteauneuf-la-Forêt, correspondant elle aussi à des métapélites et où les produits d'origine volcanique sont, de la même manière, typiquement absents.

• **La lithostratigraphie de l'Unité gneissique de la Briançonnais** n'apparaît que partiellement à la faveur de sa structure simple en synforme du fait de son extension relativement réduite. Sur le territoire voisin de la feuille Châteauneuf-la-Forêt, grâce à la présence d'horizons repères pétrographiquement bien typés, il a été possible de reconnaître de bas en haut :

- un complexe gneisso-leptynique à 2 micas représentant un ensemble originel détritico-arkosique ou à tendance grauwackeuse, à intercalations volcaniques acides et basiques ;

- un groupe de gneiss plagioclasiques à niveaux leptyniques et surtout amphibolitiques, ancien ensemble principalement grauwackeux coupé d'épanchements tholéïtiques ;
- un complexe gneisso-leptyno-amphibolique, reflet d'une association volcanique bimodale mêlée à des sédiments grauwackeux ;
- un groupe sommital de gneiss plagioclasiques à intercalations basiques, à l'origine mélange de grauwackes et de produits tholéïtiques intrusifs, effusifs ou tufacés.

Seuls s'observent ici, avec les mêmes caractères et dans les mêmes positions relatives, une fraction au moins du groupe inférieur des gneiss plagioclasiques, le complexe gneisso-leptyno-amphibolique dissocié toutefois en plusieurs éléments et le groupe gneissique sommital. On retrouve ainsi les traits fondamentaux de l'Unité de la Briançonnais : puissante série sédimentaire à l'origine, principalement grauwackeuse et dont le dépôt a été coupé par de très nombreux épisodes volcaniques principalement tholéïtiques mais aussi, aux deux tiers supérieurs, de chimisme acide. La fréquence des niveaux graphiteux et ferrugineux et la présence accidentelle au Sud de carbonates suggèrent un milieu de dépôt peu profond, dans une zone instable de distension crustale correspondant peut-être à un bassin marginal. C'est dans cette série sédimentaire que se sont mis en place, très localement et probablement en laccolites, des gabbros d'affinité calco-alkaline (massif du Verdurier).

• **L'Unité gneissique de Saint-Léonard-de-Noblat** s'oppose à la précédente sur de nombreux plans ; par sa nature originelle d'abord : il s'agissait à l'origine d'un matériel sédimentaire de bien plus forte maturité, où *shales* et pélites argilo-quartzeuses dominaient largement sur les matériaux à tendance grauwackeuse ; par son homogénéité ensuite : aucune évolution du matériel ne peut y être vraiment définie sur le millier (?) de mètres de son épaisseur accessible, non plus que sur les 15 km d'extensions latérale et longitudinale sur le territoire de la feuille ; enfin par la quasi-inexistence des produits d'origine volcanique ; seules quelques rares amphibolites y ont été reconnues, en gisements exigus et à texture résiduelle plutonique, en dehors de deux « accidents » régionaux : le Complexe leptyno-amphibolique du Chalard d'origine principalement tufacée et celui purement basique tholéïtique, mi-lavique et mi-tufacée, de Rosiers-St-Georges. L'Unité de Saint-Léonard-de-Noblat se présente donc plutôt comme une ancienne série sédimentaire de plate-forme, déposée dans une zone stable.

• **De l'Unité micaschisteuse de la Veytissou**, peu de choses peuvent être dites du fait de son exigüité : ses matériaux étaient à l'origine des pélites argilo-quartzeuses de fort indice de maturité avec, comme extrêmes, des *shales* illitiques et des grès un peu feldspathiques. Rappelons que, au Sud, on a pu définir l'Unité de Saint-Gilles-les-Forêts à laquelle elle se rapporte comme résultant d'une sédimentation rythmique sur une plate-forme instable de matériaux terrigènes arrangés en séquences allant des grès aux *shales* et se terminant parfois par des niveaux carbonés.

• **Les relations et les âges respectifs** des trois unités métasédimentaires sont encore fort obscurs.

Sur le territoire de la feuille, l'Unité gneissique de la Briançonnais n'est nulle part en contact normal avec celle de Saint-Léonard-de-Noblat : des fractures les séparent, et surtout le feuillet granitique du Theil—Péret. Cela suggère une discontinuité tectonique entre les deux qui aurait contrôlé la mise en place du granite. Plus au Sud toutefois (feuille Châteauneuf-la-Forêt), le contact entre les

deux Unités est normal quoique très net car l'Unité de la Briançe, complète, débute par d'anciens matériaux détritiques grossiers : il n'est donc pas exclu qu'il y ait eu entre elles, à l'origine, une discordance stratigraphique, hypothèse corroborée aussi par leur dissemblance lithologique. La concordance des foliations de l'une à l'autre et la progressivité des transformations témoignent cependant qu'elles ont subi le même processus métamorphique. Aucun argument décisif ne permet par ailleurs d'affirmer, ni de rejeter, le caractère polymétamorphique de l'Unité de Saint-Léonard-de-Noblat : la Série grauwackeuse de la Briançe a pu tout aussi bien se déposer sur un substratum encore sédimentaire, ou déjà cristallin et ultérieurement restructuré. Une dernière possibilité pourrait être envisagée : l'allochtonie du matériel parent d'une des deux Unités par rapport à l'autre ; leur limite correspondrait alors à une discontinuité tectonique antérieure au métamorphisme général auquel elles doivent conjointement leurs caractères essentiels, voire contemporaine de ce métamorphisme. Cette interprétation rendrait bien compte de la dissemblance lithologique, mais elles s'accorde mal avec la régularité de l'horizon basal de l'Unité de la Briançe et son caractère détritique grossier originel, là où les deux Unités sont en contact normal.

L'Unité micaschisteuse de la Veytisu est limitée de toutes parts par des fractures. Signalons toutefois que, au Sud, elle est en continuité, semble-t-il, avec un ensemble gneissique complexe où l'on reconnaît des *metashales* à sillimanite et orthose rétrotransformés dans la zone de la muscovite. Une hypothèse raisonnable est ainsi, par extrapolation, que l'Unité gneissique de Saint-Léonard-de-Noblat et l'Unité micaschisteuse de la Veytisu sont deux éléments d'un même domaine métasédimentaire.

Au plan de la *chronostratigraphie*, les informations dont on dispose dans le cadre de la feuille sont quasi nulles : aucune donnée paléontologique ne peut être fournie par les schistes cristallins mésozonaux et catazonaux et l'étude radiométrique des gneiss à sillimanite et orthose de la région de Saint-Léonard-de-Noblat (J.-L. Duthou, 1977) n'a pas livré d'isochrone. Cette dernière étude permet cependant de retenir avec vraisemblance comme intervalle de sédimentation des matériaux originels de l'Unité de Saint-Léonard-de-Noblat l'intervalle 600 M.A.—460 M.A. c'est-à-dire un âge au plus briovérien supérieur.

• **La signification exacte** des trois Unités quartzo-feldspathiques, certainement méta-éruptives en partie, de Reilhac—Châteauneuf-la-Forêt, le Martineix—mont Larron et Moissannes—Vige n'est pas encore claire : ou bien en effet elles sont faites en totalité de métagranites diversement transformés, abstraction faite évidemment des niveaux métapélitiques qu'elles renferment, et elles peuvent alors représenter d'anciens plutons intrusifs dans des sédiments ultérieurement gneissifiés avec eux ; ou bien elles comportent des produits métavolcaniques et surtout des matériaux d'origine sédimentaire, arkosiques, représentant ou non le manteau d'altération et les produits de démantèlement des granites ; dans ce cas, ces derniers ont soit servi de socle à la série sédimentaire susjacente, soit fait, curieusement, intrusion dans les termes détritiques les plus grossiers de cette série. Les données chimiques ne permettent pas de trancher quant à la nature originelle d'une bonne part des matériaux quartzo-feldspathiques : sur les diagrammes discriminants classiques ($Al/3-K / / Al/3-Na$ et $Si/3 - (K + Na + 2/3 Ca) / / Al - (K + Na + 2 Ca)$, in de La Roche *et alii*, 1974), ces matériaux se situent nettement en dehors du domaine des granites, quoique leur champ s'y enracine, et leur enrichissement relatif en silice et/ou alumine suggère une faible altération pédologique ou une désagrégation en arkose *in situ* du protolithe igné. Une dernière possibilité existe enfin : l'allochtonie du matériel parent de ces unités, ou de celui de leur environne-

ment, leurs limites ayant alors valeur de discontinuité tectonique anté- ou synmétamorphique.

Les matériaux quartzo-feldspathiques de la région de Reilhac au Sud, séparés des gneiss à sillimanite et orthose par des fractures, constituent l'extrémité nord de la grande *Unité de Châteauneuf-la-Forêt*. On a proposé pour cette dernière l'hypothèse d'un ancien pluton dans son cadre d'intrusion, eu égard à l'origine indiscutablement granitique de la plupart de ses termes internes et aux caractères de son passage à l'Unité métasédimentaire encaissante. C'est cette seule zone de passage ménagé par alternance des termes de chaque Unité qui s'observe sur le territoire de la feuille, d'ailleurs totalement isolée de son contexte par des fractures.

L'*Unité du Martineix—mont Larron*, insérée à la jointure du Complexe de Millevaches et de l'Unité métasédimentaire de Saint-Léonard-de-Noblat, présente avec cette dernière des relations normales. Le passage de l'une à l'autre est de la même manière rapide mais ménagé par récurrences multiples, reflets possibles d'écaillages tectoniques aussi bien que d'alternances sédimentaires, voire même d'injections filoniennes originelles : les données dont on dispose ne permettent pas actuellement de trancher et le lieu de mise en place du pluton parent de l'Unité demeure hypothétique. Son moment l'est moins : un âge isotopique de 483 (*) M.A., avec un strontium initial toutefois élevé (0,730), a été obtenu sur la leptynite granitoïde du Martineix (J.-L. Duthou, 1977) dont on doit rappeler la grande homogénéité en dehors des bordures du massif.

Dans l'*Unité de Moissannes—Vige*, les éléments d'un ancien pluton de leucogranite calco-alcalin porphyroïde se mêlent à des ortholeptynites massives qui pourraient représenter un faciès isogranulaire un peu plus siliceux ; l'ensemble est assez comparable aux métagranites œillés et isogranulaires du Thaurion situés à peu de distance au Nord dans la même Unité, sur le territoire de la feuille Bourgneuf, et qui ont fourni respectivement des âges radiométriques (J.-L. Duthou, 1977) de 532 et 521 M.A. (strontium initial de 0,703 à 0,706), interprétés comme étant ceux de la mise en place. A ces métaplutonites qui affleurent en massifs généralement allongés suivant la direction de la foliation régionale sont associés étroitement des matériaux hétérogènes et stratifiés. Certains sont sûrement métasédimentaires : gneiss très micacés, gneiss à silicates calciques, gneiss leptyniques hétérogènes à composition arkosique franche ; mais d'autres sont peut-être d'origine volcanique ou hypovolcanique, telles les leptynites à biotite ferreuse et hornblende fort analogues aux roches à lépidomélane et hastingsite décrites également au Nord et qui ont livré un âge radiométrique de 462 M.A. avec un strontium initial de 0,707 (*op. cit.*). Tous ces matériaux peuvent constituer des horizons importants ou se mêler en alternances multiples, et quelques massifs métagabbroïques et couches amphiboliques d'origine indéterminée ajoutent encore à la diversité de l'ensemble. Au Sud, l'Unité quartzo-feldspathique est bordée par un horizon assez continu de métagrauwackes qui appartiennent à l'Unité métasédimentaire de Saint-Léonard-de-Noblat ; limite lithologique et foliations de part et d'autre sont conformes.

(*) Les âges isotopiques, obtenus par la méthode Rb/Sr, qui sont donnés ici sont des âges d'isochrone de roche totale calculés avec la constante de $1,42 \cdot 10^{-11} \text{ an}^{-1}$ (1977) et non la constante retenue antérieurement de $1,47 \cdot 10^{-11} \text{ an}^{-1}$ (« vieillissement » de 3,5 %). Ils peuvent différer ainsi de ceux présentés dans la thèse de J.-L. Duthou (1977) citée en référence.

En conclusion, l'Unité de Moissannes—Vige apparaît d'une grande complexité puisqu'y voisinent, semble-t-il, d'anciens granites cambriens, d'autres matériaux d'origine ignée plus jeunes de 50 M.A. et des métasédiments arkosiens. Elle est aussi bien individualisée quoique l'Unité métasédimentaire qui la côtoie la touche par des termes assez grossiers.

Les données résumées ci-dessus permettent d'imaginer deux schémas principaux d'évolution fondés sur l'hypothèse peut-être la moins discutable d'une mise en place du pluton du Martineix—mont Larron à l'Ordovicien inférieur (483 M.A.) dans les matériaux parentaux de l'Unité de Saint-Léonard-de-Noblat. Un premier schéma postule l'intrusion au Cambrien moyen (530-520 M.A.), dans ces mêmes matériaux dont on sait que leur sédimentation peut remonter au Briovérien supérieur (600 M.A.), des leucogranites calco-alcalins de l'Unité de Moissannes—Vige. Les métamagmatites de cette Unité mises en place à l'Ordovicien moyen (462 M.A.) pourraient alors être d'anciennes volcanites ; mêlées aux produits de démantèlement des leucogranites que seraient les métasédiments arkosiens, elles participeraient ainsi à une couverture discordante, non seulement sur les granites cambriens, mais aussi sur leur cadre de mise en place qui représenterait un cycle sédimentaire antérieur. On peut alors, dans cette optique, rattacher au cycle second les matériaux parentaux de l'Unité des gneiss plagioclasiques de la Briançonnais, interprétation cohérente avec ce qui a été dit plus haut des relations possibles de cette unité et de celle de Saint-Léonard-de-Noblat.

Le second schéma suppose la continuité de sédimentation des arkoses de l'Unité de Moissannes—Vige aux *shales* de celle de Saint-Léonard-de-Noblat. Les granites cambriens auraient alors valeur de socle vis-à-vis d'une couverture d'abord détritique grossière, puis pélitique, d'âge au plus ordovicien inférieur, et les magmatites mises en place à l'Ordovicien moyen correspondraient à un pluton plus récent. On peut rappeler que, sur le territoire de la feuille Châteauneuf-la-Forêt au Sud, le massif orthogneissique de Meuzac de l'Unité quartzofeldspathique de Masseret serait un ancien pluton d'âge ordovicien moyen (464 M.A.) également (J.-L. Duthou, 1977).

D'autres schémas sont évidemment possibles : les précédents supposent en effet l'autochtonie relative des diverses Unités, qui reste à démontrer (mais plus encore l'allochtonie). Les informations sûres sont encore trop fragmentaires et leur interprétation fondée sur trop d'hypothèses pour permettre de choisir ici définitivement entre les diverses possibilités.

DONNÉES MÉTAMORPHIQUES

Les schistes cristallins de la feuille Saint-Léonard-de-Noblat ont pour origine la recristallisation et la structuration synchrone des Unités sédimentaires et éruptives définies précédemment par des processus métamorphiques d'intensité mésozonale à catazonale et de type *barrovien* : les silicates d'alumine y sont en effet, outre la sillimanite très abondante, le disthène d'ailleurs rare et, très localement, la staurotide.

Les *gneiss plagioclasiques* de l'Unité de la Briançonnais présentent une paragenèse à quartz, plagioclase, biotite et muscovite synchrone de la foliation principale définie par les feuilletés micacés et un litage tectonique ; des charnières épaissies ou effilées de plis isoclinaux très aplatis soulignent cette foliation. A cette para-

genèse s'associent fréquemment l'almandin de cristallisation très étalée dans le temps et la fibrolite strictement synfoliale. Le disthène est disséminé sous la forme de minuscules prismes blindés dans l'oligoclase et il apparaît, ainsi qu'une fraction du grenat, comme une phase précoce. Contemporaine de plis P_2 en chevrons dissymétriques serrés, voire subisoclinaux, qui reprennent la foliation principale, une seconde génération cristalline comporte biotite et muscovite en arcs polygonaux et dans le plan axial des charnières, quartz en grains allongés suivant leur axe, peut-être sillimanite ; l'oligoclase et le grenat paraissent avoir alors poursuivi leur croissance. La foliation 2 créée par les micas seconds demeure discrète car à peu près parallèle à la foliation principale. Une muscovitisation rétomorphique, exprimée par de grandes lames inorientées de mica blanc « nourries » par la sillimanite, a clos la cristallogénèse avant une ultime déformation ; celle-ci s'est exprimée par des plis P_3 en chevrons, des *kinks* et des ondulations qui affectent la totalité des structures et des minéraux. Une schistosité de pli-fracture est née localement lors de cette dernière phase, en même temps qu'une transformation partielle en chlorite et séricite affectait biotite, grenat et plagioclase. En résumé, les gneiss de la Briançonnais doivent leurs caractères actuels à un *métamorphisme barrovien biphasé* du matériel grauwackeux originel. Ce métamorphisme s'est d'abord exercé dans les conditions de la *zone à muscovite avec disthène précoce puis sillimanite* (phase φ 1), alors que se mettait en place la foliation principale créée par une déformation intime P_1 de style isoclinal, puis dans celle de la *zone à sillimanite—muscovite* (phase φ 2) parallèlement à un nouveau plissement P_2 en chevrons dissymétriques. Une rétomorphose discrète est, pour finir, intervenue, précédant puis accompagnant une dernière déformation froide P_3 génératrice de structures variées et de cataclase minérale.

L'étude des *formations amphiboliques et amphibolo-pyroxéniques* associées aux gneiss plagioclasiques n'apporte aucun élément complémentaire ou contradictoire : leur assemblage fondamental comporte hornblende, plagioclase et quartz, et la présence de biotite, grenat ou pyroxène est contrôlée seulement par le chimisme du matériel. Les trois phases de structuration microscopique y sont reconnaissables, la deuxième tout spécialement dans la partie axiale de la synforme de la Briançonnais : l'intense linéation minérale du matériel traduit là la stricte orientation des prismes d'amphibole, recristallisés et néoformés, parallèlement à la direction axiale des microplis P_2 , et la prépondérance de la phase de cristallogénèse qui leur est contemporaine dans les zones les plus déformées.

Les *gneiss bien réglés* de l'Unité de Saint-Léonard-de-Noblat présentent une paragenèse synfoliale à biotite, sillimanite et orthose, typiquement catazonale et contemporaine d'une déformation isoclinale visualisée par la structure plissée d'amas fibrolitiques ; cette paragenèse a succédé à une association à disthène, avec grenat, dont témoignent les reliques blindées dans certains cristaux de plagioclase, et de caractère sans doute mésozonal car le contact disthène—orthose ne s'observe *jamais*. La paragenèse catazonale est engagée dans des plis en chevrons serrés à charnières polygonales et plans axiaux faiblement obliques sur la foliation principale ; certains mobilisats à cordiérite recoupent ces plis, tandis que d'autres y sont pris : la deuxième phase visible de déformation, P_2 , a donc été, ici aussi, synchrone d'un accroissement du rôle relatif de la température. Une rétomorphose discrète a accompagné plissements et fracturations tardifs. Tous ces caractères sont cohérents avec une histoire barrovienne analogue à celle des gneiss plagioclasiques quant à son déroulement. Seule demeure en question la nature du matériel soumis au métamorphisme barrovien : s'agissait-il d'un matériel sédimentaire, ou était-il déjà métamorphique ? La structure très particulière des gneiss à orthose, qui suggère tout à la fois une transposition de foliation et une blastomylonitisation (« clastes » mica-

cés, quartz en plaquettes...), et l'habitus prismatique de la sillimanite précoce qui peut traduire une nucléation difficile en milieu pauvre en eau sont en faveur de la seconde hypothèse.

Les *gneiss anatectiques* et les *anatectites à cordiérite* de l'Unité n'apportent pas d'information nouvelle. Ils illustrent simplement les températures élevées atteintes durant la phase seconde du métamorphisme barrovien, dont témoignent en particulier les mésoperthites et les cordiérites prismatiques de l'anatectite grenue. On signalera encore la présence de disthène relique, toujours inclus dans le plagioclase et jamais au contact de l'orthose. Les *amphibolites à reliques d'éclogite* témoignent par contre d'une phase de cristallo-genèse anhydre antérieure à la structuration isoclinale et dont on ne peut affirmer qu'elle se rapporte au même cycle tectono-métamorphique : ces roches sont en effet ici toujours en petits corps étroitement localisées, en quelques points de l'Unité de Saint-Léonard-de-Noblat et aussi de celle quartzo-feldspathique de Moissannes—Vige. Mais curieusement, comme en bien d'autres régions du Limousin, elles avoisinent des amphibolites « banales » à texture gabbroïque résiduelle dont la composition chimique est semblable à la leur, ici tholéïitique.

Les micaschistes de l'Unité de la *Veytisso* posent un problème analogue à celui soulevé par la structure particulière des gneiss de Saint-Léonard-de-Noblat : la foliation principale y paraît transposée d'une foliation antérieure et la paragenèse essentielle à deux micas, grenat et fibrolite succéder à une association mésozonale à disthène. Les plis en chevrons serrés à charnières polygonales et les micas cristallisés dans leurs plans axiaux se rattachent logiquement à la phase φ 2 définie précédemment si, mais c'est une hypothèse, les micaschistes ont subi le métamorphisme créateur des gneiss plagioclasiques ; une phase de cristallo-genèse et de structuration isoclinale paraît donc avoir précédé ici celle, assimilable à la phase φ 1 de l'Unité de la Briançe, responsable de la foliation et de la paragenèse majeures. S'est-il agi d'une phase précoce, ou doit-on la rapporter à un événement métamorphique antérieur ? Nul élément de réponse n'est livré par les matériaux affleurant sur le territoire de la feuille.

Les matériaux des *Unités quartzo-feldspathiques* ont des caractères minéralogiques et structuraux qui témoignent d'une histoire analogue à celle des Unités gneissiques. Le disthène relique dans le plagioclase et fibrolitisé à son extérieur est connu dans les métapélites catazonales. En certains lieux, les conditions physiques ont permis l'anatectie partielle des roches de composition périéctectique durant la phase φ 2 et une rétro-morphose subséquente dans la zone de la muscovite.

En *conclusion*, les schistes cristallins de la feuille Saint-Léonard-de-Noblat doivent leurs principaux traits actuels à un métamorphisme barrovien polyphasé, de degré mésozonal ou catazonal et allant jusqu'à l'anatectie des métapélites suivant les lieux. La phase majeure φ 1, qui doit principalement son importance à celle de la structuration P_1 visualisée par la foliation régionale mise alors en place, a vu progressivement croître le rôle de la température dans les assises passées ainsi de la zone à disthène—muscovite à celle à sillimanite—muscovite, puis à sillimanite—orthose dans certaines régions. Un second épisode de structuration P_2 de style plus superficiel a ensuite déformé la foliation en plis en chevrons déversés sous une température aussi ou plus élevée qui a permis le réajustement minéral isozonal, voire la fusion partielle et même, dans les parties les plus profondes du bâti, l'anatectie quasi totale (phase φ 2). Une rétro-morphose discrète dans la zone de la muscovite des matériaux catazonaux a clos l'évolution cristallogénétique, tandis que, un peu plus tard éventuellement, un dernier épisode de déformation P_3 , complexe, s'exprimait par des structures variées tardives et une cataclase minérale. Cette histoire est com-

mune à toutes les Unités gneissiques et quartzo-feldspathiques. Peut-être a-t-elle été précédée, pour l'Unité de Saint-Léonard-de-Noblat, par une histoire métamorphique antérieure : certains éléments métapélitiques de cette Unité pouvaient être en effet déjà cristallins lorsque s'est appliqué le métamorphisme barrovien. Et le problème demeure de l'attribution à cette histoire, ou à une autre, de la paragenèse écolitique primitive de certaines amphibolites, à moins qu'il ne s'agisse là de l'expression d'une phase précoce anhydre du métamorphisme principal.

L'âge du métamorphisme barrovien, et plus précisément de l'anatexie correspondant à la culmination thermique de la phase φ 2, a été radiométriquement déterminé (J.-L. Duthou, 1977) : les anatexites à cordiérite de la région de Saint-Léonard-de-Noblat ont fourni un âge de 393 M.A. \pm 30 (strontium initial : 0,712) cohérent avec celui de 374 \pm 6 (strontium initial : 0,715) obtenu un peu plus au Nord sur des orthogneiss anatectiques analogues à ceux de l'Unité de Moissannes—Vige. On est donc là en présence d'un métamorphisme tardicalédonien ou éohercynien.

DONNÉES STRUCTURALES

L'étude micrographique des matériaux des diverses Unités a permis de reconnaître trois phases de structuration par plis à grande échelle des schistes cristallins. Une première phase P_1 , contemporaine de la cristallogenèse principale et visualisée par les charnières très aplaties de microplis isoclinaux, a conduit à la foliation S_1 , élément planaire majeur de toutes les roches. Dans l'Unité de Saint-Léonard-de-Noblat, cette phase a pu transposer une foliation ancienne d'un bâti déjà cristallophyllien. Dans les orthogneiss des Unités quartzo-feldspathiques, la foliation résulte de la blastomylonitisation ménagée des granites originels dont subsistent, ici et là, des témoins à peine modifiés. La deuxième phase P_2 a correspondu au microplissement en chevrons serrés dissymétriques et déversés, parfois subisoclinaux, de la foliation principale S_1 . Ce microplissement a été accompagné d'un réajustement isominéral et parfois d'une néogenèse importante dans les zones ployées devenues systématiquement polygonales ainsi que, localement, d'une foliation seconde faiblement sécante sur la première ; il est très marqué dans les Unités de la Briançonnais et de Saint-Léonard-de-Noblat, plus discret dans les Unités quartzo-feldspathiques dont les termes lités l'ont cependant enregistré. La troisième phase P_3 est probablement complexe et en tout cas tardive ; elle s'est exprimée par des structures plissées de diverses sortes (microplis en chevrons très ouverts, *kinks*, ondulations) et des fractures, ainsi que par une déformation parfois forte des minéraux.

Les trois phases de structuration peuvent également être définies sur l'échantillon et l'affleurement. Dans les matériaux schisteux, la phase P_1 est visualisée sur l'échantillon par une linéation L_1 d'intersection et d'étirement des charnières de plis (*rods* quartzo-feldspathiques et quartzeux) qui demeure toutefois discrète et de direction mal définie ; leur correspondent sur l'affleurement quelques plis synschisteux d'amplitude centimétrique à décimétrique, rarement métrique, très aplaties ou de type d'entraînement synfolial. Dans les amphibolites et leptynites orthodérivées, la linéation L_1 , d'étirement et minérale, est plus accusée aux bordures des boudins de matériel igné relique dont elle épouse l'allongement. A la phase P_2 se rapportent des plis nombreux, d'amplitude millimétrique à pluridécimétrique, voire plurimétrique, et de géométrie variable suivant le matériel intéressé : plis en chevrons très serrés, subisoclinaux, dans les gneiss schisteux et les micaschistes où ils déterminent parfois un gaufrage de la

foliation, plis en chevrons aigus dissymétriques, plus ou moins ouverts et déjetés, dans les gneiss lités, plis isopaques à charnières arrondies dans le matériel massif. Tous ces plis reprennent les plis isoclinaux de la phase P_1 ; tous ont en commun d'avoir une charnière polygonale parallèle à la forte linéation minérale ou de crénelation qui est ainsi une linéation L_2 . La linéation L_2 est spécialement marquée dans les matériaux basiques, et donc dans l'Unité de la Briançonnais, mais elle est présente dans toutes les Unités ; ses directions sont très voisines dans l'Unité quartzo-feldspathique de Moissannes—Vige (N 105° à 120° E) et celle gneissique de Saint-Léonard-de-Noblat (N 115° à 140° E) : les positions relatives de ces deux Unités étaient donc déjà fixées avant sa mise en place et n'ont pas été modifiées après ; par contre, sa direction subméridienne dans l'Unité de la Briançonnais corrobore l'hypothèse d'une discontinuité tectonique tardive entre cette dernière unité et celle de Saint-Léonard-de-Noblat, discontinuité ultérieurement masquée par le feuillet granitique du Theil—Péret. Quant à la phase P_3 , ses effets sont surtout reconnaissables à l'échelle de l'échantillon dans les faciès les plus schisteux : plis en chevrons ouverts millimétriques à décimétriques, *kinks* isolés.

A l'échelle cartographique régionale, trois grandes structures correspondent aux trois grandes Unités de la Briançonnais, de Saint-Léonard-de-Noblat et de Moissannes—Vige : la synforme des gneiss plagioclasiques de la Geneytouse, le dôme des gneiss à orthose et anatexites du Bujaleuf et l'ensemble monoclinale de la Vienne à sa retombée occidentale, la structure complexe de Moissannes. L'architecture des Unités de la Veyrisou et de Reilhac ne peut être appréhendée du fait de leur exiguïté.

La synforme de la Geneytouse n'est autre que la terminaison nord de celle de Saint-Germain-les-Belles, pièce maîtresse du canevas structural de la feuille Châteauneuf-la-Forêt, au Sud. Dessinée à la fois par la lithostratigraphie et par la disposition des foliations, elle paraît dissymétrique avec un plan axial penté vers l'Ouest de 60 à 70° . C'est fondamentalement une structure née de la phase P_2 . Son axe, subméridien au Sud où il plonge vers le Nord, s'infléchit toutefois dans cette direction vers le Nord-Est en basculant : cela suggère un pli tardif, peut-être P_3 , axé au Nord-Ouest.

A l'Est de la synforme de la Geneytouse et du feuillet granitique du Theil—Péret, et jusqu'à la dislocation d'Argentat, se développe le puissant ensemble principalement monoclinale de la Vienne. Il s'agit des gneiss schisteux et anatectiques de l'Unité de Saint-Léonard-de-Noblat dont les assises, assez faiblement pentées (30 à 40° en général) plongent principalement vers le Sud-Ouest et l'Ouest. L'absence d'horizons lithologiques repères et le développement anarchique des faciès anatectiques interdisent de reconnaître de façon sûre dans cet ensemble des structures élémentaires. Cependant, l'attitude des foliations dans quelques secteurs suggère des plis assez ouverts axés au Nord-Ouest comme la linéation L_2 (synforme P_2 (?) de Roziers-Saint-Georges) ou au Nord transversalement à cette linéation (antiforme du Chalard : plis tardifs P_3 ?). Et surtout, dans la région nord-ouest, les directions des foliations dessinent une virgation vers l'Est, ceinturant ainsi les faciès alumineux les plus anatectiques de la région de Bujaleuf ; ceux-ci pourraient correspondre au cœur d'un vaste dôme, *dôme de Bujaleuf*, comme paraît aussi l'indiquer le plongement assez systématique vers l'Est des foliations dans le secteur oriental.

L'ensemble quartzo-feldspathique de Moissannes—Vige paraît architecturé en plis serrés à plans axiaux subverticaux : c'est la structure complexe de Moissannes dont la direction est, à l'Ouest du granite d'Auriat, conforme à celle N 110° E de la linéation L_2 ; le dessin à son intérieur des horizons schisteux est cohérent avec l'hypothèse de plis P_2 . A l'Est du granite d'Auriat, les directions principalement subméridiennes des foliations dessinent aussi des virgations

axées sur la linéation L_2 , de même orientation qu'à l'Ouest ; au Nord de Vige, leur infléchissement vers le Nord-Ouest amorce le raccord de cette partie orientale de la structure avec la zone occidentale.

Seuls peuvent être appréhendés sur le territoire de la feuille les relations de la structure de Moissannes et du couple ensemble monoclinale de la Vienne—dôme de Bujaleuf ; l'Unité de la Briançonnais, à laquelle s'identifie la synforme de la Geneytouse, n'a en effet de contact normal avec aucune autre et l'Unité de Saint-Léonard-de-Noblat, c'est-à-dire ensemble monoclinale de la Vienne et dôme de Bujaleuf, est séparée par des fractures de celles de la Veytissois, micascisteuse, et de Reilhac, quartzo-feldspathique. Et ces relations ne sont pas claires : si en effet au Nord-Est et au Nord la structure de Moissannes se moule sur le dôme de Bujaleuf, les assises de l'ensemble monoclinale de la Vienne semblent buter contre elle au Nord-Ouest. On observe cependant partout une accordance des foliations à la limite, éventuellement par virgation brutale de celles de l'ensemble monoclinale jointe à un fort redressement, voire un déversement. Une hypothèse est que, dans la région nord-ouest, il y a eu *mise en contact tectonique* des matériaux quartzo-feldspathiques et métapélitiques ; elle aurait pu se faire durant ou après la phase P_1 , mais elle n'est sûrement pas postérieure à la phase P_2 si on s'en rapporte au parallélisme des linéations L_2 de part et d'autre de la limite et des caractères mêmes de cette dernière. Dans la région nord-est par contre, rien n'indique qu'il en soit ainsi ; au contraire, l'analogie des roches de l'extrémité sud-est de l'Unité de Moissannes—Vige et de celle du Martineix—mont Larron ainsi que leur nature sont plutôt en faveur d'une association originelle.

En résumé, tous les matériaux cristallophylliens affleurant sur le territoire de la feuille ont été modelés visiblement par trois phases de structuration et peut-être davantage. La première, P_1 , est la phase de déformation la plus intense et la plus intime du matériel ; mais aucune grande structure n'a pu être mise en évidence et sa direction demeure imprécise. La deuxième, P_2 , a également laissé partout sa marque à grande échelle, mais on lui doit aussi des structures plurikilométriques à plan axial redressé et de direction à peu près nord-ouest ; ces structures sont nées à un niveau encore profond du bâti puisque des recristallisations importantes l'ont accompagnée, voire même une fusion partielle des matériaux. C'est à elle, ou peut-être à la phase P_1 , que se rapporte l'éventuelle discontinuité tectonique précoce et locale, entre les Unités de Moissannes—Vige et de Saint-Léonard-de-Noblat. Les phases suivantes de style superficiel ont repris foliations et structures précédentes, accentuant ces dernières ou les réorientant, créant aussi de nouvelles antiformes et synformes de plan axial vertical et de direction nord, nord-est ou nord-ouest suivant les lieux.

Une importante *fracturation* a affecté, après ou pendant les phases de plissement ultime, les schistes cristallins et les granites. Les grandes fractures, les plus nombreuses, généralement très redressées et que jalonnent d'importants amas de roches broyées, sont de direction nord-est ($N 40^\circ$ à $60^\circ E$) ; elles découpent les assises métamorphiques des diverses Unités en multiples tronçons dont la disposition témoigne d'un jeu tantôt dextre et tantôt senestre. Moins nombreuses sont les fractures subméridiennes et de direction N.NW, sauf dans la zone disloquée d'Argentat et le Complexe de Milleval à l'Est. La fracture d'Argentat est d'ailleurs difficile à situer avec exactitude du fait de l'intensité et du développement spatial considérable du broyage qui l'accompagne. Elle recoupe toutes les structures plissées, y compris les plus tardives, et elle est probablement aussi postérieure aux grandes fractures de direction nord-est ; des jeux de ces dernières ont cependant eu lieu après sa mise en place, provoquant ici et là son décrochement. Un âge isotopique de 295 M.A. (J.-L. Duthou, 1977) a été obtenu sur la leptynite granitoïde broyée de l'Unité

du Martineix—mont Larron. C'est probablement celui d'un jeu majeur de la fracture à la fin du Westphalien.

GRANITOIDES

Dans le *domaine des schistes cristallins* à l'Ouest de la fracture d'Argentat, le magmatisme granitique est pour une part ancien et ses produits sont recristallisés : il s'agit des *métagranites des Unités quartzo-feldspathiques* de Moissannes—Vige et du Martineix—mont Larron. Ce magmatisme apparaît pour l'essentiel très siliceux, subalcalin à calco-alcalin monzonitique ou à tendance akéritique. Il a été daté isotopiquement du Cambrien moyen (521 et 532 M.A.) un peu au Nord-Ouest sur le territoire de la feuille Ambazac (J.-L. Duthou, 1977), et de l'Ordovicien inférieur (483 M.A.) pour ce qui concerne le pluton du Martineix—mont Larron de cette feuille. Un magmatisme plus sodique, générateur de matériaux peut-être volcaniques, s'est exprimé dans les mêmes régions un peu plus tard : à l'Ordovicien moyen (462 M.A., *op. cit.*), au moment même de la mise en place un peu plus au Sud du pluton de Meuzac (464 M.A., *op. cit.*). L'activité magmatique acide s'est donc poursuivie, assez diversifiée, sur une longue période avant que n'intervienne le métamorphisme barrovien.

Postérieur au métamorphisme général, le *massif granitique du Theil—Péret* est très probablement un épais feuillet mis en place dans une discontinuité tectonique tardivement apparue entre l'Unité gneissique de Saint-Léonard-de-Noblat disposée à son mur et celle de la Briance qui constitue son toit. Cette discontinuité correspond, semble-t-il, à une surface de décollement ici faiblement pentée vers l'Ouest-Sud-Ouest, selon laquelle les gneiss plagioclasiques auraient chevauché et embouti l'ensemble catazonal. Jeu tectonique et intrusion en force paraissent contemporains : en témoignent l'intense plissement et la recristallisation partielle synchrone des gneiss plagioclasiques dans le voisinage immédiat du feuillet granitique comme la déformation en fin de cristallisation de ce dernier ; ils se seraient effectués au Viséen : le massif d'Aureil (feuille Limoges) auquel se rattache au Nord-Ouest celui du Theil—Péret a été radiométriquement daté à 346 M.A. (J.-L. Duthou, 1977).

Le *massif granitique d'Auriat* est sans doute un peu plus récent. Il s'est en tout cas mis en place dans une période de calme tectonique si l'on s'en rapporte à son gisement subcirculaire à cheval sur la limite des deux Unités de Saint-Léonard-de-Noblat et de Moissannes—Vige, l'architecture équate de ses divers faciès, l'absence de déformation à ses bordures. Il n'a pu être daté radiométriquement en roche totale, mais la biotite d'un échantillon a fourni un âge de 342 M.A. Il exprime un magmatisme proche de celui d'Aureil mais à caractère alcalin potassique cependant plus marqué.

Les *deux massifs de diorite quartzique* de Masléon et de Malibas expriment un magmatisme orogénique calco-alcalin bien typé. Ce magmatisme est plus ancien que ceux d'Aureil et d'Auriat : feuillets insérés en concordance à des niveaux probablement assez voisins de la série métamorphique quoique dans des Unités gneissiques différentes, postérieurs certainement à la phase essentielle du métamorphisme barrovien, les deux massifs pourraient s'être mis en place durant la phase $\varphi 2$ de ce métamorphisme ou immédiatement après d'après les caractères structuraux de leurs faciès bordiers. Aucun âge radiométrique en roche totale n'a pu être obtenu, mais seulement des âges de refroidissement normal de la biotite et de la hornblende qui suggèrent une intrusion vers 370 - 390 M.A. (J.-L. Duthou, 1977). Le massif de Masléon est d'autre part recoupé par le granite viséen du Theil—Péret.

A l'Est de la fracture d'Argentat, l'activité granitique, en partie plus récente, a été intense et diversifiée. Dans le *Complexe granitique de Millevaches*, la cartographie a en effet permis d'individualiser de nombreux faciès à l'intérieur de deux ensembles : *leucogranites à deux micas* et *granites à biotite*. Leurs caractères pétrographiques et structuraux et les relations observées entre certains d'entre eux conduisent à les classer en au moins trois groupes qui correspondent dans une certaine mesure à autant de grandes périodes de mise en place.

- Un premier groupe est composé exclusivement de leucogranites dont l'orientation planaire générale, à laquelle échappe toutefois la muscovite poëcilitique typiquement deutéritique, et l'habitus du quartz en globules étirés en plaquettes à éléments suturés indiquent une mise en place syntectonique ; une déformation froide tardive y a souvent affecté tous les minéraux. Il s'agit du leucogranite à biotite et sillimanite du Bordeleix, de ceux à deux micas d'Eymoutiers, contemporain peut-être du précédent, du Mont qui pourrait être un peu plus récent et d'Augne dont la situation chronologique demeure indécise. Les contours observés de ce type de granite s'accordent aux structures métamorphiques, et il y a très souvent concordance entre la schistosité du granite et celle de l'encaissant.
- Un second groupe comporte des leucogranites et des granites à biotite d'architecture équante en général, dont certaines parties cependant présentent un léger « fil » et les minéraux l'empreinte d'une déformation froide discrète : ce sont le leucogranite de Beaumont et le granite de Bouchefarol. Quoiqu'ils soient en contact, leurs relations sont ambiguës ; mais ils présentent avec d'autres granites des contacts tranchés : le premier est intrusif dans le granite orienté de Millevaches et le leucogranite du Bordeleix, tandis que le second est recoupé par le leucogranite du Mont.
- Un troisième groupe est celui du granite à biotite du Mas de Sazy et de la granodiorite de Bussy—Chassat ; leur mode de gisement et leurs relations d'intrusion typiques avec les leucogranites du Bordeleix et d'Eymoutiers et le granite de Millevaches démontrent leur caractère tardif.

Trois granites échappent à ce classement : le granite orienté de Millevaches, antérieur aux roches des deux derniers groupes mais dont les relations avec celles du premier demeurent incertaines ; le leucogranite de Peyrat-le-Château à cordiérite et grenat dont la situation vis-à-vis du précédent est ambiguë et qui pourrait être congénère du leucogranite du Bordeleix ; enfin, le leucogranite à débris schisteux qui est peut-être, malgré sa structure équante, antérieur aux roches du premier groupe.

Des datations radiométriques ont porté sur le granite de Bouchefarol et le leucogranite de Peyrat-le-Château (J.-L. Duthou et J.-F. Augay, 1979). Le premier, qui a fourni un âge de 357 M.A., se serait mis en place au Dévonien supérieur, tandis que le second, avec un âge de 332 M.A., appartiendrait à la génération du Namurien. C'est à cette génération que se rapporte aussi, sans doute, le leucogranite de Beaumont qui a les caractères de celui de Goubles, récemment daté de 332 M.A. (G. Monier et J.-L. Duthou, 1980), décrit dans la partie sud du Complexe de Millevaches ; et, dans la même région, le leucogranite de Gour Noir dont l'âge est de 344 M.A. (*op. cit.*) est considéré comme analogue à celui d'Eymoutiers qui se serait ainsi mis en place au Viséen. Sachant que le granite orienté de Millevaches est antérieur aux roches précédentes, et les granites du troisième groupe postérieurs, il apparaît que la genèse du Complexe de Millevaches s'est étalée sur une assez longue période.

Malgré leur diversité, les leucogranites ont en commun de nombreux caractères ; outre évidemment leur composition minéralogique et leur chimisme très

constant qui les situe dans le diagramme Q - Ab - Or près des minima thermiques d'assez basse pression (en tenant compte de l'« effet muscovite », J. Lameyre, 1966), ils contiennent toujours une biotite plutôt riche en fer et constamment, et *p.p.* précocement, chloritisée, de la fibrolite et épisodiquement de la cordiérite reliques, et une muscovite secondaire formée aux dépens des feldspaths et surtout de la sillimanite ; ils sont par ailleurs dépourvus d'enclaves autres que celles de schistes cristallins, à caractère restitue plus ou moins accusé. Les granites à biotite de la génération ultime ont une individualité tout aussi marquée, aussi bien au plan géochimique avec leur affinité granodioritique et leurs rapports K/Rb et Sr/Rb élevés qu'au plan minéralogique avec, par exemple, leur biotite assez magnésienne et jamais chloritisée ; assez riches en enclaves surmicacées et gneissiques, ils n'ont pas cependant livré d'enclaves microgrenues. Quant aux granites de Bouchefarol et de Millevaches, ils ne s'intègrent à aucun des deux ensembles et constituent deux entités distinctes.

RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

HYDROGÉOLOGIE

Comme celui de la plus grande partie du Limousin, le territoire de cette feuille présente un substratum constitué de roches cristallines.

Dans ces terrains, les sources sont très nombreuses mais de faible débit. Elles sont les émergences de petites nappes, formées par les eaux de surface infiltrées et emmagasinées dans la partie supérieure du substratum relativement perméable parce qu'arénisée et décomprimée. Les eaux sourdent toujours à l'occasion de fissures.

Ces nappes sont caractérisées par une faible transmissivité, un fort emmagasinement, un bon pouvoir filtrant. Mais le caractère libre de la nappe, généralement à faible profondeur, présente une vulnérabilité aux pollutions.

Ce sont de telles nappes qui, jusqu'alors, ont été captées pour l'alimentation humaine des communes rurales : Augne, Auriat, Bujaleuf, Champnétery, Cheissoux, Eybouleuf, Eymoutiers, la Geneytouse, Moissannes, Neuvic-Entier, Peyrat-le-Château, Rosiers-Saint-Georges, Saint-Amand-le-Petit, Saint-Denis-des-Murs, Saint-Julien-le-Petit, Saint-Moreil, répertoriées sur la feuille.

Le captage de ces eaux naturelles est généralement réalisé par drains, plus rarement par puits.

Seule l'agglomération de Saint-Léonard (5 536 habitants) utilise des eaux superficielles traitées (station de Beaufort sur la Vienne).

SUBSTANCES MINÉRALES

Il existe sur la carte un important champ filonien à tungstène à l'Est de Saint-Léonard et, de plus, on connaît un indice de plomb en bordure ouest de la feuille.

Tungstène

La présence de l'oxyde de tungstène, la wolframite, est connue depuis la fin du XVIII^e siècle: Ce n'était pas alors un minerai, le tungstène n'ayant pas

d'usage, mais on savait qu'il accompagnait souvent l'oxyde d'étain, la cassitérite, et c'est pour celle-ci que furent entreprises des recherches en 1810-1815 quand la France était coupée de l'approvisionnement anglais ; elles furent infructueuses.

La découverte de l'intérêt du tungstène dans la métallurgie du fer provoqua de nouveaux travaux et des essais d'exploitation en 1857-1866 et en 1883-1885, ainsi que l'institution de l'actuelle concession de Puy-les-Vignes en 1863. Les travaux véritables d'exploitation commencèrent en 1905 et, après une éclipse de 1920 à 1936, durèrent jusqu'en 1957, l'arrêt étant provoqué par la chute des cours. La société exploitante céda la concession à un important groupe minier qui y a fait des travaux d'évaluation des réserves et conserve le gisement en attente.

Le gisement exploité est celui de *Puy-les-Vignes* (2.4001 ; comm. de Saint-Léonard). C'est une colonne verticale (*pipe*), à section ovale, dont le grand axe de 340 m est orienté W.NW. et le petit axe de 80 m est orienté N.NE. Cette colonne est coupée par une faille N.NE à pendage sud-est, en deux demi-ellipses décrochées, l'une de l'autre, de 120 m dans le sens de la faille. Elle est encaissée dans le gneiss et le micaschiste, entre les batholites de granite intrusif d'Aureil et d'Auriat. Elle est formée d'une brèche d'encaissant, à ciment siliceux, gainée de quartz à sa périphérie et constituée d'un empilement de sections sub-horizontales délimitées par des *plateures* plus siliceuses. Elle est traversée (et quelque peu dépassée) par des filons de quartz parallèles à la faille. L'ensemble (gaine, plateures, filons) est minéralisé, mais dans les filons la minéralisation cesse rapidement hors de la pipe. La minéralisation est formée de wolframite, scheelite, pyrite, mispickel et, secondairement, de bismuth, bismuthine, galène, blende, chacopyrite, sidérose. On a signalé en 1890 des traces d'or dans le mispickel. La teneur exploitée était comprise entre 0,3 et 2 % de WO₃. La production de 1905 à 1957 peut être estimée à 900 000 t de minerai ayant donné 4 000 t de concentrés à 60 %. Sur cette base, il peut subsister 600 000 t de réserves probables et 14 millions de tonnes de réserves possibles, mais la teneur exploitable, susceptible de variations rapides, serait à définir en fonction d'un marché assez étroit et fluctuant.

Il existe à 1 500 m au Nord-Est un autre gisement potentiel très comparable. C'est la colonne des *Caillaudoux* (2.4003 ; comm. de Saint-Léonard et de Champnétery), affleurant avec la même section ovale, la même composition, la même minéralisation, le grand axe de 500 m étant orienté W.NW et le petit axe de 120 m étant orienté N.NE, donc comme Puy-les-Vignes. Cette pipe, plus volumineuse, également parcourue de filonnets quartzeux, n'a été que peu explorée et n'a pas été exploitée. Ses réserves potentielles paraissent du même ordre de grandeur que celles de Puy-les-Vignes (en 1980).

Plusieurs filons de quartz et de leucogranite, orientés de N.NE à E.NE, minéralisés en wolframite, pyrite, mispickel, .. d'importances inégales ont été un peu étudiés en surface, dans l'environnement immédiat et le même contexte géologique :

- filon de *Moulard* (2.4002 ; comm. de Saint-Léonard), connu sur 500 m puisant de 0,35 m, ou une teneur moyenne de 1 % de WO₃ a été constatée en tranchées ;
- filons de *Lifarnet* (2.4005 ; comm. de Saint-Léonard), structures peu continues, peu puissantes, peu minéralisées ;
- filons des *Clauds* (2.4004 ; comm. de Champnétery) ; le plus important présente 0,45 m de quartz et se suit sur 225 mètres. Une teneur moyenne de 0,6 % de WO₃ a été constatée en tranchées ;

— filons d'*Etivaux* (2.4006 ; comm. de Champnétery), dont la puissance peut atteindre 1 m de quartz, mais semblant peu minéralisés.

Certaines de ces formations pourraient constituer un appoint en cas de reprise d'exploitations des colonnes.

Plomb

On connaît un indice de plomb dans une carrière du *Haut-Surzol* (5.4001 ; comm. de la Geneytouse). Il s'agit d'un filonnet de quartz légèrement minéralisé en barytine et galène. Sans intérêt pratique en lui-même, il se situe à 1 500 m à l'Est de l'un des points de la zone de Glanges travaillée pour plomb (avec gangue baryto-quartzreuse) au XVIII^e siècle.

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES

On trouvera des renseignements géologiques complémentaires intéressant la région et en particulier des itinéraires d'excursions dans les *Guides géologiques régionaux* :

- **Poitou, Vendée, Charentes**, par J. Gabilly, 1978, Masson, Paris ;
- **Massif Central**, par J.-M. Peterlongo, 2^e édition, 1978, Masson, Paris :
 - *itinéraire 2* : la série métamorphique du Haut-Limousin, environs de Chatelus-le-Marcheix, Saint-Léonard-de-Noblat et Sauviat-sur-Vige ;
 - *itinéraire 5* : le massif de Millevaches

PRINCIPAUX DOCUMENTS ET TRAVAUX CONSULTÉS BIBLIOGRAPHIE

On trouvera dans « Les schistes cristallins de la partie nord-ouest du Massif Central français » (M. CHENEVOY, 1958) et « Leucogranites et muscovitisation dans le Massif Central français » (J. LAMEYRE, 1966) la liste des travaux antérieurs à ces publications qui ont trait, respectivement, au domaine des schistes cristallins et au Complexe granitique de Millevaches compris dans le cadre de la feuille. Cette notice tire par ailleurs l'essentiel de sa substance des mémoires de J.-F. AUGAY (1979), H. BONNOT (1978) et B. DUDEK (1978) dont les données, cartographiques et de laboratoire, ont été complétées et réinterprétées.

Bibliographie complémentaire

ARÈNE J. *et alii* (1972) — Carte géologique à 1/50.000 Bourgneuf et notice explicative. Edit. B.R.G.M.

AUGAY J.-F. (1979) — Les leucogranites et monzogranites de la région d'Eymoutiers—Peyrat-le-Château (Massif de Millevaches, Massif Central français) : gisement et pétrologie. Thèse 3^e cycle, Univ. Lyon, 150 p.

AUTRAN A., GUILLOT P.-L. (1974, publ. 1977) — L'évolution orogénique et métamorphique du Limousin au Paléozoïque. Relations entre les cycles calédonien et varisque. *In* Coll. intern. CNRS. « La chaîne

varisque de l'Europe moyenne et occidentale », Rennes, édit. CNRS, mém. n° 243, p. 211-226.

- AUTRAN A., PÉTERLONGO J.-M. (1980) — Introduction à la géologie du Massif Central. 26^e cong. géol. intern. et *Revue Sc. nat. Auvergne*, vol. 45, 123 p.
- BERNARD-GRIFFITHS J., CANTAGREL J.-M., DUTHOU J.-L. (1977) — Radiometric evidence for an Acadian tectonometamorphic event in western Massif Central français. *Contr. Mineral. Petrol.*, 61, p. 199-212.
- BONNOT H. (1978) — Lithostratigraphie et pétrologie des formations cristallophylliennes de la région de Bujaleuf—Saint-Paul-d'Eyjaux (Haut Limousin, Massif Central français). Thèse 3^e cycle, Univ. Lyon, 159 p.
- CHANTRAINE J. *et alii* (1974) — Carte géologique à 1/50.000 Ambazac et notice explicative. Edit. B.R.G.M.
- CHENEVOY M. (1958) — Les schistes cristallins de la partie nord-ouest du Massif Central français. *Mém. Serv. Carte géol. France*, 419 p.
- CHENEVOY M. (1970) — Liens possibles entre le métamorphisme de type « andalousite-sillimanite » et les leucogranites hercyniens dans le massif de Millevaches (Massif Central français). *C.R. Ac. Sc., France*, 270, p. 752.
- CHENEVOY M. (1974) — Le Massif Central. *In* Géologie de la France, dir. J. DEBELMAS, Doin édit., vol. I, p. 162-228.
- CHENEVOY M. *et alii* (1983) — Carte géologique à 1/50.000 Châteauneuf-la-Forêt et notice explicative. Edit. B.R.G.M.
- CHENEVOY M., RAVIER J. (1971) — Caractères généraux des métamorphismes du Massif Central. *In* Symposium Jean Jung : « Géologie du Massif Central français », Edit. Plein Air Service, Clermont-Ferrand, p. 109-132.
- CHENEVOY M., PIBOULE M. (1974) — Un schéma structural du Haut Limousin métamorphique (Massif Central français). *C.R. Ac. Sc., France*, 279, p. 1155.
- DIDIER J., LAMEYRE J. (1980) — Les granitoïdes du Massif Central. *In* Evolution géologique de la France, *Mém. B.R.G.M.* n° 107, p. 63-70.
- DUDEK B. (1978) — Cartographie et typologie des schistes cristallins et des granites de la région de Bujaleuf (Haut Limousin, Massif Central français). Thèse 3^e cycle, Univ. Lyon, 110 p.
- DUTHOU J.-L. (1977) — Chronologie Rb/Sr et géochimie des granitoïdes d'un segment de la chaîne varisque, relations avec le métamorphisme : le Nord-Limousin. *Ann. scient. Univ. Clermont-Ferrand*, n° 63, 290 p.
- GUYONNAUD G. *et alii* (1977) — Carte géologique à 1/50.000 Limoges et notice explicative. Edit. B.R.G.M.

- LAMEYRE J. (1966) — Leucogranites et muscovitisation dans le Massif Central français. *Ann. scient. Univ. Clermont-Ferrand*, n° 29, 263 p.
- LA ROCHE H. de, AUTRAN A., CHANTRAINE J., MOINE B. (1974) — Études géochimiques associées à la cartographie géologique. *Bull. BRGM*, 2^e sér., vol. 4, p. 109-124.
- MONIER G. (1980) — Pétrologie des granitoïdes du Sud-Milleval (Massif Central français). Thèse 3^e cycle, Univ. Clermont-Ferrand, 290 p.
- MONIER G., DUTHOU J.-L., LABERNADIÈRE H. (1983) — Les granitoïdes du Sud-Milleval : premiers résultats cartographiques et pétrographiques, compositions chimiques moyennes. Proposition d'une chronologie de mise en place des différentes unités. *Bull. Soc. géol. France*, sous presse.
- PIBOULE M. (1979) — L'origine des amphibolites : approches géochimique et mathématique, application aux amphibolites du Massif Central français. Thèse doc. ès Sciences, Univ. Lyon, 993 p.
- WEPPE M. (1958) — Les gisements de wolfram de Leucamp, Puy-les-Vignes, Montbelleux.

Cartes géologiques à 1/80 000

Feuille *Limoges* :

1^{re} édition (1897), par U. Le Verrier

2^e édition (1938), par G. Mouret, J. Gandillot, E. Raguin.

3^e édition (1969), par M. Chenevoy.

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 BRGM 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 soit au S.G.R. Limousin, 7, rue Descartes, 87100 Limoges, soit au B.R.G.M., 191, rue de Vaugirard, 75737 Paris Cedex 15.

AUTEURS

Cette notice a été rédigée par :

- Maurice CHENEVOY, professeur à l'Université de Lyon-I, pour la description des terrains éruptifs et métamorphiques et les remarques pétrologiques et structurales ;
- Jean-Elie CONSTANS, ingénieur géologue au Bureau de recherches géologiques et minières, pour l'hydrogéologie ;
- Michel RECOING, ingénieur géologue au B.R.G.M., pour les substances minérales.