

CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE A 1/50 000

PONTGIBAUD

par

A.-M. HOTTIN, G. CAMUS, B. MICHAELI, J. MARCHAND,

J.-J. PERICHAUD, D. D'ARCY

PONTGIBAUD

La carte géologique à 1/50 000
PONTGIBAUD est recouverte par les coupures suivantes
de la carte géologique de la France à 1/80 000 :
à l'ouest : USSEL (N° 165)
à l'est : CLERMONT (N° 166)

Aubusson	St-Gervais- d'Auvergne	Aigueperse
Felletin	PONTGIBAUD	Clermont- Ferrand
Ussel	Bourg-Lastic	Veyre- Monton



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

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

par

**A.M. HOTTIN, G. CAMUS, J.C. BESSON, B. MICHAELY, J. MARCHAND,
J.J.PERICHAUD, D.D'ARCY**

1989

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

— *pour la carte* : HOTTIN A.M., BERTHIER F., MICHAELY B., NÉGRONI J.M., BESSON J.C., MARCHAND J. (1989) — Carte géol. France (1/50 000), feuille Pontgibaud (692) — Orléans : Bureau de recherches géologiques et minières. Notice explicative par HOTTIN A.M., CAMUS G., BESSON J.C., MICHAELY B., MARCHAND J., PÉRICHAUD J.J., D'ARCY D. (1989), 103 p.

— *pour la notice* : HOTTIN A.M., CAMUS G., BESSON J.C., MICHAELY B., MARCHAND J., PÉRICHAUD J.J., D'ARCY D. (1989) — Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille PONTGIBAUD (692) — Orléans : Bureau de recherches géologiques et minières, 103 p. Carte géol. par HOTTIN A.M. *et al.* (1989).

© BRGM, 1989. Tous droits de traduction et de reproduction réservés. Aucun extrait de ce document ne peut être reproduit, sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit (machine électronique, mécanique, à photocopier, à enregistrer ou tout autre) sans l'autorisation écrite préalable de l'éditeur.

ISBN : 2-7159-1692-2

SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION	5
<i>APERÇU GÉOLOGIQUE</i>	5
DESCRIPTION DES TERRAINS	6
<i>TERRAINS CRISTALLINS ET VOLCANIQUES ANCIENS</i>	6
Domaine occidental	6
– Formations métamorphiques	6
– Roches intrusives	10
– Roches filoniennes	15
Domaine oriental	15
– Roches métamorphiques et granites associés	15
– Roches intrusives	22
– Formations volcaniques et volcano-sédimentaires du Viséen supérieur	27
– Roches filoniennes	29
<i>FORMATIONS VOLCANIQUES NÉOGÈNES ET QUATERNAIRES</i>	29
<i>FORMATIONS SÉDIMENTAIRES</i>	33
<i>FORMATIONS SUPERFICIELLES</i>	40
PHÉNOMÈNES GÉOLOGIQUES	42
<i>TECTONIQUE CASSANTE</i>	42
<i>ÉVÈNEMENTS TECTONOMÉTAMORPHIQUES, MAGMATIQUES ET SÉDIMENTAIRES</i>	47
RESSOURCES DU SOUS-SOL	51
<i>HYDROGÉOLOGIE</i>	51
<i>CARRIÈRES</i>	56
<i>GÎTES MINÉRAUX</i>	57
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE	85
<i>ANALYSES CHIMIQUES</i>	85
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	98
<i>DOCUMENTS CONSULTABLES</i>	102
AUTEURS DE LA NOTICE	102

INTRODUCTION

Le territoire couvert par la feuille Pontgibaud se situe dans le département du Puy-de-Dôme, à la limite de l'Auvergne et des Combrailles, à l'Ouest de la chaîne des Puys.

L'altitude moyenne est de 800-900 m, dépassant 1 000 m pour les Puys de Banson et du Faux, au Sud.

La Sioule à l'Est, le Sioulet à l'Ouest et leurs nombreux affluents entaillent des gorges aux pentes boisées ou broussailleuses d'accès parfois difficile mais ayant facilité la découverte des filons plombo-zincifères du district de Pontgibaud.

La ville principale est Pontgibaud, site médiéval qui s'est développé grâce à l'importance du district minier, et qui est devenu un centre touristique. Pontaumur, au bord du Sioulet, doit son activité à la présence des carrières d'argile alimentant tuilerie et artisanat local. Actuellement, l'essentiel de l'activité de la région est rurale, surtout consacrée à l'élevage et à l'exploitation forestière. Mis à part au Sud-Est de la carte et dans la région de Gelles, les forêts de conifères prédominent, alternant avec des pâturages et des champs de céréales.

Dans le passé la région de Pontgibaud a connu une activité minière importante et ce depuis la plus haute antiquité ; c'est au XIX^e siècle que ce district vit son épanouissement et prit la première place en Auvergne, avec ses gisements de plomb, argent, antimoine et fluorine. Actuellement, aucun gisement n'est plus en exploitation mais la prospection minière s'oriente vers la recherche de l'or et, par l'abondance de ses indices, c'est une région privilégiée pour les collectionneurs. La variété des formations géologiques et par conséquent des paysages, les rivières encaissées dans des gorges profondes et sauvages, les bourgades pittoresques et accueillantes perchées sur les buttes de basalte (Herment, St-Pierre-le-Chastel ou Puy-St-Gulmier), dominant la Sioule et ses affluents (Miremont, Montfermy) entourées de forêts reposantes (Cisternes, la Forêt) ou de prairies couvertes de jonquilles au printemps (Tortebesse), complètent l'attrait de cette carte.

APERÇU GÉOLOGIQUE

La feuille Pontgibaud est sur le trajet du grand Sillon houiller du Massif central qui, à la fin du Carbonifère affecte le socle paléozoïque métamorphique et granitique. Les dépôts carbonifères sont représentés par le charbon de la Marzelle au Nord du Puy-St-Gulmier, et par les tufs viséens constituant une bande étroite et discontinue au Sud mais débordant largement à l'Est de Pontaumur. Les dépôts tertiaires masquent en partie le Sillon houiller.

Étant donnée l'amplitude estimée (~ 80 km) du rejet horizontal du Sillon houiller, les deux domaines distincts individualisés sur la feuille seront étudiés séparément.

Le *domaine occidental* est constitué en majeure partie par les migmatites prolongeant la série du Chavanon, en contact au Nord-Ouest avec deux apophyses de la bordure sud-orientale du granite de Guéret bordé d'anatexites grenues. Les roches volcaniques sont représentées par les basanites à leucite du Sillon houiller.

Le *domaine oriental* est beaucoup plus diversifié sur le plan lithologique et sur le plan métamorphique. Les micaschistes (prolongeant la série de la moyenne Dordogne) affleurent entre la faille de Prondines et le Sillon houiller et au Sud du granite de Gelles. Les gneiss, en contact anormal (faille de Neuvielle) avec les micaschistes, sont localisés au Nord et au Sud-Est du granite de Gelles, ainsi qu'au Nord de Pontgibaud. La lithologie en est variée (faciès alumineux, quartzitiques, leptynitiques et orthodérivés) et à l'approche des migmatites ils sont injectés de mobilisats leucocrates. Dans le domaine des migmatites les faciès alumineux à cordiérite prédominent, intrudés par de nombreux petits corps ou filons monzo- et leucogranitiques. De nombreux microgranites filoniens recoupent cet ensemble et se prolongent au Nord par le réseau encore plus dense de microgranites cartographiés dans et près des tufs de Manzat.

Le complexe granitique de Gelles présente deux unités distinctes : le granite porphyroïde et un granite à grain fin (« apophyse » du Claveix). Les tufs Viséens affleurent au NE du granite de Gelles, le long du ruisseau Teissoux et près de la Goutelle.

Les formations volcaniques, largement représentées, appartiennent aux provinces de la Sioule, du Mont-Dore, de la chaîne des Puys et de la petite Chaîne des Puys. Les minéralisations abondent dans ce domaine, notamment dans le district de Pontgibaud, objet de la thèse de J.M. Négroni (1981) qui, outre le cadre géologique régional, a étudié les nouveaux indices.

DESCRIPTION DES TERRAINS

TERRAINS CRISTALLINS ET VOLCANIQUES ANCIENS

Domaine occidental

Formations métamorphiques

M_zc. **Métatexites alumineuses à cordiérite.** Ces roches sombres d'aspect gneissique, affleurent dans la région d'Herment et au Sud de St-Étienne-des-Champs ; la foliation est généralement bien marquée malgré la présence de mobilisats quartzo-feldspathiques lenticulaires d'importance variable. Les niveaux gneissiques sont riches en biotite ; la cordiérite souvent pinnitisée, englobe la biotite et souvent de la sillimanite et du grenat ; les mobilisats sont constitués de quartz, plagioclase sub-automorphe prédominant (oligoclase moyen) souvent pœcilitique, feldspath potassique peu abondant envahissant fréquemment les plagioclases, cordiérite en taches centimétriques et muscovite secondaire. De très petits grains, reliques de disthène, ont été observés dans des métatexites affleurant près de Laschamp. Ces reliques témoignent d'un épisode métamorphique dans le faciès granulitique de HP.

M_ζ^b. Métatexites à biotite. Plus résistantes que les précédentes, ces roches claires, roses ou grises, à lits biotitiques plus ou moins marqués, affleurent souvent en relief dans les prés, au Nord d'Herment et du Puy-St-Gulmier. Dans la région d'Herment les faciès échantillonnés correspondent généralement à un type granitique ou granodioritique \pm affecté par l'anatexie ; les niveaux ou loupes mésocrates renferment de la biotite et de la hornblende, les parties leucocrates du quartz, de l'oligoclase subautomorphe à taches de feldspath potassique, du feldspath potassique xénomorphe, quelques myrmékites, de l'apatite et du zircon. Suivant les proportions de feldspath potassique et d'amphibole, la composition varie depuis des termes monzogranitiques (pont d'Herment) jusqu'à des termes proches des tonalites quartziques (Chantagris, Montely).

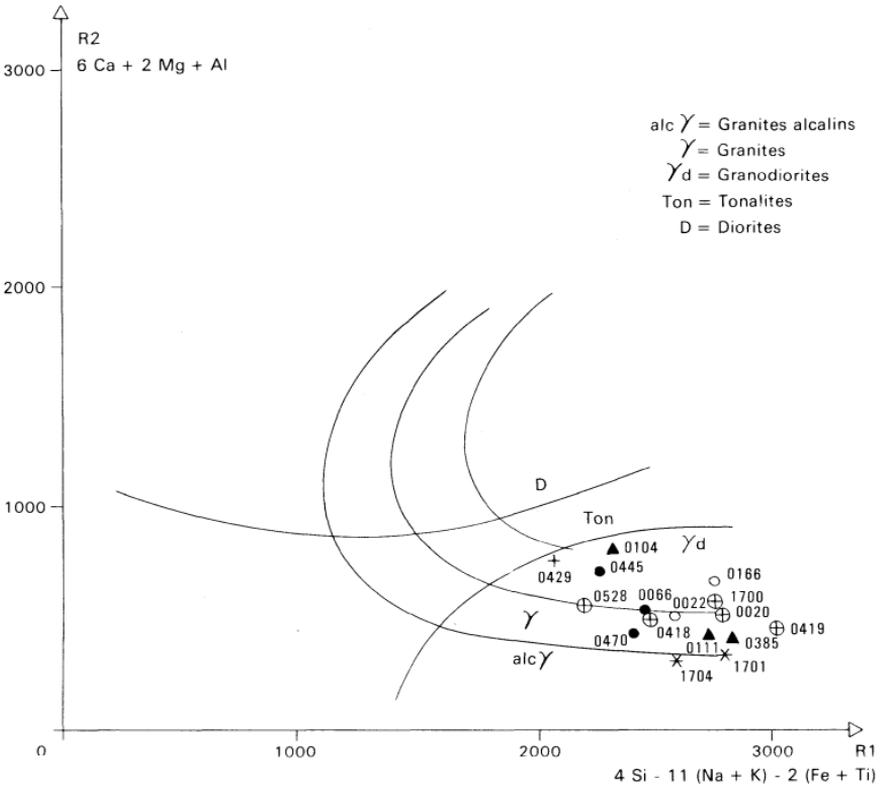
Dans la région de Verneugheol ainsi qu'à l'Ouest de Combrailles (Ribeyrolles) prédominent les termes leucocrates à biotite seule et grenat fréquent. Leur composition chimique correspond à un monzogranite (analyse 0111, tableau 1) ou à une granodiorite (analyse 0104, tableau 1 ; fig. 1).

Ces migmatites sont également en intercalations d'importance variable dans les migmatites alumineuses : carrière artisanale de la Nérie (Sud d'Herment) et carrière des Aymards (Nord de Verneugheol).

L'ensemble de ces faciès peut être considéré comme une série orthodériivée probablement volcanique, localement volcano-sédimentaire.

M_ζ^s. Métatexites intermédiaires à sillimanite. Ces migmatites sont proches des faciès alumineux M_ζ^c mais la cordiérite n'apparaît que dans les mobilisats ; les mélanosomes renferment uniquement de la biotite et de la sillimanite. Elles sont bien représentées dans la grande carrière située sur la D19 près d'Herminière (au bord du Sioulet), au Nord de Sauvagnat (moulin des Brousses) où elles alternent avec des métatexites alumineuses et des restites de gneiss à sillimanite et au Sud de St-Étienne-des-Champs. Leur origine est para-dériivée.

M²_c. Diatexites à cordiérite. Bien représentées autour du granite de Guéret, ces roches très typées sont de teinte sombre, bleutées lorsqu'elles sont fraîches virant au brun jaunâtre par altération et s'altèrent en arène brunâtre caractéristique. Affleurements-types : le long de la D 19 à l'Ouest de St-Étienne-des-Champs, bord du ruisseau Tyx au Sud de Meneix. Macroscopiquement la biotite est abondante, la cordiérite se présente en prismes ou en nodules de taille variable (souvent pluricentimétriques) constituant des amas orientés ou disposés de manière équante. Elles renferment de nombreuses restites de gneiss ou métatexites pouvant par ailleurs former des panneaux importants d'aspect micaschisteux (au Nord de la RN 141, dans la zone le Tronc-les Vialles). Le type pris dans une carrière artisanale, située au Sud d'Anjou, au bord de la rivière Saunade, est une roche à texture grenue hypidiomorphe, plagioclases automorphes séricitisés, légèrement zonés (An 35 au cœur, An 22 en bordure), feldspath potassique rare, quelques myrmékites, cordiérite prismatique rétromorphosée en chlorite et séricite constituant des amas avec du quartz et de la biotite orientée abondante, apatite, zircon et oxydes. Sur le plan géochimique (analyse 1700,



Légende commune aux figures 1, 2, 3 et 4

- ▲ Migmatites à biotite
- Métatexites à cordiérite
- ⊕ Diatexites et anatexites granitoïdes à cordiérite
- Granite de Guéret (à biotite et cordiérite)
- + Granodiorite à biotite ± hornblende
- * Granite de Charensat

Fig. 1 - Position des migmatites et des granites de Guéret et de Charensat dans le diagramme R1/R2 (d'après de la Roche, 1980 a)

tableau 1) ces migmatites sont relativement riches en SiO_2 (64,20 %), alumineuses ($\text{Al}_2\text{O}_3 = 15,90\%$) pauvres en CaO (1,21 %), avec des teneurs modérées en alcalins ($\text{Na}_2\text{O} = 1,43\%$, $\text{K}_2\text{O} = 3,42\%$) et riches en éléments ferriques, ($\text{Fe}_2\text{O}_3 = 5,40\%$, $\text{FeO} = 1,69\%$, $\text{MgO} = 2,36\%$) ; dans la représentation de Leterrier (fig. 1) elles se situent dans le champ des granites au sens large.

M_{7c}. Anatexites granitoïdes à biotite et cordiérite. La transition diatexites – granite de Guéret (région de Tralagues - Anjou) est marquée par deux phénomènes : d'une part association étroite des diatexites M^{2c} avec des faciès granitiques à biotite, visible à l'échelle de l'échantillon (sorte de litage entre les passées à biotite et les passées à cordiérite) et à l'échelle des affleurements (passage rapide d'une diatexite à un granite) ; d'autre part présence d'un granitoïde intermédiaire orienté très riche en cordiérite (cristaux bleuâtres automorphes) ; ce faciès de transition a une composition chimique variable se rapprochant des granites à cordiérite mais enrichie en potassium par rapport aux diatexites (analyses 0418, 0419 ; tableau 1 ; fig. 1).

M^{1b}. Diatexites à biotite. A l'affleurement, la transition entre les métatexites et les diatexites à biotite est moins marquée que pour les migmatites à cordiérite, en raison de la nature initiale granitique ou granodioritique du matériel. Les lits biotitiques deviennent flous, la structure nébulitique et dans les termes acides, la roche prend l'aspect d'un granite fin planaire, leucocrate, à grenat fréquent qui par ailleurs présente une grande analogie avec les granites d'anatexie associés aux diatexites. Le passage s'observe néanmoins assez bien sur la route Verneugheol—Giat. Ces faciès sont représentés à l'Ouest de Combrailles et au Nord du bois d'Herment le long du Sioulet. En lame mince : texture grenue hypidiomorphe, oligoclase acide légèrement zoné, feldspath potassique xénomorphe et pœcilitique, quartz, biotite en proportion variable, rare muscovite, cordiérite et grenat fréquents.

M_{7b}. Anatexite granitoïde intermédiaire à biotite. Ce faciès de transition a été observé à l'Est de Condat-en-Combraille, le long du Sioulet : c'est une migmatite à biotite assez sombre passant progressivement à un granite d'anatexie planaire à biotite seule et localement phénocristaux de feldspath potassique. (analyse 0385, tableau 1 ; fig. 1).

A. Serpentinite. Une seule enclave a été trouvée dans les anatexites à cordiérite près de Tralagues ; il s'agit d'un amas biotitique à texture fibroradiaire de 3 cm de diamètre, caractéristique des structures réactionnelles observées entre les serpentinites et les anatexites (par exemple dans les sondages carottés de l'ancienne mine d'or du Châtelet, feuille Évaux-les-Bains).

Structure des migmatites

– Les migmatites à biotite et les migmatites alumineuses de la région d'Herment appartenant à la série du Chavanon (bien représentée au SW, sur la feuille Ussel) montrent une foliation générale dessinant des plis kilométriques ouverts (correspondant à la phase 2 définie par D. Martin dans la série du Chavanon) : structure anticlinale de la région d'Herment (d'axe E-W) relayée au Nord par une structure synclinale (au Sud de St-Étienne-des-

Champs et dans la région de Combrailles). A l'affleurement les métatexites montrent localement des plis décimétriques et localement (par exemple à l'Est de Verneugheol, au bord de la D 204) la foliation mesurée correspond à la direction du plan axial. A l'Est de la faille de Combrailles les foliations deviennent N-S et fortement redressées, dans une structure synclinale butant contre les diatexites à cordiérite.

– Au Sud-Ouest de la feuille les métatexites à biotite sont affectées par des plis isoclinaux ; vers le Nord elles sont surmontées par les métatexites alumineuses faiblement pentées vers le Nord ; au Sud elles surmontent ces dernières, avec un pendage faible et le contact pourrait être anormal (peut-être chevauchant) dans la région de Barmontel, en prolongement de l'accident N20 E passant à l'Est de Verneugheol.

– Le passage des métatexites alumineuses aux diatexites à cordiérite bordant le granite de Guéret se situe dans le prolongement du contact chevauchant défini par D. Marin (1980) sur la feuille Ussel. Malgré la mauvaise qualité et le manque de continuité des affleurements, il semble que le contact entre ces deux faciès soit caractérisé sur la feuille Pontgibaud par une discontinuité structurale : au NE de St-Étienne-des-Champs et jusqu'à Landogne les diatexites à cordiérite à foliation fruste de direction SW-NE et pendage faible vers le Nord (notamment dans le panneau gneissique du Tronc) sont en contact anormal avec les diatexites à biotite du synclinal de Combrailles où prédominent les foliations N-S à pendages forts. Entre Ribeyrolles et St-Étienne-des-Champs, la discontinuité structurale semble persister à grande échelle ; cependant le long du ruisseau Tyx (au N du Bois de Lafeuille) où l'on passe en quelques mètres des diatexites à cordiérite aux diatexites à biotite, on n'observe pas de trace de cette discontinuité et les migmatites ne sont pas perturbées. Au SW de St-Étienne-des-Champs et jusqu'au basalte de Voingt, le contact entre les métatexites alumineuses et les diatexites se fait par l'intermédiaire d'un accident jalonné de mylonites, et avec silicification locale (observables 1,5 km au NE de Chez Faye). Vers le Sud (NW de Verneugheol) les diatexites à cordiérite affleurent mal et le contact est difficile à caractériser.

Il faut donc retenir la présence de discontinuités structurales entre les 2 unités d'intensité anatexique différente. Cependant, il faut remarquer qu'à l'affleurement le contraste n'est pas toujours aussi tranché entre les métatexites et les anatexites grenues : localement dans ces derniers subsistent des restites de métatexites ou de gneiss et dans les métatexites (en particulier dans les faciès clairs supposés orthodérivés) l'anatexie peut devenir importante et aboutir à des faciès de diatexites.

Dans le cadre de l'interprétation tectonométamorphique du Massif central français (P. Ledru *et al.*, 1989) l'ensemble des migmatites affleurant sur la feuille Pontgibaud se rapporte à l'unité inférieure des gneiss.

Roches intrusives

● Massif de Charensat

$g\gamma^3$. **Granite grossier à biotite (type Charensat)**. Au NW de la feuille, le long de la rivière Saunade (à l'Est du hameau, en rive gauche), affleurent des

petits corps d'un granite grossier constituant le massif de Charensat sur la feuille St-Gervais-d'Auvergne. On peut observer un faciès grenu à microcline automorphe incluant quartz et plagioclases, gros cristaux de biotite chloritisée chargée d'apatite et de zircon et un faciès de bordure microgrenu à phénocristaux de microcline, plagioclase calcique, grandes plages de quartz interstitiel, biotite chloritisée, muscovite primaire, cordiérite abondante et zircon. Les analyses chimiques dans ces faciès cataclasés sont à manier avec prudence, mais il faut noter des teneurs en K_2O forte (5,40) dans le faciès microgrenu, en CaO faible avec $SiO_2 = 71,70$ et $73,30$ % (fig. 1).

● Massif de Guéret

Au Nord-Ouest de la carte, la partie sud-orientale du massif de Guéret constitue deux apophyses séparées par des anatexites à cordiérite. L'apophyse occidentale montre des faciès variés alors que dans l'apophyse orientale largement recouverte par des sédiments tertiaires et par des formations superficielles argileuses à quartz, les faciès sont peu diversifiés.

γ^4 . **Granodiorite à biotite ± amphibole de Condat.** Ce faciès s'altérant en une arène grossière affleure au cœur de l'apophyse occidentale. Macroscopiquement, c'est une roche à gros grain ($\sim 0,75$ cm) plus ou moins porphyrique à biotite, amphibole fréquente (en association étroite avec la biotite et constituant environ 10 % de la roche), plagioclase calcique automorphe (oligoclase-andesine), quartz interstitiel, phénocristaux souvent pluricentimétriques de feldspath potassique perthitique et pœcilitique.

Sur le plan chimique (analyse de l'échantillon 0429 prélevé dans le ruisseau, 500 m au S de Chervalanges) les teneurs en CaO 2,95 % ; FeO 3,85 % ; Fe_2O_3 0,80 % ; MgO 2,35 % et CaO 2,95 % pour SiO_2 64,40 % ; K_2O 4,35 % ; Na_2O 2,95 % correspondent à une granodiorite ; dans la représentation de Delon et Lefort (fig. 3) cette granodiorite se situe sur la lignée évolutive calco-alkaline, ce qui est confirmé par la composition des biotites (analyses C2-0429, tableau 2 ; fig. 1-2-3-4). Dans la région de Beaubière (sortie NE du hameau), on trouve des enclaves décimétriques arrondies de composition dioritique à plagioclase saussuritisé, biotite, hornblende, clinopyroxène, feldspath potassique tardif et apatite abondante.

A 1 km au N de Souazet, affleure un faciès microgrenu à hornblende (γ^4-1) correspondant soit à une bordure figée de cette granodiorite, soit à une enclave (fig. 2, 3 et 4).

γ^4b . **Granodiorite à biotite.** C'est une roche à grain moyen riche en biotite que l'on rencontre sporadiquement au contact des anatexites ; quelques affleurements ont été observés près de Meneix et dans la région d'Herment, au lieu-dit Barailles. Ce faciès correspond au type granodioritique largement représenté sur la feuille Guéret et considéré comme la « semelle » du massif de Guéret.

γ^{3-4} . **Monzogranite à biotite et cordiérite, riche en biotite (tendance granodioritique).** Ce faciès affleurant dans la région de la Siauve (ancienne car-

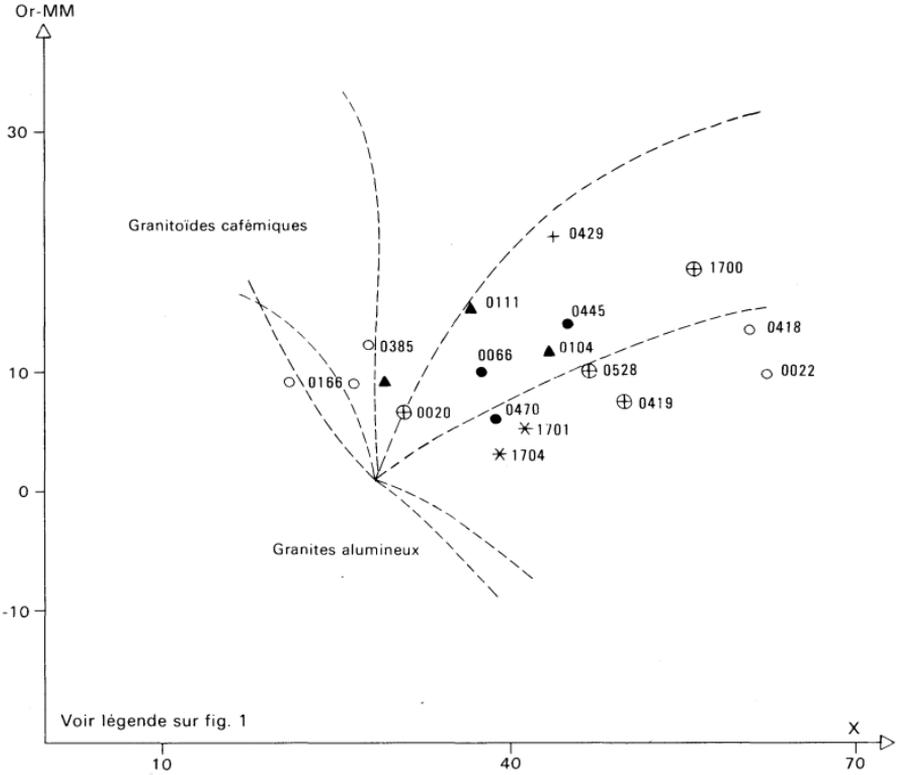


Fig. 2 - Position des migmatites et des granites de Guéret et de Charensat dans le diagramme X/Or-MM (d'après de la Roche, 1980b)

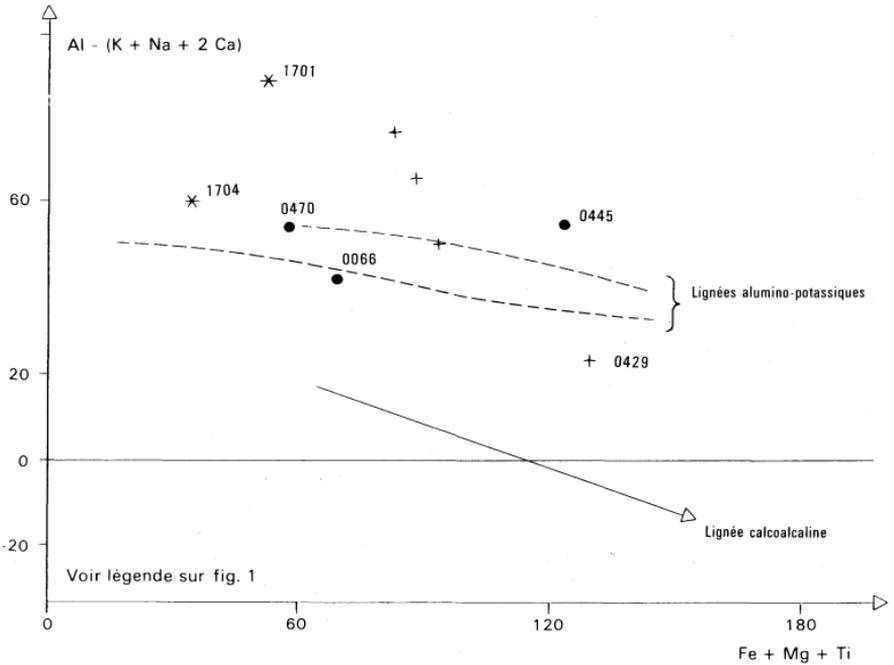


Fig. 3 - Position des migmatites et des granites de Guéret et de Charensat dans le diagramme de Debon et Le Fort (1982)

rière, 100 m au S du hameau) est une roche sombre à grain moyen, hétérogène, localement porphyrique et planaire ; des parties riches en biotite orientée de grain fin à moyen voisinent avec des passées porphyriques où les feldspaths potassiques peuvent atteindre 4 x 2 cm. En lame mince : texture grenue hypidiomorphe ; plagioclases automorphes zonés ($An_{20} \rightarrow An_{34}$), microcline automorphe perthitique à inclusions de plagioclases ; quartz interstitiel en plages polycristallines, biotite planaire ($\sim 10\%$), cordiérite disséminée, apatite zircon.

Sur le plan chimique (analyse 0445, tableau 2), les teneurs en SiO_2 modérées (64,50 %), en éléments cafémiques élevées ($FeO = 3,59$; $Fe_2O_3 = 1,07$; $MgO = 2,01$ et $CaO = 2,67$) et en alcalins moyennes ($Na_2O = 2,96$; $K_2O = 3,53$) le situent dans le champ des granodiorites ; c'est un terme plus potassique et plus alumineux que le précédent (γ^{4b}). Dans les diagrammes représentatifs de Leterrier et de la Roche (fig. 1, 2, 3 et 4) il correspond à une granodiorite appartenant à la lignée aluminopotassique.

γ^3M . **Monzogranite porphyrique à biotite et cordiérite.** Plus leucocrate que le précédent, à cordiérite automorphe abondante et phénocristaux de feldspath potassique pluricentimétriques, ce faciès affleure à l'Ouest et au Sud du faciès précédent et dans l'apophyse orientale (affleurement type dans la vallée à environ 500 m au N de Bargignat). En lame mince : texture grenue hypidiomorphe à tendance monzonitique, feldspath potassique automorphe ou xénomorphe incluant du plagioclase, plagioclase automorphe zoné, quartz interstitiel, biotite rarement automorphe, rougeâtre et chargée de zircon, cordiérite automorphe pinnitisée et séricitisée, muscovite secondaire, apatite et zircon.

La composition chimique (analyses 0066 et 0470 ; tableau 2) est caractérisée par une teneur en SiO_2 élevée (69,30 %), en éléments cafémiques modérée ($Fe_2O_3 = 0,53$; $FeO = 2,15$; $MgO = 1,13$; $CaO = 1,60$) et en alcalins élevée ($Na_2O = 2,93$; $K_2O = 4,43$) situant ce type dans le champ des granites de la lignée aluminopotassique (fig. 2 et 3). Le chimisme, la texture et la composition minéralogique de ce faciès, correspondent à ceux du granite de type Peyrabout affleurant sur la feuille Guéret. La composition des biotites (analyses 0066 et c 1, tableau 3) correspond à celle des biotites de l'association aluminopotassique de type Guéret (fig. 4).

γ^2m . **Granites leucocrates à biotite, muscovite et cordiérite.** Ce type défini dans une carrière artisanale près de Trachaize (au N de Voingt) affleure au SW du granite. C'est une roche à grain plutôt fin, beige rosé, à biotite disséminée, muscovite et rare cordiérite. En lame mince : texture grenue hypidiomorphe planaire ; plagioclase automorphe (oligoclase acide) prédominant, feldspath potassique perthitique xénomorphe, myrmékites, quartz, biotite incluant de nombreux zircons, muscovite primaire abondante, rare cordiérite rétro-morphosée, apatite et rares oxydes. Il faut remarquer que ces granites leucocrates affleurent autour d'une plage de faciès granitoïde intermédiaire, c'est-à-dire en liaison avec des faciès d'anatexie.

Structure et mise en place du granite de Guéret

Cartographiquement, le contact du granite de Guéret avec les anatexites à

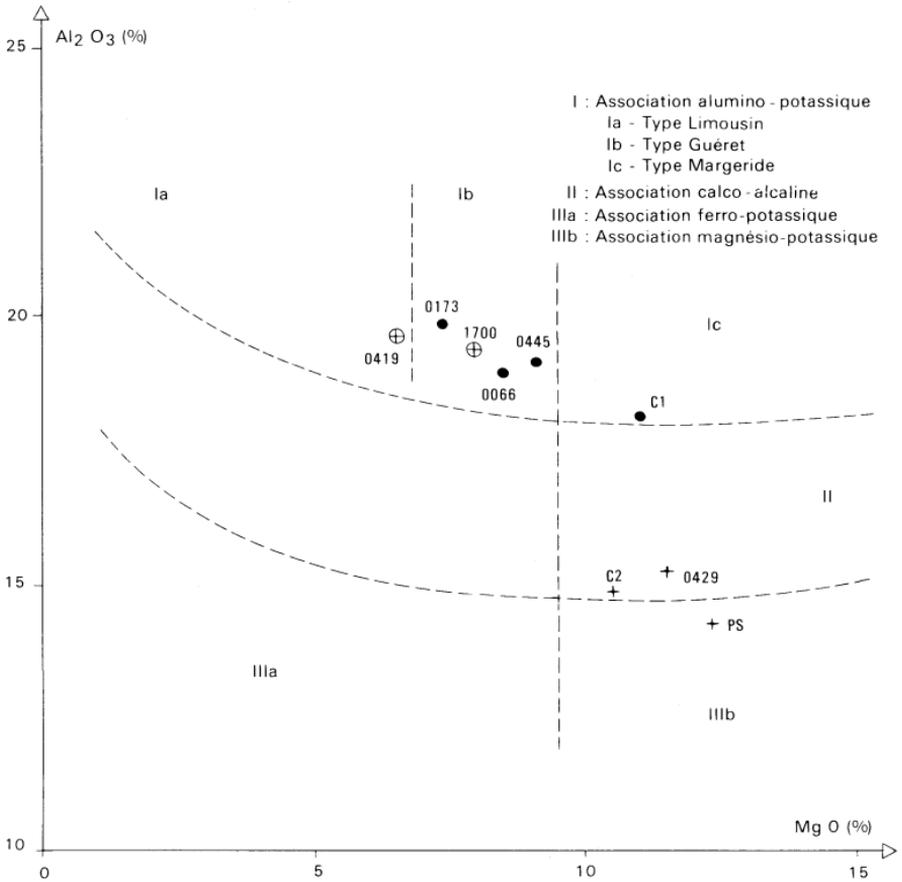


Fig. 4 - Composition des biotites, des migmatites et des granites de Guéret (Nachit *et al.*, 1985)

cordiérite semble intrusif et discordant ; mais nous avons vu (§ roches métamorphiques) que dans le détail il est marqué par une zone de transition d'importance variable, dans laquelle on passe d'un affleurement de diatexite à un affleurement de granite (sans jamais observer le contact) et où l'on trouve le faciès d'anatexite granitoïde riche en cordiérite $M\gamma_c$, ou à biotite $M\gamma_b$. C'est également dans cette zone de transition qu'affleurent la granodiorite sombre γ^4_b et les granites leucocrates γ^2_m .

Les mesures d'anisotropie de la susceptibilité magnétique réalisées par O. Jover (1986) à l'échelle du massif de Guéret montrent que les linéations dans les migmatites sont constantes et remarquablement concordantes avec celles du granite (co-structuration).

Par ailleurs les données géochronologiques confirment la simultanéité de l'anatexite (356 ± 10 Ma ; Duthou, 1984) et de « granitisation » (356 ± 8 Ma ; Berthier *et al.*, 1979).

Ces faits pourraient permettre d'envisager que cette co-structuration soit

la marque pour les granites de Guéret, d'une importante fusion anatectique *in situ*, au sein d'une pile métamorphique en cours de déformation. Mais la valeur élevée du rapport isotopique initial du strontium (= 0,7058), ainsi que la présence de faciès granodioritiques à amphibole (γ^4) et riches en biotite (γ^{4b}) présentant des affinités géochimiques avec les séries calco-alkalines suggèrent la participation de matériaux d'origine profonde. La structure homogène et concordante du granite avec son soubassement métamorphique, avec des linéations portées par des plans peu pentés sont, pour O. Jover, la signature d'une mise en place syncinématique du granite dans un contexte de chevauchement.

Roches filoniennes

$\mu\gamma$. **Microgranites filoniens.** Ces filons ont une direction moyenne N 45° ; direction qui correspond par ailleurs à celle de la fracturation régionale relayant le Sillon houiller à l'Ouest. Les principaux sont ceux d'Angoilas—Chassignol au SW, des Pardelières, de Trachaize, Chénérailles, Bavard—les Huiards et Lavergne au NW de la feuille.

L'étude pétrographique a été faite sur le filon Angoilas—Chassignol, face à la carrière des Aymards. Macroscopiquement, c'est une roche grise à phénocristaux blancs (souvent centimétriques) de feldspath potassique et plagioclase, quartz automorphe et biotite. Au microscope, la mésostase montre des feldspaths en lattes, du quartz interstitiel et de la biotite chloritisée ; apatite, zircons et oxydes sont abondants.

Sur le plan chimique, la composition est celle d'un granite ($\text{SiO}_2 = 73,30\%$; $\text{Na}_2\text{O} = 2,80\%$ et $\text{K}_2\text{O} = 5,40\%$ pour des teneurs faibles ou modérées en éléments cafémiques (analyse 0137, tableau 2).

d θ . **Lamprophyre.** Les affleurements sont très rares dans ce secteur. Un filon a été observé en place dans la carrière proche des Aymards, avec une puissance d'environ 2 m, au sein des migmatites, l'ensemble étant fortement altéré.

En lame mince : texture doléritique, plagioclase en lattes, biotite chloritisée, rare quartz interstitiel, leucoxène et apatite ; remplacement de minéraux ferromagnésiens par du carbonate, évoquant d'anciennes olivines.

Q. **Filons de quartz et filons minéralisés** : cf. chapitre « Gîtes minéraux ».

Domaine oriental

Roches métamorphiques et granites associés.

ξ ¹⁻²_{bi-m.} **Micaschistes alumineux.** Très feuilletés, riches en micas, ils s'altèrent facilement et marquent peu la topographie ; ils affleurent le long des ruisseaux (petit Sioulet au Sud de Tortebesse, Ribbe au NE de Sauvagnat, Miouze au SE du granite de Gelles) et des exploitations artisanales sont ouvertes le long de la D 204 entre Sauvagnat et l'Étival, au Sud le long de la D 11 entre Taillefer et Tortebesse et au Nord de Tortebesse. Macroscopi-

quement ce sont des roches riches en muscovite, biotite (\pm chlorite) avec de petits feldspaths blancs millimétriques ; grenats et silicates d'alumine sont généralement peu visibles. En lame mince : quartz prédominant, albite en ocelles poëcilitiques, biotite et muscovite orientées suivant deux directions de schistosité ; grenat (ξ^{1-2}_g), staurotide (ξ^{1-2}_{st}) observée dans la région de Tortebeffe et au Sud de la Miouze ; sillimanite (ξ^{1-2}_s) présente uniquement au SE du granite de Gelles ; andalousite (ξ^{1-2}_a) tardive incluant la paragenèse à biotite-staurotide-sillimanite.

$\xi\lambda^3$. **Micaschistes quartzo-feldspathiques.** Ces roches dures, résistantes, d'aspect gneissique sont souvent intercalées dans les micaschistes alumineux (ex. le long du Petit Sioulet au Sud de Tortebeffe) et prédominent nettement au Nord de l'ensemble micaschisteux (région de Fargoulas). En lame mince : quartz et albite prédominants, biotite et muscovite disséminées ou plus abondantes dans des niveaux phylliteux.

ζ^{1-2} . **Gneiss à biotite, sillimanite et muscovite.** Sur le plan pétrographique ce faciès affleurant le long d'une bande N-S Bunlay—St-Hilaire-des-Monges ainsi qu'au Sud du granite de Gelles, diffère peu des micaschistes précédents si ce n'est par la présence de sillimanite. Mais structuralement ils en sont séparés par un accident et le style tectonique y est différent : les directions de la foliation sont d'environ N 10 E avec des pendages généralement plus forts.

ζ^S . **Gneiss à biotite, sillimanite et orthose.** Cet ensemble affleure au centre de la feuille (N du granite de Gelles, St-Hilaire-des-Monges, Pontaumur, la Ganne-Ballot), au SE du granite de Gelles et au N de Pontgibaud ; ils apparaissent le long de la RN 141 entre Bromont et Provenchère en fenêtre dans les migmatites.

Les faciès lithologiques sont diversifiés mais le manque d'affleurements rend leur cartographie difficile.

Le type moyen correspond à une roche à grain fin nettement foliée à niveaux quartzo-feldspathiques et à niveaux biotitiques à sillimanite marquant la foliation principale. Le feldspath potassique est visible en lame mince, le grenat fréquent, ainsi que la muscovite secondaire. L'association paragenétique biotite-sillimanite-feldspath potassique est typique de l'amphibolite faciès.

Variations lithologiques :

ζ^S . **types hyperbiotitiques :** très sombres, affleurant entre Salmondèche et Buchelier.

$\circ\zeta^S$. **types à nodules de sillimanite blancs,** centimétriques et aplatis dans la foliation, affleurant de part et d'autre du Besanton entre St-Hilaire-des-Monges et Cisternes.

$\zeta\lambda^3$. **type quartzo-feldspathique** comparable aux micaschistes ($\zeta\lambda^3$), au NE et à l'Est de St-Hilaire-des-Monges et au SE du granite de Gelles.

ζ^{1-2} . **type à cordiérite** (en petites taches arrondies verdâtres) conférant à ces gneiss un aspect particulier et marquant le passage aux métatexites, à l'E du Chaumeix et au N des Terrades. Ils subsistent également en restites dans les anatexites (région de Cisternes).

λ^3 . **Leptynites** de grain fin, à biotite, intercalées dans les métatexites au S de Cisternes et en niveaux plus réduits au Feuillassou (D 80) et dans les environs de Marcoueix (RN 141).

ζ^{1-2} et ζ^{1-2} . **Paragneiss** injectés de mobilisats granitiques leucocrates souvent concordants dans le secteur la Faye—Châtard entre Pontaurmur et Marcoueix (ζ^{1-2}) et particulièrement abondants autour de Villevieille, c'est-à-dire proches de la zone des migmatites.

ζ . **Orthogneiss**. Il s'agit de gneiss œillés caractérisés par une grande homogénéité, affleurant au centre de la feuille autour de la Forêt en un « massif » bien individualisé au sein des paragneiss alumineux et à l'Est aux environs de Banières, mais de manière plus discontinue.

Les orthogneiss de Banières ont été étudiés par J.M. Négroni (1981). La paragenèse (quartz, plagioclase acide, feldspath potassique abondant dans lequel on distingue d'anciens phénocristaux déformés, biotite automorphe matérialisant la foliation, grenat ante à synmétamorphe, zircon et apatite) ainsi que la composition chimique (homogénéité et composition moyenne de granite à biotite à caractère siliceux ; analyses PB1 à PB9, tableau 5) s'accordent avec une origine orthodérivée pour ces gneiss susceptibles d'atteindre la limite de l'anatexie du fait de leur composition proche de l'eutectique granitique. Leur extension à l'Est de la carte ainsi que leurs relations avec les gneiss migmatitiques encaissants étant mal connues, il est difficile de préciser leur gisement originel (bordure de massif ou filon peu épais).

Il en va autrement de l'orthogneiss de la Forêt dont la texture œillée et l'homogénéité suggèrent d'emblée une origine orthodérivée. De beaux affleurements sont visibles dans le village de la Forêt. C'est une roche claire, pauvre en biotite, à feldspaths potassiques amygdalaires pluricentimétriques et montrant fréquemment des flammèches de sillimanite. Au bord du Petit Besanton affleurent des faciès leucocrates à grain plus fin, non porphyriques, que l'on peut interpréter soit comme la bordure du granite, soit comme des faciès arkosiques provenant de la dégradation de ce granite ; leur affinité avec l'orthogneiss œillé est nette et ils se différencient parfaitement des paragneiss encaissants. En lame mince : texture granoblastique porphyrique résiduelle ; anciens phénocristaux de feldspath potassique poëcilitique (incluant quartz et plagioclase) à frange albitique maclés Carlsbad recristallisés en sous-grains de microcline perthitique, parfois bordés de myrmékites ; fond granoblastique à proportion de quartz-plagioclase (albite-oligoclase)-microcline variables et habitus du microcline en « éponge » autour du plagioclase suggérant un début d'anatexie ; biotite chloritisée orientée (<5 %) ; flammèches de sillimanite partiellement rétrotransformées en muscovite et souvent incluses dans de grandes plages de quartz ; grenat fréquent ; muscovite primaire (associée à la biotite) et secondaire ; apatite et zircon. Localement l'orthogneiss est affecté par une silicification filonienne

accompagnée ou non de chlorites hydrothermales. Les faciès de bordure ont une minéralogie comparable mais la répartition du feldspath potassique y est plus hétérogène.

Il faut donc remarquer les analogies entre orthogneiss de la Forêt et de Banières : composition chimique de granite, textures magmatiques, rééquilibrage probable de l'état structural du feldspath potassique, stabilité de l'assemblage biotite-grenat-sillimanite et feldspath potassique, c'est-à-dire conditions thermodynamiques du faciès amphibolite ; anatexie discrète.

δ^{11} . **Amphibolites.** Des niveaux plus ou moins continus et concordants sont intercalés dans des gneiss à tendance leptynique et parfois dans des gneiss à cordiérite. Elles sont connues dans deux secteurs : à Roure dans les haldes de la mine (où l'on trouve également des gneiss amphiboliques) et en sondage dans la partie sud de la structure minéralisée où J.M. Négroni a pu préciser leur position structurale, proche de la discontinuité qui sépare le domaine des paragneiss à biotite-sillimanite de celui des gneiss et anatexites à cordiérite ; dans le ravin situé immédiatement au Nord du ruisseau de Villedelongue (1 km au NNW de Péchadoire) elles forment un niveau continu sur quelques centaines de mètres. Macroscopiquement elles sont caractérisées par leur teinte sombre, un aspect massif localement rubané, une orientation planaire matérialisée par une linéation minérale dans les faciès riches en amphibole et une grande variété texturale reflétant des variations dans les proportions minéralogiques et les phénomènes de mobilisation (notamment à Roure), confirmées par l'examen microscopique. Paragenèse minéralogique : hornblende verte, biotite, clinopyroxène, plagioclase, feldspath potassique, quartz, sphène abondant, apatite, zircon, épidote et calcite secondaires, évoluant de termes à amphibole ou amphibole-biotite vers des termes à amphibole-pyroxène, en accord avec les conditions du faciès amphibolite de l'encaissant. Les analyses chimiques (tableau 6) indiquent un caractère très alumineux et très calcique. Le nombre restreint des affleurements et des analyses ne permet pas de discuter de l'origine et de la signification géodynamique de ces formations basiques.

M_{2c}. **Métatexites à cordiérite.** La foliation est encore bien marquée mais la remobilisation se traduit par l'épaississement des lits quartzo-feldspathiques et peut, lorsqu'elle s'accroît, donner à la foliation un aspect contourné. Les roches affleurent largement au NE de Pontaumur, autour et à l'Est de Cisternes, entre Bromont-Lamothe et le granite de Gelles, entre Pontgibaud et Chapdes-Beaufort ainsi qu'en panneaux – restites à l'Est de la Goutelle et à l'Ouest de Montfermy – (affleurements abondants au SE de Côte-Faite et le long du ruisseau Tourdoux avant son confluent avec la Sioule). Composition minéralogique moyenne : quartz, plagioclase (An₂₅₋₃₀), microcline en proportion très variable, biotite, cordiérite abondante pinnitisée ou remplacée par l'assemblage chlorite-muscovite, sillimanite en amas fibrolitiques reliques souvent remplacés par de la muscovite, grenat fréquent, apatite, sphène, zircon, rutile et minéraux opaques. Leur composition chimique est comparable à celle des diatexites et anatexites granitoïdes du domaine occidental (tableau 1 ; fig. 1 et 2).

M_{2c}. **Diatexites à cordiérite.** L'augmentation importante du taux de fusion anatectique aboutit à une disparition progressive de la foliation ; la structure

devient nébulitique ou même localement grenue équante avec des taches pluricentimétriques de cordiérite (faciès « aubussonnite »). Beaux affleurements le long du ruisseau Teissoux, en particulier à l'Est du Veyrial.

En lame mince : dans les types nébulitiques leucosome à quartz, plagioclase (oligoclase moyen) subautomorphe, microcline xénomorphe pœcilitique envahissant le plagioclase, muscovite secondaire, apatite ; mélanosome à plagioclase plus calcique, biotite et cordiérite abondantes en amas souvent orientés, sillimanite (blindée dans la cordiérite) et grenat fréquents ; dans les types équants, texture granoblastique et composition minéralogique à quartz, plagioclase, microcline, biotite et cordiérite constituant avec le quartz des plages à aspect de cocardes. Sur le plan géochimique, ces roches se rapprochent des granites et diatexites à cordiérite (tableau 1 ; fig. 1 et 2).

Mζ_b. Métatexites à biotite. Ces roches gris clair à lits biotitiques plus ou moins importants, affleurent largement à l'Est et au SE de St-Pierre-le-Chastel et en intercalations dans les métatexites à cordiérite (secteur de la Quarte à l'Ouest du ruisseau le Tourdoux et de Triolet, limite nord de la carte). Elle sont comparables aux migmatites à biotite de la série du Chavannon affleurant dans le domaine occidental de la feuille.

Les roches granitiques associées aux mignatites appartiennent à 2 ensembles : des granites à biotite à grain fin en petits massifs ou localement filoniens γ^2_{c} et γ^2_{c} et des granites leucocrates filoniens γ^1 .

Les affleurements, abondants, mais souvent peu étendus, ne sont pas tous reportables sur la carte. Les contacts avec l'encaissant sont nettement sécants et il n'existe pas de faciès de transition avec les anatexites. Étant donné le rôle structural important de ces roches dans la mise en place des minéralisations plombo-zincifères, une étude pétrographique et géochimique détaillée a été menée par J.M. Négroni (1981).

γ^2_{c} et γ^2_{c} . **Granites calco-alkalins et granites fins.** Ce sont des roches gris clair à biotite et cordiérite, parfois muscovite ; le grain est fin (voire très fin) et localement on distingue une orientation planaire discrète. En lame mince : texture généralement grenue hypidiomorphe ou microgrenue porphyrique (γ^2_{c} comme pour certains faciès d'aspect « lavique » affleurant le long du Teissoux ou au Nord de Cornet) ; quartz abondant (xéno- ou automorphe), feldspath potassique à tendance automorphe micropertthitique et pœcilitique (parfois des ébauches de micro-pegmatites comme au moulin de Teissoux), plagioclase automorphe zoné (en moyenne An₂₅) plus abondant que le feldspath potassique, biotite chloritisée, cordiérite fréquente souvent automorphe mais rétomorphosée (en pinnite et muscovite), exceptionnellement associée à du grenat ou en amas incluant de la sillimanite (association héritée) ; andalousite exceptionnelle (à l'Est de Miremont), muscovite généralement secondaire, zircon, apatite et oxydes.

Les faciès analysés correspondent aux échantillons MG1 - MG2 - MG3 (tableau 4).

γ^1 . **Leucogranites filoniens.** Ces filons homogènes ont une forme générale lenticulaire et leur puissance excède rarement 2 m. Ils sont bien représentés au Sud de la Goutelle, le long du ruisseau Laveau (NE de la Goutelle) et au Nord du Puy Maladroit. Macroscopiquement ce sont des roches équantes à grain fin, très leucocrates et à muscovite visible à l'œil nu.

En lame mince : texture légèrement hétérogranulaire ; quartz et feldspath potassiques xénomorphes abondants, plagioclase subautomorphe (An_{5-10}), rare biotite chloritisée, muscovite primaire abondante en cristaux généralement automorphes, parfois squelettiques ou secondaires en association pœcilitique avec le quartz ; andalousite fréquente en plages résiduelles dans la muscovite, ayant cristallisé au stade magmatique sous une forte PH_{20} et ayant été préservée au sein de la muscovite primaire par un phénomène de trempe dans ces faciès filoniens ; tourmaline abondante dans certains faciès en cristaux pœcilitiques tardifs, apatite, zircon, oxydes.

Sur le plan chimique (analyses n° LG16, LG17, LG18 et LG20, tableau 4) les leucogranites sont plus siliceux, plus potassiques, moins calciques et moins riches en MgO et TiO_2 que les granites à biotite ; ils sont appauvris en Ba et Sr et enrichis en Rb. Les diagrammes d'évolution Rb/Sr montrent d'autre part que les conditions de formation et d'évolution sont différentes pour ces deux ensembles granitiques.

Structure des roches métamorphiques

● Micaschistes

Les micaschistes affleurant sur la feuille Pontgibaud appartiennent à l'ensemble des schistes cristallins de la région de Bourg-Lastic, situé entre le granite de Gelles, le Sillon houiller au Nord et la vallée de la Dordogne au Sud qui a été l'objet d'études pétrographique et structurale détaillées (P. Tempier, 1974).

C'est un ensemble d'origine grésopélitique dans lequel on a distingué deux faciès extrêmes : un faciès alumineux riche en phyllites (ξ_{bi-m}^{1-2}) prédominant dans ce secteur et un faciès quartzo-feldspathique (λ^3).

Foliations et plissements. Les données structurales concernant les micaschistes de la série de Bourg-Lastic résultent des travaux réalisés au Sud du granite de Gelles par P. Tempier et A. Fernandez (1974, 1977). Au moins deux foliations et quatre phases de plissement ont été mises en évidence. La première foliation, F_1 omniprésente et visible à toutes les échelles, mimétique sur la stratification, avec cristallisation métamorphique, détermine les grandes structures régionales en particulier les plis isoclinaux à 45° (P_1 , observables au SE du granite de Gelles). La deuxième foliation, F_2 , disposée suivant les plans axiaux des plis isoclinaux est oblique sur la lithologie, elle est elle-même engagée dans des plis plus modérés. Viennent ensuite des plissements successifs non isoclinaux : P_2 de direction $90-100^\circ$, dont les axes plongent presque en totalité à l'Est avec des valeurs moyennes de $30-40^\circ$ et dont les plans axiaux ont en général un pendage variable éloigné de la verticale ; P_3 à 140° bien représenté au Sud de Tortebesse avec des axes plongeant

vers le SE de 10 à 40° et des plans axiaux verticaux ou pentés vers le NE ; P₄ à 160-170° au Sud de la région concernée et à 180° entre la faille de Prondines et le Sillon houiller avec des axes plongeant doucement vers le Nord au voisinage du granite.

Métamorphisme. Le premier épisode métamorphique créant la foliation F₁ est caractérisé par l'apparition de paragenèses minérales appartenant au faciès amphibolite d'un métamorphisme barrovien : biotite, muscovite, almandin, staurotide ± sillimanite ; à l'Ouest et au SW du granite de Gelles la paragenèse est à staurotide ± almandin, alors qu'au SE (affleurements entre le moulin de Chalusset et le Colombier, le long de la Miouze) la sillimanite remplace la staurotide, ces deux minéraux pouvant coexister à l'affleurement. P. Tempier explique l'existence de ces deux aires à paragenèse distincte mais appartenant au même épisode métamorphique, par la présence de plis à 45° plongeant vers le SW qui, affectant F₁ et créant F₂ font apparaître dans la partie orientale de la série des zones plus profondes que dans la partie occidentale. Le climat métamorphique présidant à la création de F₁ se poursuit jusqu'à l'apparition de F₂ (staurotide et andalousite cristallisent suivant F₁ et F₂) ; puis l'intensité décroît, comme l'indique la cristallisation de chlorite suivant F₂.

L'andalousite observée dans les micaschistes alumineux (et dont la présence est donc liée à la lithologie) le long de la vallée de la Miouze et au NW du granite de Gelles (à la Courtille), englobe les autres minéraux (en particulier la staurotide et la sillimanite), ne présente jamais de déformation optique et recoupe les plis ; elle a donc cristallisé postérieurement à tous les plissements et traduit un climat métamorphique de type basse pression - haute température.

● *Gneiss.*

Au Nord du granite de Gelles entre Cisternes et Prondines, les gneiss à biotite et sillimanite dessinent des plis kilométriques très ouverts dont les axes de direction N 160 à N 10 E plongent de 10 à 20° vers le Nord au voisinage du granite et qui appartiennent à la phase de plissement P₄ définie dans la série de Bourg-Lastic (P. Tempier, 1977). Au Nord de Cisternes la foliation varie de N-S à N 20 E ; une structure synclinale apparaît le long du Sillon houiller avec un axe N 20-30 E plongeant de 15° vers le Sud.

A l'Est du granite de Gelles et de la faille de Pontgibaud, les paragenèses présentent une structure assez monotone caractérisée par une foliation peu pentée et l'absence de structures plissées importantes. Dans la partie la plus méridionale (au Sud du village la Miouze) la direction N 40 E de la foliation est relayée par une direction N 160 à proximité de la faille de Pontgibaud. Dans la région de St-Pierre-le-Chastel, la direction de la foliation est relativement constante et proche de 45° avec des pendages faibles ; les plis ouverts cylindriques rappellent les structures de la zone de Cisternes.

Dans la région de Chapdes-Beaufort les plans de foliation sont pratiquement horizontaux.

Dans le secteur de la Goutelle les foliations subhorizontales dessinent une vaste structure synclinale.

Entre St-Hilaire-des-Monges et Bunlay, la foliation varie de N-S à N 30 E avec des pendages variables mais souvent assez forts contrastant avec les structures peu pentées, observées dans les micaschistes.

● **Migmatites.**

Au Sud de Miremont, la foliation subhorizontale dans les gneiss devient très redressée dans la zone des migmatites, avec une direction de foliation NNE - SSW ou NE-SW et des plis serrés isoclinaux.

A l'Est de la Goutelle les migmatites à cordiérite conservent une structure cohérente malgré l'importance de la remobilisation. La foliation orientée N 120-130 dans la partie ouest devient progressivement N 30-40 dans la région qui encasse le faisceau de Pontgibaud. Les pendages sont nettement supérieurs à 60° et le plus souvent dirigés vers le Nord. Deux types de plis ont pu être définis par l'analyse stéréographique (J.M. Négroni, 1981) : des plis cylindriques et très ouverts dont l'axe orienté N 140-150 E plonge systématiquement vers le NW (de 50°) et des plis plus serrés de type isoclinal dont l'axe de direction N 50-60 E plonge soit vers le Sud, soit vers le Nord sous un angle de 60° et qui sont affectés par les précédents.

Relations gneiss - migmatites.

Il faut donc souligner la discordance structurale existant entre l'unité des gneiss à sillimanite à foliation subhorizontale assez monotone dans lesquels les phases de plissement P₃ et P₄ sont représentées par des plis cylindriques très ouverts d'axe N 20° avec un plan axial subvertical et l'unité des migmatites à cordiérite à foliation très redressée conservant malgré la remobilisation l'empreinte des structures plissées isoclinales d'axe N 50-60° reprises par un plissement (P₄) dont l'axe N 140-150° plonge généralement vers le Nord-Ouest.

Cette discontinuité observée dans les structures laissent supposer l'existence d'un contact chevauchant entre les gneiss (appartenant à l'unité inférieure, P. Ledru *et al.*, 1989) et les migmatites qui seraient le prolongement des migmatites de l'Artense (affleurant au Sud-Est, feuilles Brioude et La Tour-d'Auvergne) attribuées à l'unité supérieure des gneiss. La présence de niveaux d'amphibolites caractériserait la base de cette unité.

Roches intrusives

γ_c². **Granite du Claveix.** Ce petit massif d'une superficie moyenne de 12 km² affleure au NE du granite de Gelles, au sein des anatexites à cordiérite. Dans sa partie sud il affleure en massif alors que dans sa partie nord il tend à devenir filonien.

Macroscopiquement, c'est une roche grise finement grenue (la granulométrie varie peu) ; la biotite en proportion variable souligne localement une

orientation planaire ; la cordiérite et la muscovite sont parfois visibles à l'œil nu.

En lame mince : texture grenue à tendance équigranulaire ; quartz xénomorphe déformé en amas polycristallins engrenés, en symplectites avec la muscovite et interstitiel ; feldspath potassique microperthitique xénomorphe, parfois à bordure pœcilitique ; plagioclase zoné (An_{25-30}) automorphe prédominant, biotite \pm chloritisée, muscovite primaire (crystallisation tardive) et, surtout, secondaire ; cordiérite rétromorphosée en cristaux isolés (probablement magmatiques) ou en amas pœcilitiques (probablement hérités) ; andalousite exceptionnelle ; apatite, zircon et opaques surtout inclus dans les biotites. Les rétromorphoses des biotites, feldspaths et cordiérite traduisent une activité tardi- à post-magmatique importante qui peut être rapportée selon J.M. Négroni, d'une part à la circulation des fluides dans ce granite de type filonien, avec concentration apicale en fin de cristallisation, d'autre part à un apport supplémentaire de fluides au moment de la mise en place du granite de Gelles en lame intrusive dans le granite de Claveix. La déformation syn- à post-magmatique se traduit par une torsion des biotites et par la granulation intense du quartz.

Sur le plan géochimique (analyses CL, tableau 7) il faut noter une certaine hétérogénéité à l'échelle du massif ; en moyenne ce granite présente un caractère alumineux, des teneurs en CaO faibles et en constituants mafiques réduites. Les teneurs en F et Li sont faibles malgré l'intense activité deutérique et peu favorables à une activité métallogénique.

Les **microgranites aphyriques** associés se situent à l'extrémité nord du granite de Claveix ; ces lames d'une puissance de quelques centaines de mètres semblent s'être mises en place dans les zones de contact du granite de Claveix. De teinte claire, équante, dépourvus de mégacristaux ils ont une texture microgrenue à deux générations de cristaux : d'abord quartz, plagioclase (An_{30-35}), biotite et cordiérite, puis mésostase à quartz, plagioclase, feldspath potassique, muscovite. Chimiquement ils diffèrent du granite de Claveix par une plus forte teneur en FeO, MgO, Ni et Cr et par un appauvrissement en Sr (analyses GM1 à GM3, tableau 10).

²_o γc. **Granite porphyroïde de Gelles et roches associées.** Ce massif intrusif et sécant, grossièrement elliptique, orienté E-W, est encaissé par les micaschistes (à l'Ouest), par les gneiss (au N et au SE) et par les migmatites (au N et au NE).

C'est un granite clair à texture grenue porphyroïde et de grain grossier. Macroscopiquement on distingue : feldspath potassique en mégacristaux automorphes (taille ≤ 5 cm), orientation planaire ; biotite en quantité moyenne conférant au granite une teinte gris bleuté ; cordiérite et muscovite visibles à l'œil nu ; tourmaline se développant irrégulièrement soit en nids ou miaroles disséminés dans la roche, soit en veinules et ce dans deux zones privilégiées du massif (secteur de Mont-la-Côte et bordure NW près de l'Étival).

En lame mince : nombreuses inclusions de plagioclase, biotite et plus

rarement quartz dans les feldspaths potassiques microperthitiques maclés Carlsbad ; dans la mésostase plagioclase automorphe faiblement zonée (An_{20-25} en moyenne) à bordure albitique ; quartz d'aspect globulaire en amas polycristallins (témoignant d'une déformation et d'une granulation tardives au sein du granite) ; biotite automorphe souvent en amas ; cordiérite globulaire pinnitisée ou rétomorphosée en chlorite et muscovite, ayant cristallisé au stade magmatique et traduisant un caractère alumineux et peu calcique du magma ; muscovite soit secondaire, soit primaire mais tardive ; apatite, zircon et tourmaline d'origine pneumatolytique probablement post-magmatique, rares opaques.

$\mu\gamma^2$. **Faciès filonien du granite de Gelles.** En bordure du massif, le granite de Gelles présente deux apophyses filoniennes : l'une à l'Est (à proximité du ruisseau de Say, au Nord de la Miouze) où le faciès est porphyroïde et cataclastique, l'autre au Nord où l'on observe le passage continu du granite au microgranite qui est relayé vers le Nord par un important filon de microgranite mégaporphyrique. Les observations microtexturales (J.M. Négroni) montrent qu'il y a une évolution progressive conditionnée par le mode de mise en place (filon, intrusion plus ou moins superficielle) du magma granitique, accompagnée de faibles variations minérales (excepté pour la muscovite).

Aplites et pegmatites. A proximité des bordures du granite de Gelles se développent des aplites à tourmaline hololeucocrates d'aspect saccharoïde, dont le gisement est généralement filonien ou subfilonien et sécant par rapport au granite. Elles n'ont pas été toutes représentées sur la carte ; on peut en observer au NE du massif (Est du Puy Lacoux, près du carrefour de Mont-la-Côte sur la D 204), à l'Ouest près du carrefour de Cisternes-la-Forêt et près du carrefour de l'Étival et au SW dans le secteur de Tortebesse où l'on trouve également des pegmatites (P).

Ces aplites présentent quelques variations texturales et minéralogiques (en moyenne quartz, albite, feldspath potassique, muscovite, tourmaline et apatite).

Enclaves. Outre les rares enclaves gneissiques correspondant à l'encaissant métamorphique signalées sur la bordure nord du massif, le granite de Gelles renferme des enclaves microgrenues sombres en nombre restreint et avec une répartition aléatoire : à 500 m au NE de Gelles une enclave ovoïde d'environ 0,50 m à contours bien nets, à l'Ouest de l'Éclache enclaves aplaties de taille plus réduite à biotite planaire et de grain plus fin. En lame mince : texture finement grenue à tendance doléritique (c'est-à-dire magmatique), proportions variables de biotite et plagioclase prédominants, hornblende à l'Éclache, quartz, feldspath potassique exceptionnel (parfois en mégacristaux), apatite, zircon et opaques. La présence de hornblende dans l'une de ces enclaves suggère pour celle-ci une nature calco-alcaline ; ces enclaves ne sont donc pas co-génétiques du granite lui-même.

Roches hydrothermalisées. Au NW de Prondines, sur la D 204 à la bifurcation vers le Choumeix a été trouvée une roche hydrothermale à quartz, muscovite et tourmaline.

Les phénomènes hydrothermaux sont par ailleurs très développés au SW du massif dans les micaschistes en bordure nord du bois de la Ganne (présence de muscovite hydrothermale et de tourmaline) ainsi qu'au Nord (bois des Boges où affleure une cornéenne) ; l'effet thermique du granite se manifeste dans ces micaschistes par la cristallisation de cordiérite qui englobe l'andalousite.

Étude géochimique du granite de Gelles. Une étude géochimique détaillée sur un échantillonnage statistique a été conduite par J.M. Négroni et corrélée avec les résultats obtenus par la prospection de surface, dans le but de caractériser le magmatisme auquel paraissent associés les indices minéralisés en tungstène.

Les résultats de la géochimie des éléments majeurs dans le granite porphyroïde (tableau 9) montrent une teneur moyenne élevée en SiO_2 (71,70 %), un caractère peu calcique (1,13 %) et une faible teneur en éléments mafiques ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MgO} + \text{TiO}_2 + \text{MnO} = 2,78\%$) et des teneurs en Na_2O (3,35 %) et K_2O (5,10 %) constantes.

Ce granite s'intègre donc dans le domaine de leucogranites et les faibles variations des différents paramètres chimiques indiquent qu'au sein du massif il n'y a pas de différenciation magmatique.

L'étude de la distribution des éléments en traces, confirme le caractère très différencié et homogène du massif ; l'évolution des teneurs en Rb, Sr et Ba est compatible avec un léger fractionnement dans une lignée calco-alcaline ; celle des teneurs en B et en Be suggère l'amorce d'une spécialisation géochimique favorable au développement d'une activité pneumatolytique.

La cartographie des teneurs en fluor a fait ressortir 2 zones anormales (l'une autour de l'Éclache, l'autre plus à l'Est près de Villevieille et la Vergne) qui ne se juxtaposent pas à un phénomène de différenciation du granite porphyroïde mais qui pourraient être liées à des intrusions secondaires non affleurantes ; ces anomalies coïncident par contre avec la présence de points anormaux en tungstène (exprimés sous forme de scheelite localisée dans les microfissures), traduisant une activité pneumatolytique post magmatique.

Les résultats de l'étude géochimique (majeurs et traces, tableau 10) des faciès *microgrenus* montrent une évolution progressive sans discontinuité entre le granite et l'apophyse filonienne et traduisent une amorce de différenciation (légère augmentation des alcalins et diminution des constituants mafiques). Ces faciès *microgrenus* auraient pu se mettre en place à la faveur d'une injection latérale de magma granitique, directement issue de la bordure du massif, ce qui suppose un niveau de mise en place profond pour l'ensemble du massif.

Les *aprites* (tableau 11) sont caractérisées par une bonne homogénéité d'ensemble en relation avec leur mise en place contemporaine du granite, une richesse en SiO_2 et alcalins liée à leur caractère résiduel, un enrichissement en Rb et un appauvrissement en traces associées aux ferromagnésiens.

Les enclaves microgrenues sombres (tableau 12) correspondent à des liquides moins évolués avec des proportions plus fortes en éléments cafémiques. Elles représenteraient des fragments d'un matériel basique entraîné et morcelé lors de la mise en place du pluton.

Structure et mise en place du granite de Gelles. L'étude structurale (relations avec l'encaissant, étude de la pétrofabrication mésostructurale des faciès porphyriques et analyse du taux de déformation) du granite de Gelles (A. Fernandez, 1969 ; A. Fernandez et P. Tempier, 1977 ; J.M. Négroni, 1981) ont montré que la mise en place de ce massif granitique est postérieure à celle du granite de Claveix au Nord et à la phase de plissement P₄ (D 160-180) décelée dans la série métamorphique encaissante.

La structure du massif de granite porphyroïde est dissymétrique : les contacts sont très pentés dans la partie est et faiblement inclinés dans la partie ouest où le toit structural s'enfonce doucement sous les micaschistes. Ce changement brutal de plongement de part et d'autre de la faille de Prondines semble indiquer une différence dans le niveau structural atteint par l'érosion à l'Est et à l'Ouest de celle-ci, le bloc ouest étant moins érodé. En outre la superficie du massif, l'allure des contacts dans la partie ouest et la répartition des zones d'isodéformation témoignent du niveau structural élevé de la partie affleurante du massif.

Rapports granite de Gelles - tufs viséens. Âge de mise en place. Les relations entre le granite et les tufs viséens affleurant au Nord ont fait l'objet de nombreuses controverses. Garde (1920) et Jung (1934) considéraient un contact discordant avec nette antériorité du granite, Demay (1935) envisage la postériorité du granite qui métamorphiserait les tufs puis se rallie plus tard (Demay, 1941) aux conceptions de Garde et Jung. La découverte d'un niveau de schistes non métamorphiques à galets cristallins, appuyé sur le granite dans une tranchée d'amenée d'eau à Augères conforte Jung (1946) dans cette hypothèse que semblent appuyer par ailleurs les relations cartographiques apparentes des tufs de Villatiers—Augères avec le granite de Gelles, le granite de Claveix et les anatexites.

Les données géochronologiques concernant les deux unités granitiques (Gelles et Claveix) sont très réduites ; les mesures effectuées sur une dizaine d'échantillons (Duthou et Négroni, inédit) n'ont pas donné d'isochrone. La seule donnée significative est celle obtenue par A. Fernandez (1969) sur minéraux qui fournit un âge de 319 ± 12 Ma (constante $1.42 \cdot 10^{-11}$) mais elle ne peut être interprétée comme caractéristique de la mise en place ; elle représente tout au plus, un âge minimum.

Pour leur part les tufs de Villatiers sont comparables à ceux de la région de Manzat attribués au Viséen supérieur. Les levés cartographiques, l'étude structurale (fabrication mésostructurale du granite porphyroïde et analyse de la déformation) et les observations microscopiques des tufs au contact du granite établissent les faits suivants :

— présence d'un contact sécant intrusif par rapport au granite de Claveix qui, de ce fait, peut être considéré comme plus ancien et appartenant à la

génération des granites de type Guéret dont certains faciès ont été datés à 356 ± 10 Ma (Berthier *et al.*, 1979) ;

— développement d'une bordure microgrenue dans le granite, près du contact avec les tufs viséens ;

— présence de nids de biotite recristallisée, d'andalousite et de cordiérite, dans les tufs à proximité du granite et développement dans certains faciès d'une altération hydrothermale (à tourmaline et muscovite) ;

— mise en place post-tectonique déduite de l'étude comparative des taux de déformation.

Ces nouvelles données permettent de situer l'âge de mise en place du granite dans un intervalle de temps compris entre 356 et 319 Ma et proche de celui des tufs (330 Ma) mais légèrement postérieur.

Effet thermique et hydrothermal du granite de Gelles sur son encaissant. Dans les micaschistes, l'effet thermique de la mise en place du granite se traduit par la cristallisation de cordiérite, de muscovite (amas de grandes lamelles) et de chlorites : ces paragenèses ont été observées dans les micaschistes affleurant le long du ruisseau entre Neuviaille et Chez Rapas, à la Courtille, le long de la D 204 au SE de Sauvagnat, dans la région de Torte-besse et au Nord du bois de la Ganne (SW du granite) dans une zone riche en pegmatites où la muscovite hydrothermale est très abondante. Au SE du massif (Nord de la Miouze), les micaschistes sont recoupés par des filonnets à cordiérite et tourmaline. Au Nord de Prondines le long de la D 204, affleure une hydrothermalite à tourmaline.

Dans les tufs d'Augères—Villatiers on observe une recristallisation de la biotite, l'apparition d'andalousite, de muscovite hydrothermale et de feldspath potassique métasomatique.

γ^2_b . **Granite de Pulvérières.** Ce granite à caractère intrusif affleure peu à l'extrême NE de la feuille. Il a été décrit par A. Fernandez (1969). C'est un granite à biotite de grain moyen, gris clair, dans lequel on peut distinguer une faible orientation planaire de la biotite. Il a un caractère calco-alcalin monzonitique ; en lame mince : quartz en plages dentelliformes polycristallines, plagioclase (An_{33}) automorphe faiblement zoné, feldspath potassique xénomorphe maclé Carlsbad, plus rarement microcline, biotite fraîche et apatite. A l'Est de Barbecot il est recoupé par des filons aplitiques d'une puissance de l'ordre du mètre.

γ^2 . **Granite à biotite et muscovite.** Il affleure à l'extrême sud-est de la feuille et appartient au massif de La Bourboule.

Formations volcaniques et volcano-sédimentaires du Viséen supérieur

Ces formations sont représentées surtout par des tufs :

— le long du Sillon houiller, au Sud de Sauvagnat sous forme d'une bande étroite (affleurements dans le chemin menant « Chez Empête ») ainsi que dans la région de Pontaurmur où ils s'étalent à l'Est vers Trapoux (affleurements le long de la route menant à la Côte, le long du chemin et dans le bois

au Nord de Trapoux, au bord de la route allant de la D 80 Chez Eyde, après le pont, et au Nord et à l'Est de Chez Chauvy au NNE de Chapuzat).

— au Nord du granite de Gelles : plage de Tracros ;

— au NE de Chapdes-Beaufort : prolongement méridional de la série de Manzat.

Malgré leur homogénéité apparente, ces volcanites présentent des aspects variés. Des faciès microgrenus porphyriques (granites ou granodiorites) et des granophyres filoniens sont associés aux tufs mais n'ont pas été délimités sur la carte.

t/h2. **Tufs à cristaux et lapilli.** C'est le faciès le plus commun : secteurs de Chez Chauvy, affleurements le long de la route joignant la D 80 à Chez Eyde, près du pont et entre Chez Chauvy et l'Auvergne, de Pontaurmur à la bifurcation vers la Côte et le long du ruisseau au Nord de Trapoux, plage de Tracros (Puy du Rondet, par exemple) et région de Chapdes-Beaufort.

Ce sont des roches verdâtres d'aspect finement grenu, dans lesquelles on peut distinguer des cristaux millimétriques souvent éclatés de quartz, feldspaths, des biotites et des éléments lithiques variés (fragments de socle ou de volcanites diverses). En lame mince : clastes de quartz, plagioclase \pm séricitisé, feldspath potassique (présent ou non), biotite ployée à divers degrés de chloritisation, dans une mésostase dévitrifiée montrant fréquemment des fluidalités, des échardes soudées fantômatiques, localement des textures sphérolitiques, c'est-à-dire une nette tendance ignimbrétique ; les lapilli sont généralement des fragments de tufs à texture variée, des granophyres et des éléments de socle.

Dans la plage de Tracros ont été identifiés d'autres faciès : des tufs cinériques rhyolitiques à matrice cryptocristalline et des tufs ignimbrétiques à cristaux et éléments microponceux, lithophyses et rares lapilli de tufs soudés.

Dans le secteur de Chez Chauvy les tufs microbréchiques renferment de nombreux lapilli à texture fluidale d'ignimbrite, fiammes à texture axiolitique et échardes fantômatiques.

Dans la région de Chapdes-Beaufort, les tufs à cristaux montrent des cristaux de quartz automorphes ou en éclats, des plagioclases et des biotites flexueuses dans une mésostase riche en petits éclats et fond microcristallin quartzofeldspathique à feldspath potassique avec textures axiolitiques ou sphérolitiques fiammées. Des éléments mal individualisés ont une texture dévitrifiée.

h2Cg. **Tufs conglomératiques.** Lorsque les éléments lithiques deviennent plus gros et plus abondants, les tufs prennent un aspect bréchrrique, « conglomératique ». C'est le cas dans la plage de Tracros.

h2. **Laves.** Des faciès laviques de couleur claire ont été identifiés à l'Est du ruisseau Petit Besanton le long de la D 80. Au microscope : texture microliti-

que fluidale ou équante, porphyrique ; phénocristaux et microlites de plagioclase séricitisé, feldspath potassique interstitiel, biotite verte finement cristallisée, apatite et leucoxène ; petites vacuoles de quartz ; cette composition minéralogique correspond à une trachy-andésite. Des roches analogues ont été trouvées au sein des tufs viséens affleurant au Nord de la feuille St-Gervais-d'Auvergne.

Phénomènes thermiques et hydrothermaux affectant les tufs et microgranites associés.

Dans le secteur de Tracros (au Nord du granite de Gelles) ces phénomènes se traduisent par une recristallisation *in situ* de la biotite, l'apparition d'andalousite, de muscovite et de tourmaline, et une potassification (feldspath potassique secondaire en taches dans la mésostase). Ces phénomènes peuvent être attribués à la mise en place du granite de Gelles et de sa bordure. Au NE de la feuille, le granite de Pulvérières est responsable de la recristallisation des biotites dans les tufs de Chapdes-Beaufort.

hCg. **Conglomérats à éléments de socle d'âge indéterminé.** Au moulin de Quarte, au bord du ruisseau Teissoux, affleure sur quelques dizaines de mètres (flanc de la colline bordant le ruisseau) un conglomérat dont l'âge n'a pu être déterminé mais qui pourrait être stéphanien : parmi ces éléments peu roulés figurent des microgranites porphyriques variés, des leucogranites à biotite chloritisée, muscovite, chlorites hydrothermales et tourmaline, des granites à biotite et cordiérite et de nombreux fragments d'anatexites à cordiérite ; la matrice peu abondante, constituée d'éclats de quartz, de plagioclase et de biotites ployées dans un fond de séricite et chlorite diffère de celle des tufs conglomératiques ; le quartz en particulier montre rarement l'aspect acéré des éclats volcaniques. L'ensemble a une allure plutôt sédimentaire.

Roches filoniennes

$\mu\gamma$. **Microgranites filoniens.** A l'Est du Sillon houiller les microgranites constituent un faisceau d'orientation générale NNE qui se prolonge au Nord sur la feuille St-Gervais-d'Auvergne, jusqu'au massif de Pouzol-Servant. Ils sont attribués au Namuro-Westphalien.

Q. **Filons de quartz.** (cf. chapitre « Gîtes minéraux »).

FORMATIONS VOLCANIQUES NÉOGÈNES ET QUATERNAIRES

Les formations volcaniques cartographiées appartiennent à cinq provinces, respectivement d'Ouest en Est :

- le Sillon houiller,
- la Chaîne de la Sioule,
- les Monts-Dore (formations périphériques),
- la petite Chaîne des Puy,
- la Chaîne des Puy.

Sillon houiller.

β H. **Basanites à leucite (Sillon houiller)**. Le magmatisme tertiaire qui s'est manifesté le long — et de chaque côté — du Sillon houiller, a engendré deux ensembles volcaniques distincts (Magonthier, 1974) : au Sud, celui de Champagnac—Bort-les-Orgues, au Nord celui d'Herment—Puy-St-Gulmier. C'est à ce district septentrional qu'appartiennent les appareils représentés : culots d'Herment, Combrailles et le Boueix, culot et coulée de Puy-St-Gulmier, coulées de Voingt et d'Auvergne.

Les conditions d'affleurement ne permettent pas de préciser dans tous les cas le mode de mise en place de ces laves. Toutefois à Combrailles, le gisement est clair, on est en présence d'un lac de lave fossilisé dans un cratère vaste, de type maar ; les projections caractéristiques n'ont cependant pas été rencontrées. A Puy-St-Gulmier des influences phréatomagmatiques sont nettes dans les projections à caractère strombolien ($sc\beta$) du versant est. Toutes les laves sont des basanites à leucite (voir tableau ci-après, analyse 1).

Les âges mesurés (Cantagrel et Boivin, 1978) — 2,2 Ma à Combrailles et 3,1 Ma à Puy-St-Gulmier — situent ce volcanisme dans le Villafranchien ancien (Pliocène supérieur). L'évolution morphologique est en accord avec ces âges.

Chaîne de la Sioule.

β B. **Basaltes et basanites à leucite (chaîne de la Sioule)**. Cette province définie par Philippe Glangeaud, et considérée par lui comme miocène, s'étend des environs de Manzat au Nord à Heume-le-Franc au Sud, essentiellement en rive gauche de la Sioule, selon un alignement en gros N 20°. C'est à la partie méridionale de la chaîne qu'appartiennent les formations représentées essentiellement par des lambeaux de coulées : Chapdes-Beaufort, Le Cheix—Barbecot, Puy de Monfe, Prondines, Villemonteix-Laudine, Tracros, Puy du Faux, Commeaux, Brigaudix, Magnol, Heume-l'Église, mais parfois des necks circulaires : Puy Maladroit et le Montot. Là encore, les conditions de mise en place (dynamisme éruptif) ne peuvent dans tous les cas être précisées : au Puy de Monfe, à Tracros, les coulées sont en relations avec un cône strombolien ($sc\beta$) ; à Chapdes-Beaufort, elle est issue du diatrême de Montcognol (feuille Clermont-Ferrand 1/50 000), ailleurs, en l'absence de pyroclastites associées, il n'est pas possible de trancher.

Les laves sont soit des basaltes : Brigaudix (analyse 2), Tracros (?), Heume-l'Église, soit des basanites à leucite : Villemonteix-Laudine (analyse 3), Puy du Faux, Chapdes-Beaufort, Le Cheix.

Les âges mesurés (Cantagrel et Boivin, 1978) : Villemonteix-Laudine : 2,1 Ma ; le Montot : 2,5 Ma ; Brigaudix : 3,5 Ma ; Puy du Faux : 3,8 Ma ; Prondines : 5,0 Ma ; Tracros : 5,4 Ma ; placent ce volcanisme dans le Miocène tout à fait terminal et le Pliocène essentiellement, contrairement à ce qui était admis jusqu'alors. Seul l'âge de 15 Ma obtenu pour le Puy Maladroit est franchement à part.

Monts-Dore.

Les formations péri-mont-doriennes affleurent dans le quart sud-est de la feuille, à l'Est de la vallée de la Miouze. Il s'agit soit de pyroclastites acides ou de leurs dérivés, soit de basaltes.

$\rho\rho$. **Rhyolites ponceuses.** Les pyroclastites acides se présentent sous la forme de lambeaux d'une coulée pyroclastique (« coulée de ponce »), reconnus près de Polagnat et au village du Bouchet. A Polagnat, la formation a une puissance d'une vingtaine de mètres, sans doute parce qu'elle est piégée dans une dépression cratérique. Ces deux témoins sont les plus septentrionaux reconnus de la formation ponceuse bien développée dans le secteur de Rochefort-Montagne—Orcival. Les ponces fibreuses ($\rho\rho 1$) ont une composition rhyolitique, on leur attribue un âge de 3,3 Ma (Bellon *et al.*, 1972). Des sables ponceux à quartz bipyramidé ($\rho\rho 2$) issus du remaniement de la coulée de ponce ont été mis en évidence à St-Pierre-Roche, le Bouchet et au Sud-Est de Massages.

A Polagnat, surmontant l'ensemble ponceux, quelques blocs résiduels de roches différenciées mont-doriennes (non cartographiables), témoignent de l'extension vers le Nord des lahars (*lh*) issus du centre du massif (2,5-3 Ma) et qui se retrouvent en volume réduit sur les sites de Polagnat, de Léry et du Puy de Marmont.

$\beta_{br, \sigma\beta}$. **Formations basaltiques** (projections et coulées)

β_{br} . Le diatrème (« pipe bréchiqque ») de Polagnat : il s'agit d'une formation bréchiqque litée de 750 mètres de diamètre environ, caractéristique d'une mise en place par un dynamisme phréatomagmatique, qui affleure particulièrement bien au Nord-Est du village, sur une trentaine de mètres. La dépression cratérique (« maar »), comblée par les formations postérieures, explique l'appendice occidental du plateau de Polagnat.

$\sigma\beta$. Les coulées de St-Pierre-Roche, Polagnat, le Bouchet, Marmont, Couheix et St-Pierre-le-Chastel, sont toutes de basalte à tendance doléritique. Elles forment les plateaux dominant le bassin d'Olby. Elles sont d'âge villafranchien (2,2 Ma).

Petite chaîne des Puy.

Il s'agit d'un groupe de quatre volcans, considérés par Philippe Glangeaud (1913) comme plus récents que ceux de la Chaîne de la Sioule, mais disposés selon le même alignement. Aux quatre puy de Banson, la Vialle, Neuffont et Pranal-Chalusset, il convient sans doute d'ajouter le maar de Bromont-Lamothe (Anchal) mis en évidence au Sud du Puy de Monfe.

Le cône strombolien ($_{sc}\beta$) du Puy de Banson a été précédé par un maar dont le rebord cratérique et les projections ($_{s}\beta$) affleurent dans une carrière ouverte au Sud-Ouest du Puy. Au Puy de Neuffont, les scories stromboliennes ($_{sc}\beta$) sont mêlées de bombes en chou-fleur et de blocs. A Pranal-Chalusset, trois centres éruptifs, sans doute contemporains, ont émis une coulée qui a emprunté la vallée de la Sioule ; les projections ($_{sc}\beta$) du Puy de Pranal

(Puy Rouge) sont particulièrement fluides, riches en bombes en ruban (« ribbon-bombs »).

Les projections du maar d'Anchal ($s\beta$) sont très réduites, à un petit affleurement qui tapisse la paroi nord du cratère. Avec quelque doute on pourrait lui rapporter des tufs lités, découverts au Nord-Ouest de Pranal, le long du C.D. 121. Les laves de la petite Chaîne des Puys sont des basaltes à tendance limburgitique ($o\beta$).

L'âge de cet ensemble n'est pas clairement établi, si l'on se base sur la morphologie et l'état de conservation des appareils, il pourrait être pléistocène récent.

La source des Madras, issues des coulées de Neuffont—la-Vialle, alimente le réseau du S.I.A.E.P. du Sioulet.

Analyses chimiques des formations volcaniques néogènes et quaternaires.

	Basanite à Leucite de Puy-St- Gulmier (Magonthier, 1974)	Basalte de Brigaudix (Mendoza- Delgadillo, 1974)	Basanite à Leucite de Villemonteix- Laudine (Mendoza- Delgadillo 1974)	« Labradorite » de Loucha- dière (Camus, 1975)
	Analyse 1	Analyse 2	Analyse 3	Analyse 4
SiO ₂	42,36	46,00	44,20	47,25
Al ₂ O ₃	16,91	15,55	12,80	16,55
Fe ₂ O ₃	3,32	7,35	10,50	7,45
FeO	7,61	6,55	4,95	5,85
MnO	0,11	0,15	0,20	0,20
MgO	8,02	6,75	7,00	5,40
CaO	11,87	9,45	10,15	8,85
Na ₂ O	3,30	3,40	3,95	3,75
K ₂ O	2,09	1,75	2,00	1,65
TiO ₂	3,53	2,10	3,00	2,95
P ₂ O ₅	0,12	0,65	0,60	0,70
H ₂ O ⁺	1,00	0,00	0,25	0,00
H ₂ O ⁻	0,24	0,20	0,30	0,15
TOTAL	100,48	99,90	99,90	100,75

Chaîne des Puys.

Il n'existe pas sur la feuille Pontgibaud, de centres éruptifs propres à la Chaîne des Puys, mais seulement la partie distale des plus longues coulées épanchées vers l'Ouest (voir feuille Clermont-Ferrand) : coulées d'Olby, de Mazaye, St-Pierre-le-Chastel, Pontgibaud et Péchadoire. A ce niveau elles prennent pour la plupart une direction nord, conforme au cours de la Sioule et de ses affluents. A la Gardette et Pontgibaud, des lacs de barrage naturels se sont installés à l'amont des coulées, ils sont de nos jours comblés d'allu-

vions (F-C). Dans le système des coulées de Pontgibaud—Péchadoire, une provient du Puy de Louchadière, les autres sont issues du secteur du Puy de Côme ; deux seulement sont affleurantes, mais huit ont été reconnues par sondage (puits Michelin) à l'Est de Pontgibaud. On note un intéressant emboîtement de coulées successives au droit du village de Péchadoire, la plus ancienne qui repose sur des alluvions étant attribuée avec doute à la petite Chaîne des Puys. Il s'agit de coulées de basalte faiblement porphyrique (β) (Olby, St-Pierre-le-Chastel et Péchadoire) ou le leucobasalte (β^{1-2}) «labradorite» : cheires de Mazaye, de Côme et de Louchadière (analyse 4).

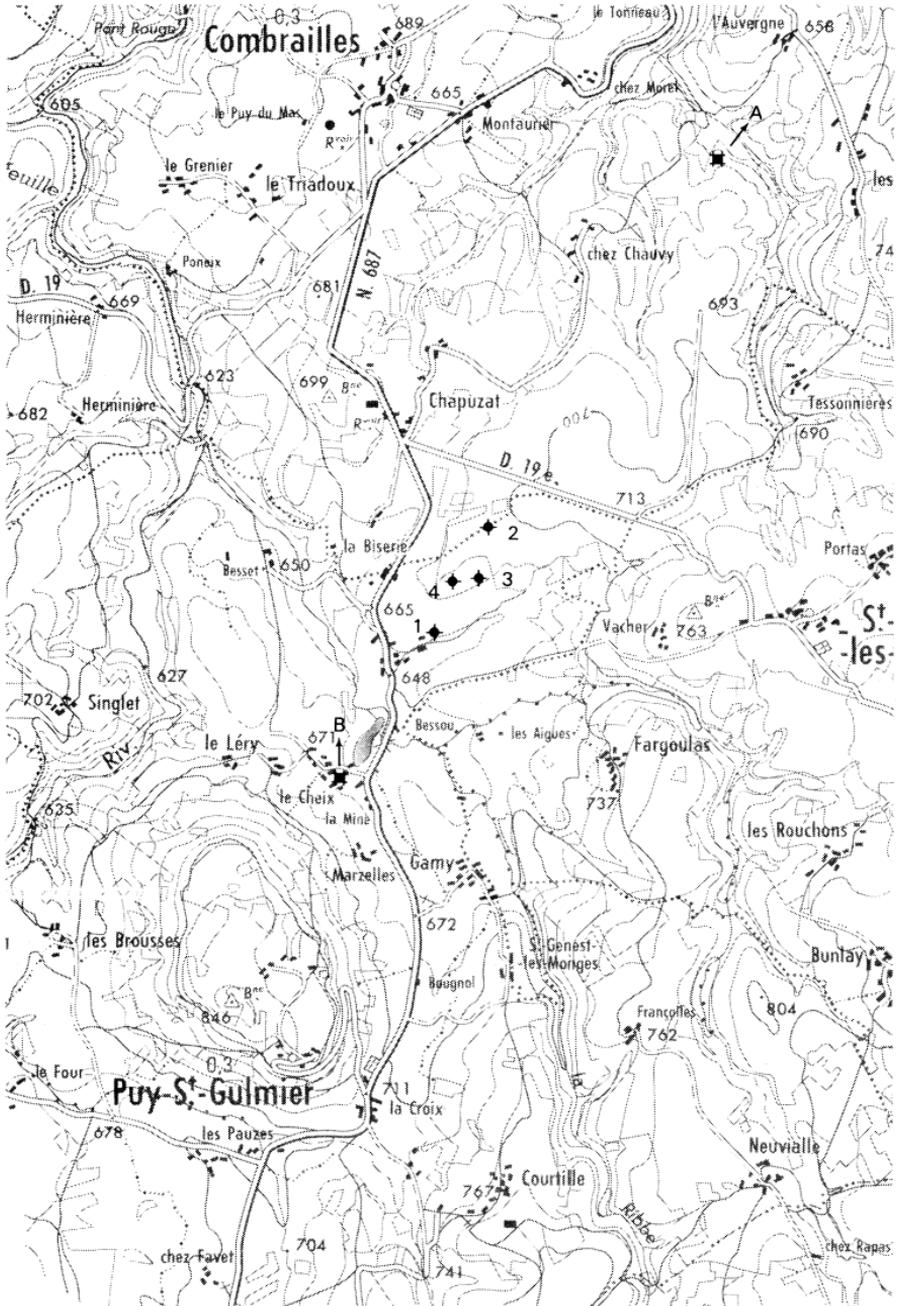
Le volcanisme de la Chaîne des Puys est essentiellement holocène, il a probablement débuté au pléistocène récent ? Les données de terrain permettent de supposer pour la cheire de Côme un âge de 3 890 ans (Camus, 1976), la coulée d'Olby, de magnétisme inverse «Laschamp event» (Bonhommet et Zahringer, 1969), serait l'une des plus anciennes reconnues (40 000 ans environ).

De très grosses émergences sous-volcaniques sont captées au front de certaines coulées pour l'alimentation humaine, à Mazaye pour Chamalières, à Péchadoire pour le S.I.A.E.P. de Sioule et Morge. De plus un puits a été foré dans l'ancien lac de la Gardette par le S.I.A.E.P. du Sioulet.

FORMATIONS SÉDIMENTAIRES

Paléozoïque

h5. **Stéphanien. Conglomérats, grès et shales à couches de charbon.** Des conglomérats, grès et shales fluvio-lacustres avec couches de charbon d'épaisseur variable, sont tectoniquement pincés dans le grand Sillon houiller ; ils sont entièrement redressés et proche de la verticale. En l'absence de flore significative, cet ensemble est daté du Stéphanien moyen par analogie avec les autres bassins carbonifères qui jalonnent le Sillon houiller. Il disparaît au Sud, sous le pointement basaltique de Puy-St-Gulmier et au Nord, sous un placage de détritiques d'âge oligocène. Il a été reconnu sous ces terrains, jusqu'à la route départementale 19 E (soit à 1 000 m de la limite septentrionale de l'affleurement) par 4 sondages du FARM (fonds d'intervention des Charbonnages de France) exécutés en 1958 et 1959 (fig. 5 et 6).



A : Descenderie de Chez Chauvy B : Puits du Cheix (6-4003) 1, 2, 3, 4 : Sondages FARM 1958

**Fig. 5 - Plan de situation (à 1/50 000)
des travaux et sondages pour le charbon**

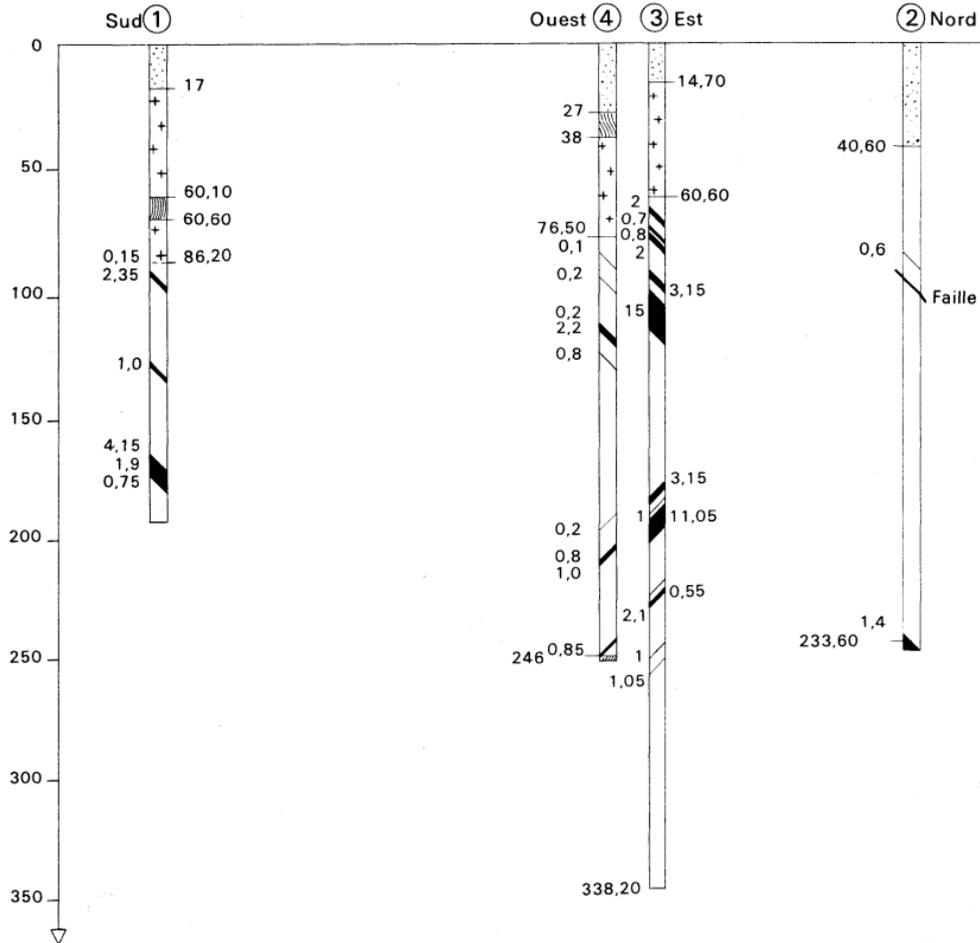


Fig. 6
Puy-Saint-Gulmier
 Coupes des sondages 1, 2, 3, 4
 (1958-1959)

- | | | | |
|-----------|---|--------------------------|--------------|
| OLIGOCÈNE | | Sables argileux à galets | |
| HOULLER | | Couche de charbon | |
| SOCLE | } | | Granite |
| | | | Micaschistes |

Ces sondages ont également montré que le Carbonifère était en contact à l'Est avec le socle, par l'intermédiaire d'une faille inverse (fig. 7).

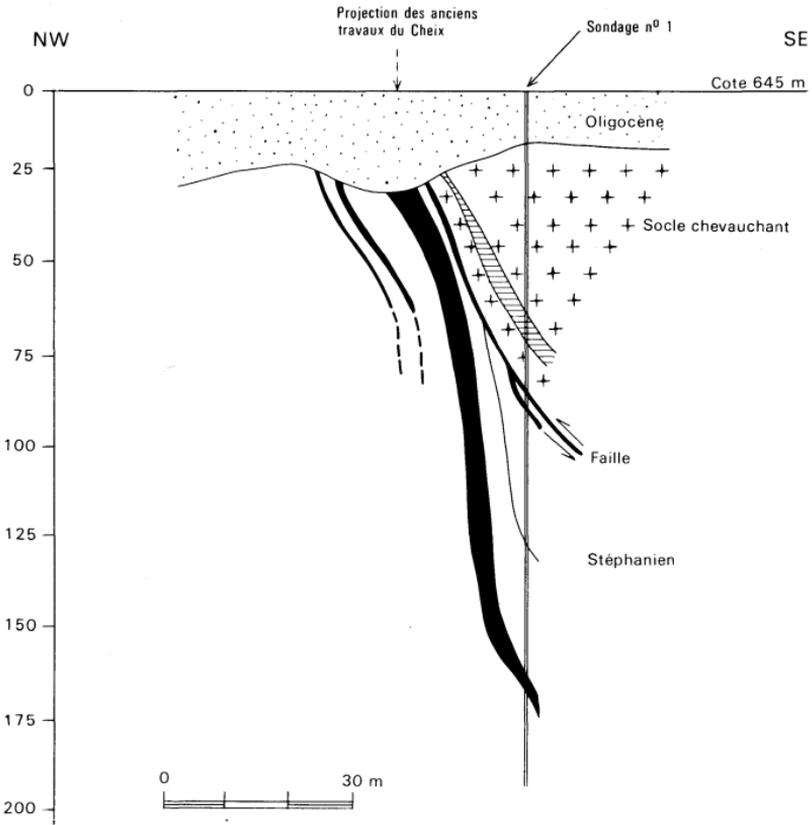


Fig. 7 - Coupe du gisement de Puy-Saint-Gulmier

Le houiller de Puy-St-Gulmier a été exploité jusqu'en 1959. L'exploitation, en souterrain jusqu'en 1951, puis en découverte jusqu'en 1958, était située au Cheix et a porté sur trois couches de charbon anthraciteux (12 % de matières volatiles et 6 à 8 % de cendres) très variables en épaisseur (0 à 21 m) et redressées.

Des travaux anciens (2.4004) ont mis en évidence une couche de charbon de 3 à 4 m de puissance et à pendage vertical, encaissée dans des grès et schistes attribués au Stéphanien, à l'Ouest de Chez Morel, le long d'un accident sub-parallèle au Sillon houiller.

Il faut signaler ici l'existence d'une couche d'anthracite de 6 m d'épaisseur, exploitée vers 1844 au Nord de la ferme de Chez Chauvy (non représentée sur la carte). Son attribution stratigraphique est incertaine mais il pour-

rait s'agir d'une veine de charbon associée aux tufs anthracifères viséens de la bande de Pontaurmur (*tfh2*).

Tertiaire

g. **Oligocène indifférencié.** gC. **Formations à dominante argilo-conglomératique.** gS. **Formations à dominante argilo-sableuse.** gS. **Carapace ferrallitique tertiaire sur Oligocène indifférencié.** De nombreux petits bassins sédimentaires tertiaires forment une série de dépôts discontinus le long du Sillon houiller entre St-Gervais-d'Auvergne et Bourg-Lastic ou plus précisément sur la feuille Pontgibaud, entre Laschamp et les bois de St-Germain. On distingue se succédant du Nord au Sud :

- le bassin de Laschamp—la Jugie ;
- le bassin de Chapuzat—Sauvagnat ;
- le bassin de Herment—Lastic.

En dehors du Sillon houiller, il existe le bassin tertiaire d'Olby qui est représenté dans le coin sud-est de la carte.

Bassin de Laschamp—la-Jugie. La morphologie du lambeau sédimentaire de la Jugie est fortement marquée par la tectonique du Sillon houiller.

- la direction varisque N 10° à N 20° E marque en effet la limite est du lambeau.
- la direction N 60° E limite, bien que de manière moins nette, les extensions nord et sud du lambeau.
- la direction armoricaine N 140° E bien que présente, est très discrète.

Les limites actuelles sont donc dans la majorité des cas, des limites tectoniques.

L'étude des isohypses du socle montre d'étroites relations avec les traits tectoniques du secteur. Le socle présente des zones hautes à proximité de la zone tectonisée du Sillon houiller et des zones basses (gouttières tectoniques) parallèles à cette même direction et à la direction N 60° E.

Sur la partie est du bassin de la Jugie, les nombreux forages touchant le socle montrent qu'il existe une gouttière tectonique principale d'orientation N 10°-20° E sur laquelle viennent se greffer des gouttières tectoniques d'orientation N 60° E. Ces gouttières sont en général en relation étroite avec des traits tectoniques majeurs du socle. Il est important de noter que la gouttière N 10°-20° E centrale est la plus profonde et que les autres « couloirs » tectoniques viennent actuellement converger vers cette zone basse.

En ce qui concerne la partie ouest, la densité de renseignements disponibles permet seulement d'imaginer une, peut-être deux gouttières tectoniques d'orientation N 20° E peut-être plus ou moins conjuguées avec des gouttières N 60° E.

La répartition des maximums de sédimentation se fait à l'aplomb des zones de gouttière.

Nature et répartition des sédiments :

— Sédiments sableux à sablo-argileux, assez grossiers à moyens (gC). Ce sont des sédiments de milieu d'énergie assez élevée à moyenne (chenaux) où les niveaux argileux sont très peu nombreux. Ce type de sédiments correspond au parement ouest de la carrière de la Jugie.

— Sédiments argileux, argilo-silteux, assez fins (gS) qui caractérisent des sédiments de milieu d'énergie plus faible (plaine d'inondation). Les niveaux sableux sont peu nombreux et en général peu puissants. Ces sédiments sont particulièrement bien représentés au niveau des carrières d'argile de la Jugie.

Dans la partie est du bassin de la Jugie, les sédiments plus grossiers remplissent les gouttières tectoniques alors que les sédiments plus fins se répartissent plutôt sur les zones hautes du socle.

Dans la partie ouest, les données moins précises mettent tout de même en évidence une répartition identique des faciès.

Bassin de Chapuzat—Sauvagnat. On peut distinguer 3 zones dans le bassin : la zone Chapuzat—Fratanges, la zone du Puy-St-Gulmier et la zone de Sauvagnat.

Des sondages ont été effectués dans ces différentes zones par le BRGM, la COGEMA et MINATOME. Ils ont permis une meilleure approche dans la connaissance de ces dépôts.

Sur Chapuzat—Fratanges, 22 sondages (2 COGEMA en 1968, 5 BRGM en 1981 et 15 MINATOME en 1982) montrent une profondeur du socle comprise entre 22 et 52 mètres (en dehors de la bordure ouest où il est à peine à quelques mètres).

Sur Puy-St-Gulmier, 12 sondages (2 COGEMA en 1969, 6 BRGM en 1981 et 4 MINATOME en 1982) dont les profondeurs varient entre 10 m et 147 m et où la profondeur du socle va de 36 m à plus de 147 m ; c'est la partie la plus profonde du bassin.

Sur Sauvagnat enfin, 10 sondages (2 BRGM en 1981 et 8 MINATOME en 1982) ont entre 5 m et 63 m, avec une profondeur du socle entre 3 m et 63 m, la moyenne étant de 24 m et 63 m la continuité entre St-Gulmier et Sauvagnat.

Il s'agit comme dans le bassin de Laschamp—la-Jugie, de niveaux silteux, argileux ou sablo-argileux, quelquefois arkosiques ou conglomératiques, gris verdâtre ou beige, avec alternance de niveaux fins et de niveaux grossiers. Dans le secteur de Sauvagnat par exemple les faciès sont plus grossiers les premiers mètres et deviennent ensuite plus argileux puis plus sableux et de couleur foncée.

Un certain nombre d'échantillons ont été prélevés et analysés et un petit nombre a fourni une micro-flore qui feraient ressortir plutôt un âge éocène supérieur ou oligocène inférieur.

Bassin de Herment—Lastic. A cheval sur les cartes de Pontgibaud et Bourg-Lastic. Sur le secteur Pontgibaud, 7 sondages ont été effectués (4 BRGM en 1980 et 3 MINATOME en 1982). Ils indiquent une profondeur du socle allant de 11 m à 42 m avec également des alternances argilo-sableuses et sablo-argileuses de granulométrie variable avec des niveaux à graviers et galets de quartz comme dans les bassins plus au Nord.

Bassin d'Olby. Les formations sablo-argileuses rencontrées dans le bassin d'Olby sont d'âge tertiaire et plus probablement d'âge éo-oligocène (datation par palynologie) et montrent de nombreuses analogies avec les formations rencontrées plus à l'Ouest, le long du Sillon houiller.

Les contacts sédiments-socle sont pratiquement tous tectoniques à l'exception des secteurs très localisés du moulin de Villejacques (feuille Bourg-Lastic) et de la vallée de la Sioule où les sédiments reposent en contact normal respectivement sur le granite à biotite et sur les migmatites.

Le bassin d'Olby apparaît donc actuellement comme un bassin sédimentaire résiduel effondré, du à une tectonique active liée principalement à l'accident régional de St-Sauves N 40°E (feuille Clermont-Ferrand) qui a probablement le même âge que le Sillon houiller. Cette tectonique a permis par rejeux successifs, (anté-, syn- et post-sédimentaire), l'accumulation d'une importante série détritique ainsi que sa conservation.

Le bassin d'Olby se subdivise en deux :

- la partie nord ou bassin d'Olby (*s.s.*) occupe le coin SE de la carte,
- la partie sud ou bassin de St-Bonnet près d'Orcival (feuille Bourg-Lastic) est séparée de la précédente par une remontée du socle correspondant probablement au prolongement de la faille de St-Sauves.

Les affleurements de la vallée de la Sioule qui entaille les sédiments jusqu'au socle, ceux de la butte-témoin du Puy Bouchet et les sondages permettent d'évaluer l'épaisseur de ces sédiments à une centaine de mètres (sondage T.C.M. VIL 9), à 70 m au centre du bassin et 80 à 90 m au SE.

— La formation à dominante argilo-conglomératique (gC) est visible sur une trentaine de mètres sur les flancs de la vallée de la Sioule grâce au décollement des loupes de glissement. Les éléments de cette série ont un caractère anguleux, mal classé, hétérogène, avec un fort colmatage par des argiles (empilements de coulées boueuses éventuellement séparées par des paléosols résiduels à terriers et traces de vers). Le sommet qui est plus grossier, est oxydé et les terriers et pistes de vers sont remplis d'hématite. Le contact de cette formation avec le socle n'a pas été observé (lacune d'observation de 5 à 10 m).

— La formation qui existe sous la table basaltique de Puy Bouchet, a une

soixantaine de mètres d'épaisseur. C'est un ensemble argilo-sableux gris de type fluviatile (gS) qui se termine localement par une croûte ferrallitique (S). A l'Ouest du hameau de Lery, les argiles et sables gris recouvrent directement le socle gneissique d'une façon normale.

La formation gC affleure au Nord d'une ligne passant par Massagettes—Olby et la formation gS affleure au Sud de cette ligne.

Les résultats des études T.C.M. montrent que ces deux formations ne sont pas superposées mais qu'elles passeraient de l'une à l'autre en s'imbriquant latéralement.

FORMATIONS SUPERFICIELLES

C β . **Colluvions de basalte.** Elles proviennent du démantèlement des coulées basaltiques.

Cs β . **Colluvions des scories volcaniques basaltiques.** Elles accompagnent les cônes stromboliens des Puys de Neuffont et de la Vialle.

m-IV. **Sables à quartz blanc.** On trouve ces sables au Sud de Pontgibaud ; leur dépôt est mio-pliocène ou plio-quatenaire.

Fv. **Alluvions sous-volcaniques.** Les coulées volcaniques ayant souvent emprunté les anciens lits des cours d'eau, des épaisseurs variables d'alluvions ont ainsi été « piégées » sous ces coulées. Ce sont en général des sites favorables à d'importantes circulations d'eau et donc à des captages. Exemple : Péchadoire en aval de Pontgibaud.

Épandages de blocs de quartz. Au Sud-Ouest du massif granitique de Gelles on observe un recouvrement-argilo sableux particulièrement riche en galets de quartz grossièrement classés.

Altérites. Les roches métamorphiques s'altèrent en une arène dont la couleur varie selon la nature de la roche mère et montrant fréquemment la structure de celle-ci (par exemple pour les migmatites à cordiérite qui donnent une arène brun rouge). Les arènes granitiques sont appelées « tufs ».

CQ. **Colluvions de quartz.** Issues du démantèlement de filons de quartz, celles-ci sont particulièrement bien représentées dans le secteur de Cornet—Roche-Vieille.

CgQ. **Formations argileuses à quartz.** Ces formations que l'on trouve au Sud du Sillon houiller, parfois difficiles à distinguer des terrains oligocènes, renferment de nombreux galets de quartz et de socle.

T. **Tourbe.** Les dépressions à forte et constante hydrométrie en terrain volcanique sont très favorables au développement des petites tourbières dont certaines sont exploitées artisanalement et épisodiquement comme par exemple la tourbière de Brigaudix au Nord-Est de Gelles. D'autres sont protégées comme site écologique.

F-C. **Alluvions et colluvions de fond de vallon**, occupant le lit majeur des cours d'eau à faible pente ou les vallées larges. Elles sont fréquemment mêlées à des sables plus ou moins transportés.

Alluvions lacustres. Alluvions souvent très fines, silteuses, fréquemment diatomifères, que l'on retrouve sur 2 ou 3 sites d'anciens lacs de barrage maintenant comblés. Exemples : l'ancien lac de barrage de Pontgibaud sur la sioule en amont de Pontgibaud (barrage par la cheire de Côme) et l'ancien étang du Fung au Nord d'Olby à côté de la Gardette (barrage par la cheire de l'Aumône) où des accumulations lacustres de carapaces siliceuses d'algues fossiles (diatomées) ont momentanément été exploitées. Ph. Glangeaud (1912) décrit les changements hydrographiques produits par les volcans de la chaîne des Puys et donne un schéma des lacs de barrage disparus. Il décrit en particulier le lac de barrage de Pontgibaud qui fut le plus grand lac volcanique quaternaire de l'Auvergne (fig. 8).

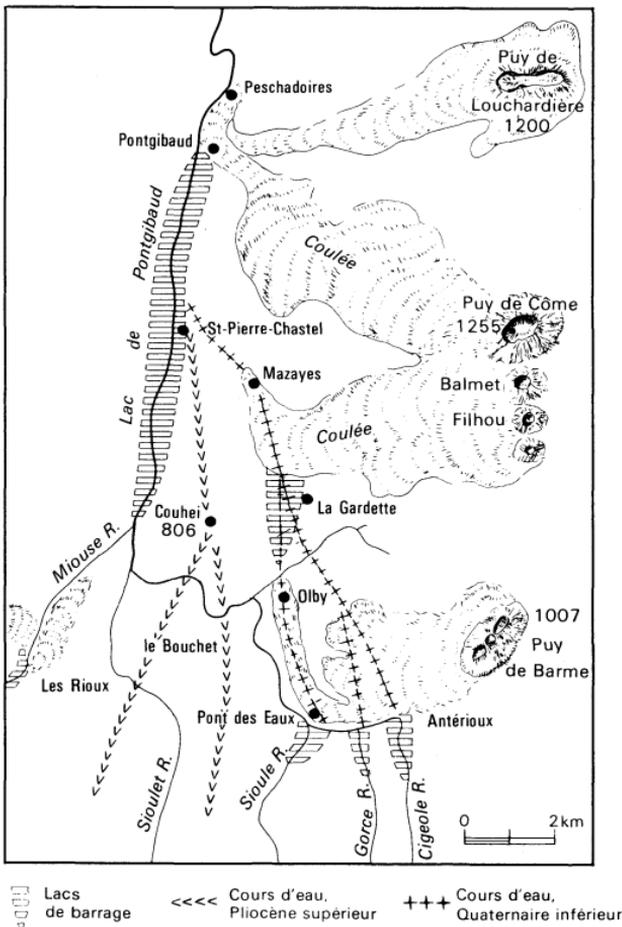


Fig. 8
Les lacs de barrage volcaniques disparus
(Ph. Glangeaud, 1912)

PHÉNOMÈNES GÉOLOGIQUES

TECTONIQUE CASSANTE

Sillon houiller

C'est un accident orienté N 20°E s'étirant sur 280 km depuis les environs de Decazeville au Sud, jusqu'aux environs de Moulins-sur-Allier au Nord.

Des études géologiques et tectoniques antérieures parmi lesquelles celles de Letourneur (1953) et Grolier et Letourneur (1968) ont montré que le Sillon houiller correspond à une fracture continue ayant fonctionné en décrochement sénestre, avec un rejet horizontal de 70 km.

Les études récentes concernant plus particulièrement les bassins de St-Éloy-les-Mines et St-Gervais-d'Auvergne (C. Castaing, 1983) font le point sur le fonctionnement de ce grand accident.

La structure N 20°E du Sillon houiller paraît relayée par une structure N 50°E à l'Ouest de Pontaumur et le long du Sioulet, ainsi que le montrent les images orbitales ERST1, les données de l'aéromagnétisme et la photo-fracturation.

L'analyse structurale a permis de différencier les phases tectoniques suivantes :

1) Une première phase de compression N-S d'âge fini-westphalien, responsable du jeu décrochant sénestre du Sillon houiller à N 20°E avec décalage maximum de 70 km, matérialisée par des mylonites dans le granite au Sud du Sillon, dans les migmatites et dans les micaschistes (à l'Ouest de la Vialles, Sud de Sauvagnat).

Simultanément à ce jeu sénestre cette phase engendre une fracturation à N 120-140°E en décrochements sénestres (fracturation observable au SE de Pontaumur).

2) Au Stéphanien A et B inférieur, le mouvement se poursuit mais des mécanismes de distensions locales se surimposent aux mouvements décrochants sénestres ; le réseau de fractures existant fonctionne en failles normales, individualisant ainsi des aires subsidentes qui piègent la sédimentation houillère précédée par un épisode volcanique basal. Sur cette carte cet épisode sédimentaire est représenté par le petit bassin houiller de la Marzelle (Puy-St-Gulmier).

3) Du Stéphanien B supérieur au Stéphanien C inférieur, la direction moyenne de compression tourne en NW-SE ; cette compression qui s'exprime dans l'encaissement des bassins et dans leur remplissage correspond au début du plissement des sédiments houillers et entraîne le blocage de la sédimentation au Stéphanien B terminal.

4) Entre le début du Stéphanien C moyen et la base du Stéphanien C supé-

rière, une compression E-W, provoque un serrage intense du Sillon houiller, un plissement des dépôts houillers d'âge Stéphanien B et localement des contacts chevauchants du socle sur le houiller.

5) A la fin du Stéphanien C, on assiste à un relâchement des contraintes ; la compression E-W est relayée par une distension N-S.

Domaine occidental

Direction du Sillon houiller et directions voisines. La direction N 20 E est, nous l'avons vu à propos du Sillon houiller, marquée par des mylonites affectant le socle : quartz-diorite à biotite au SE d'Herment (Nord de St-Lazare, entre St-Lazare et Détros et au SW de Toutifaut) et gneiss (route allant de la D 80 à Chez Eyde et le long de la RN 687 au NW de Chambon).

Au SW de Pontamur les accidents de Montaurier-le-Touneau et de « Chez Morel » sont jalonnés de mylonites (affleurement au SW de Montaurier, de migmatite à biotite à plans mylonitiques verticaux d'orientation NW-SE), subparallèles au Sillon houiller.

Au NW d'Herment, un accident d'orientation voisine met en contact les métatexites à biotite et les métatexites alumineuses.

L'accident de Chantemerle (NE d'Herment) est jalonné par des mylonites à plans chloriteux et par un filon de quartz (affleurant sur la route menant vers Chantemerle).

Direction N 45 E. Cette direction de fracturation relayant à l'Ouest celle du Sillon houiller est matérialisée par les accidents visibles en photogéologie dans la région d'Angoilas (à l'Ouest de la D 204) et au Sud de Verneugheol et par le tracé de la vallée du Sioulet (à l'Ouest du Puy-St-Gulmier) et au Sud-Ouest de Pontamur.

Directions méridienne et subméridienne. Il s'agit d'accidents orientés N-S, N 10 E à N 30 W se prolongeant au Nord sur la feuille St-Gervais-d'Auvergne :

— accident de Ribeyrolles—Puy-St-Gulmier : limite au SW le panneau de métatexites du Tronc et décale le contact des migmatites à biotite avec les migmatites alumineuses à Ribeyrolles ; le Sioulet emprunte cette fracture entre Herminière et le Poueix (Nord de la D 19) et dans la carrière du pont du Sioulet (D 19) les migmatites à biotite et sillimanite sont affectées par des plans chloriteux subverticaux de direction N 20 W ;

— accident N-S des Pardelières cataclasant les métatexites alumineuses (fossé de la D 82, au S de ce hameau) ;

— accident de Chassignol au Sud de Voingt, décalant le contact des migmatites alumineuses et des migmatites à biotite ;

– accidents de Laschamp–Chabatteix et la Rochette décalant les contacts métatexites alumineuses et métatexites à biotite, jalonné par un filon de quartz ;

– accidents limitant à l'Ouest l'apophyse orientale du granite de Guéret (région de Landogne) jalonnés par des filons de quartz et affectant également l'apophyse occidentale.

Direction NW-SE. Accident d'Herment : affleurement de mylonites le long de la D 204, à la sortie du hameau de Villefavard (Plans N 125°, pendage 70 NE).

Direction N 100 E. Ces accidents affectent la partie sud du granite de Guéret : au Sud de Trachaize carrière de mylonites de l'Envie le long de la fracture empruntée par le ruisseau la Ribière ; accident bien marqué en photogéologie : Joux–St-Étienne-des-Champs.

Domaine oriental

Les données de l'imagerie spatiale multispectrale, l'étude photogéologique et les observations de terrain (lithologies, critères morphologiques et structuraux) ont permis de dégager une carte des principaux accidents à l'Est du Sillon houiller, qui revêtent une importance particulière dans le faisceau minéralisé de Pontgibaud (J.M. Negroni 1981).

District de Pontgibaud

● *Accidents subméridiens*

– **faille de Pontgibaud** : tracé en partie masqué par les alluvions de la Sioule ; observable à St-Pierre-le-Chastel et Péchadoire ; sépare les paragneiss à biotite et sillimanite des gneiss et anatexites à cordiérite et s'accompagne d'importantes zones mylonitiques.

– **axe filonien principal**. Il guide nettement les minéralisations à Pb-Zn ; sa direction peut varier d'une dizaine de degrés. Dans le secteur de Roure ont été observées des stries décrochantes subhorizontales indiquant un mouvement sénestre. Au Nord-Est des Peyrouses, sur la droite du chemin descendant vers Mioche : importante zone silicifiée et minéralisée. Vers le Nord l'accident se dédouble avec une légère inflexion de la branche Est (faille des Rioux) ; 500 m à l'Ouest de cet axe, accident bien marqué en photogéologie et d'orientation un peu différente.

– **faille des Rioux** : direction N 10-15° ; mylonites visibles au SW des Rioux.

– **faille de Neuffont–Provenchère** : affleurement de mylonites le long des tranchées de la D 941, 1 km à l'Est de la Fayolle. Il comporte trois tronçons limités par des cassures à N 140° ; le plus méridional borde à l'Est le granite de Claveix dont la disparition pourrait être liée à un abaissement du compartiment Est.

● **Accidents NW-SE**

- **faille de Mioche** en partie masquée par le plateau basaltique de Laudine.
- **faille des Picquets** décalant les tufs de Villatier et le granite de Claveix.
- **accident de la Faye** emprunté par le ruisseau du même nom ; recoupe au SE le faisceau filonien principal, affectant la continuité des colonnes minéralisées (composante horizontale dextre).
- **faille de Villatier** : décale les tufs et les anatexites ; le volcanisme basaltique de Tracros est édifié sur cette fracture.

● **Accidents de direction intermédiaire**

- **faille du moulin Chabanne** (N 110 E) : correspond à une direction de lithoclasses ; pendage vers le Sud et stries verticales indiquant un abaissement du compartiment méridional.
- **accident de la Garde-Trimoulet** : fracturation tardive s'accompagnant de cataclase dans la vallée de la Sioule.
- **accident de Bromont-Lamothe** (N 70 E) : le maar de Bromont-Lamothe est sur le trajet de cette fracture visible en photogéologie et sur les images Landsat.

Secteur Sud de Pontaumur

● **Accidents NW-SE**

- **faille de « Chez Drapier » – Montglandier** : matérialisée par des plans chloriteux verticaux dans les gneiss (le long du chemin montant Chez Drapier) ; elle limite au Nord l'orthogneiss de la Forêt.
- **grand accident décalant les métatexites** à cordiérite au Nord de Cisterne et rejoignant le Sillon houiller.

● **Faille de Prondines**

En photogéologie le tracé de cet accident paraît complexe. Il met en contact les micaschistes à biotite, muscovite et les gneiss à biotite, sillimanite au Sud de la Chaumeix et au Sud les micaschistes et le granite. Dans le massif de Gelles il correspond à une brusque discontinuité dans la fabrique du granite.

Cette faille a fonctionné en soulevant le bloc Est, avec un rejeu plus faible dans le granite de Gelles. Elle semble relayée au Nord par un système d'accidents complexes de direction parallèle au Sillon houiller. L'accident NNE-SSW (à l'Ouest des Rouchons) marque une discontinuité entre les gneiss quartzitiques à biotite-muscovite et les gneiss alumineux à biotite-muscovite ± sillimanite avec changement de directions et pendages. Le manque d'affleurement au Sud de St-Hilaire-des-Monges et dans le secteur de Portas rend l'interprétation de cette zone difficile.

● **Faille de Neuviaille**

Elle met en contact les micaschistes à biotite-muscovite et les gneiss à biotite-muscovite-sillimanite ; dans la carrière située 500 m au SE de Neuviaille affleurent des micaschistes à plans chloriteux verticaux de direction N-S.

● **Direction subméridienne**

Ces accidents décalent les bordures NW et SW du granite de Gelles. Au voisinage du Sillon houiller, dans le secteur la Faye—les Vialles, le tracé de ces accidents s'accompagne de silicification et chloritisation dans les micaschistes, avec des plans subverticaux. Cette direction est bien marquée au Nord de Cisternes (moulin de la Ribbe).

● **Direction SW-NE**

Décale les bordures SW et Nord du granite de Gelles. Au Sud du bois des Boges l'un de ces accidents est marqué par une silicification importante, liée à une minéralisation sulfurée.

Secteur Nord de Pontaugur—la Goutelle

● **Faille de Trapoux** : plans chloriteux N-S et verticaux dans les gneiss (épingle à cheveux de la D 217 au SE de Trapoux).

● **Failles de direction proche de NW-SE** : SW de Miremont, Comet-la-Barre.

● **Direction subméridienne** : la Corrède ; limite à l'Ouest la zone riche en métatexites alumineuses située à l'Est de la Goutelle.

● **Direction NW-SE** : accident suivi par le ruisseau Ribouly et grand accident de la Goutelle mettant en contact les gneiss d'une part, les métatexites et le granite de Claveix d'autre part (phylonites affleurant au bord de la RN 141, le long du ruisseau Teissoux).

Faisceau minéralisé de Pontgibaud

(Voir détails chapitre « Gîtes minéraux »). J.M. Négroni distingue 3 stades dans l'évolution de la zone fracturée de Pontgibaud :

filons arsénifères (direction moyenne N 40-50°, pendage 70-80° vers l'Est) dont la signification structurale n'a pu être établie ;

filons plombo-zincifères dont l'orientation varie de N-S à N 40° avec des directions intermédiaires, pendages proches de la verticale et en majorité dirigés vers l'Est ; un système N 140-150° affecte la continuité de ces deux systèmes. L'agencement de ces trois systèmes, l'allure sigmoïde et anastomosée des filons et leur position relative par rapport à la faille de Pontgibaud sont compatibles avec l'expression d'une zone de cisaillement sénestre orientée N-30 E et fortement pentée vers l'Est ;

filons à fluorine et barytine. De direction N 140-150°, ces filons sont représentés dans le secteur de St-Jacques-d'Ambur. Cette direction affecte le faisceau de Pontgibaud. Leur mise en place dans des fractures ouvertes (présence de géodes) suggère un relâchement des contraintes.

ÉVÉNEMENTS TECTONOMÉTAMORPHIQUES, MAGMATIQUES ET SÉDIMENTAIRES

Du Précambrien supérieur au Paléozoïque.

Des formations sédimentaires et volcaniques, constituant la socle du Massif central, se mettent en place sur une croûte continentale juvénile. L'âge de cette formation est connue indirectement par les datations effectuées sur les orthogneiss recoupant les formations leptyno-amphiboliques du Sud de la Bretagne et du Limousin (540 à 430 Ma, Vidal *et al.*, 1970 ; Autran et Cogné, 1980). Ces pélites, grauwackes et laves sont à l'origine des roches métamorphiques affleurant à l'Ouest et à l'Est du Sillon houiller. Les orthogneiss de la Forêt et de Banières pourraient correspondre à des granites mis en place durant cette période.

Au Paléozoïque.

Durant le cycle tectonométamorphique varisque, cette formation volcano-sédimentaire est impliquée dans l'évolution orogénique polyphasée du Massif central. Les schémas proposés depuis une dizaine d'années (Bard *et al.* 1980 ; Matte et Burg, 1981 ; Santallier, 1983 ; Autran, 1984 ; Matte, 1986 ; Ledru *et al.*, 1989) subdivisent le cycle varisque en 3 périodes (éo, médio et néovarisques).

Période éo-varisque (500 à 395 Ma). Cette période est marquée par une phase d'enfouissement de croûte continentale et juvénile qui développe un métamorphisme de haute pression dont l'événement majeur est daté à 420 ± 10 Ma (Pin et Peucat, 1986), d'après les datations effectuées dans le Lyonnais, dans le Haut-Allier et dans les complexes leptyno-amphiboliques de Marvejols. Les reliques de disthène observées dans les métatexites à l'Ouest du Sillon houiller, ainsi que sur la feuille Ussel (D. Martin, 1980) témoignent de cet épisode métamorphique haute pression.

Période médio-varisque (395-340 Ma). A l'échelle du Massif central cette période correspond à une phase de collision continent-continent et à la mise en place des nappes principales (Ledru *et al.*, 1989).

Il se développe un métamorphisme de type « barrovien » à moyenne et forte température, synchrone de l'acquisition d'une foliation régionale à l'origine subhorizontale et accompagné d'un épisode anatectique.

Les migmatites ont été datées à 356 ± 8 Ma dans la carrière d'Aubusson (Lebreton *et al.*,) et le granite à 356 ± 10 Ma (Berthier *et al.*, 1979). Pour O. Jover « les linéations magnétiques, interprétées comme des directions d'extension finie... aussi bien dans le granite que dans le soubassement,

orientées pour la plupart selon SE-NW et portées par des plans peu pentés, sont la signature d'une mise en place *syncinématique* du granite dans un contexte de chevauchement ». Les migmatites situées à l'Ouest du Sillon appartiennent (Ledru *et al.*, 1989) à l'unité inférieure des gneiss, chevauchant au Sud-Ouest, (feuille Ussel) l'autochtone relatif micaschisteux.

A l'Est du Sillon houiller, les migmatites sont rapportées à l'unité supérieure des gneiss, par continuité avec le dôme de l'Artense, au Sud-Est (Ledru *et al.*, 1989). Ces migmatites sont en contact structural apparemment discordant avec les gneiss paradérivés dont l'attribution à l'unité inférieure est incertaine et qui sont eux-mêmes en contact anormal avec les micaschistes prolongeant l'ensemble de la moyenne Dordogne. Les intrusions granitiques affleurant dans ce domaine ont un caractère filonien recoupant, d'orientation constante (N 20°E) avec pendages forts. Pour J.M. Negroni (1983) la permanence de leur direction et leur large répartition géographique permettent d'envisager un contrôle tectonique régional dont les conditions tectoniques restent à préciser ; toutefois l'aspect discontinu des affleurements et l'allure sigmoïde des épontes suggèrent pour cet auteur, une mise en place en régime cisailant qui aurait pu induire des hétérogénéités structurales préfigurant l'orientation de la fracturation tardi-hercynienne. Le granite de Claveix serait contemporain du granite de Guéret.

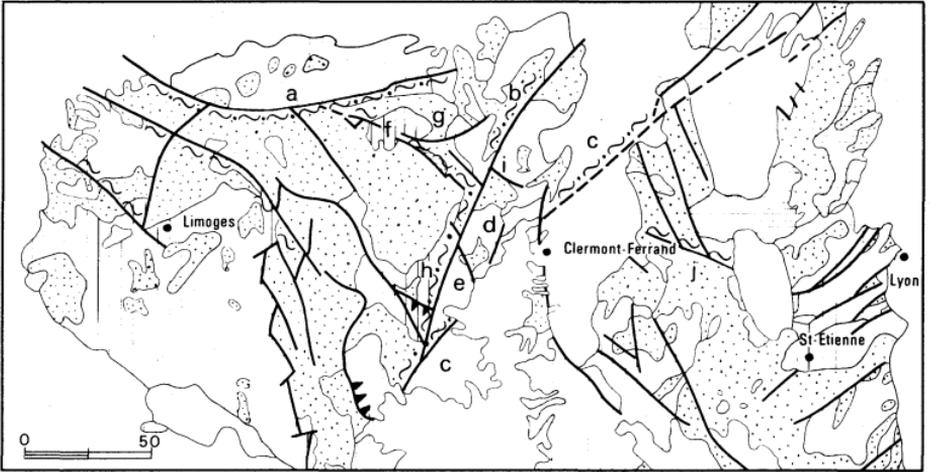
Période néo-varisque (350-290 Ma). *Volcanisme et sédimentation viséens.* Les tufs et conglomérats du Viséen supérieur sont représentés le long du Sillon houiller et au Nord-Est du granite de Gelles. La couche d'antracite décrite au Puy-St-Gulmier pourrait être attribuée au Viséen supérieur.

Mise en place du granite de Gelles. Les relations existant entre ce granite et les tufs du Viséen supérieur ont amené à considérer que la mise en place a suivi de peu l'émission des tufs viséens. La présence de son apophyse microgrenue préfigure la fracturation N-S qui guidera la mise en place des minéralisations du faisceau de Pontgibaud.

Mise en place des microgranites filoniens. Dans cette partie du Massif central, ces microgranites sont considérés comme namuro-westphaliens. Ils soulignent un épisode de distension régionale.

Fonctionnement du Sillon houiller. Sédimentation stéphanienne. (cf. chapitre « Sillon houiller » précédent).

Au Stéphanien C la compression devient E-W ; le Sillon houiller joue en faille inverse. Cette compression a de plus, tendance à ouvrir les fractures préexistantes le long desquelles se mettent en place les filons de quartz, (Herment, Chantemerle, St-Étienne-des-Champs, St-Avit, Landogne etc.). Le district minéralisé de Pontgibaud s'inscrit dans un compartiment de socle coincé entre le Sillon houiller et la faille de St-Sauves dont les rejets respectivement sénestre et dextre, sont responsables, pour partie, de l'évolution de la faille de Pontgibaud et de celle de Prondines qui peuvent correspondre à des accidents de second ordre vis-à-vis de ces deux grandes structures (fig. 9). Les rejeux des fractures préexistantes en décrochement sénestre favorisent le développement d'une composante d'ouverture qui



~ ~ ~ ~ ~ Cisaillements senestres namuro-westphaliens et décrochements stéphaniens

- a - Marche
- b - Sillon Houiller
- c - Faille de St-Sauves
- d - Faisceau de Pontgibaud
- e - Faille de Prondines

~ ~ ~ ~ ~ Cisaillements dextres et chevauchements anté-viséens

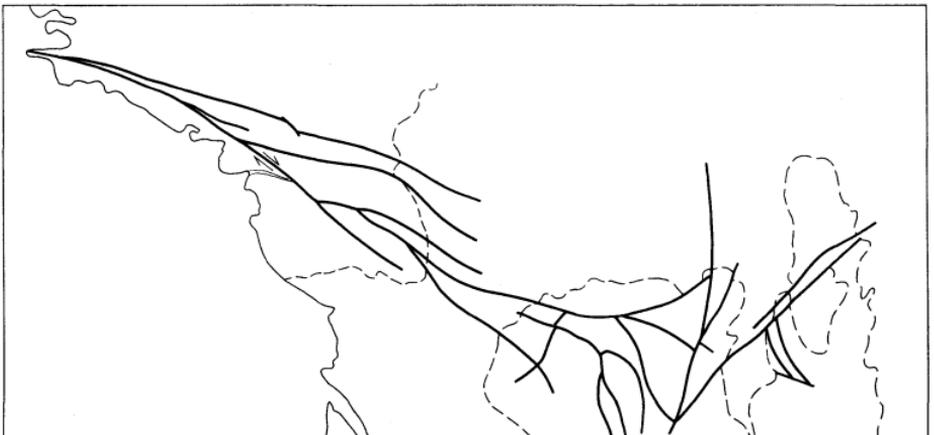
- f - Marche orientale et faisceau de Chambon-s-Vouèze
- g - Chevauchement d'Arpeuilles
- h - Thalamy - La Courtine
- i - Sainte-Christine
- j - l'Hermitage

 Granitoïdes

 Volcanisme viséen

 Roches métamorphiques

 Volcanisme et sédimentaire



Liaison Massif Central, Massif Armoricain

Fig. 9 - Position des grands accidents dans le Nord du Massif-Central
(d'après J.-M. Belin, 1983)

guide le dépôt de la phase plombo-zincifère*. Les failles N 140 jouent en décrochement dextre, la composante horizontale est très limitée mais elle induit un blocage de la zone de cisaillement.

Période post-stéphanienne

– Vers 195 Ma se mettent en place les minéralisations à fluorine (secteur de St-Jacques-d'Ambur, d'Herment et de Puy-St-Gulmier), contrôlées par les fractures N 140.

– A l'Éocène les premiers soubresauts tectoniques du contrecoup alpin ont pu rajeunir les structures hercyniennes. Les grandes structures du socle (Sillon houiller, faille de St-Sauves) préfigurent les « mégachenaux » de la série sédimentaire oligocène qui se localisent préférentiellement dans les dépressions de la pénégénie hercynienne liées à ces accidents.

– A l'Oligocène, au cours d'une phase de distension généralisée, se déposent des sédiments argilo-sableux, le long du Sillon houiller et à l'Est dans le prolongement du bassin d'Olby, correspondant au fossé d'effondrement de la Sioule.

Les accidents hercyniens sont largement sollicités et plus particulièrement les fractures méridiennes bien représentées à proximité de la Sioule. Les critères morphologiques permettent de définir les limites de cet effondrement, caractérisé par une décote progressive des altitudes du socle, à partir de la Chaîne des Puys jusqu'au delà de la Sioule à l'Ouest. Il s'agit donc d'un demi-graben résultant d'un *effondrement asymétrique qui réactive préférentiellement les fractures à pendage Est*.

La limite ouest de cet effondrement est représentée par une multitude de failles normales à faible rejet qui déterminent au Sud du plateau de Laudine, une ligne de crête se prolongeant jusqu'au Puy de Banson. Dans la partie nord ce dénivelé s'estompe progressivement et l'altitude du plateau cristallin reste à peu près constante d'Est en Ouest. Il n'est pas exclu que cette morphologie ait une influence sur l'interprétation des images ERTS.

Du point de vue cartographique, cette réactivation tectonique pourrait expliquer *pro parte*, l'engorgement rapide de la partie est du granite porphyroïde de Gelles. On remarquera aussi que la totalité de l'axe filonien principal se situe dans le bloc effondré, à l'exception du prospect des Peyrouses qui, de par sa position géographique, est susceptible d'avoir été partiellement affecté par cette fracturation récente (Negroni, 1981).

– Au Miocène terminal et au Pliocène se manifeste le volcanisme de la chaîne de la Sioule ; au Villafranchien ancien le volcanisme du Sillon houiller, puis celui du Mont-Dore (les épandages de ponces et de volcano sédiments comblant les parties déjà érodées du bassin sédimentaire d'Olby). A l'Holocène et au début du Pléistocène on assiste au volcanisme de la Chaîne des Puys, qui se poursuit au Pléistocène récent par celui de la Petite chaîne des Puys.

Les relations entre le volcanisme et la fracturation pré-existante sont étroites dans la région du faisceau de Pontgibaud. Elles sont particulièrement évidentes dans la Chaîne des Puys, où les accidents sub-méridiens contrôlent largement la montée des magmas et l'agencement des points de

* La chronologie et la classification paragenétique des minéralisations sont traitées dans le chapitre « Gîtes minéraux ».

sortie (Glangeaud, 1913 ; Camus, 1975), voire la mise en place des chambres de différenciation magmatique (Bourdier, 1980).

De même pour la Chaîne de la Sioule et la Petite chaîne des Puys, mises en place à des périodes différentes (Besson et Camus, 1978), les alignements observés peuvent être mis au compte de la fracturation locale. Les failles les plus affectées sont, généralement, proche du N-S ; l'exemple le plus frappant est le cône du Chalusset qui présente un caractère fissural très net avec une orientation N 165°. Par ailleurs, les travaux miniers confirment l'utilisation des zones filoniennes par les magmas (prolongement du filon Henri, Lodin, 1892 ; cas du filon des Rosiers où une formation volcanique non visible en surface a été récemment identifiée par sondage).

Ces manifestations volcaniques témoignent donc indirectement, du caractère actif de la zone faillée de Pontgibaud.

RESSOURCES DU SOUS-SOL

HYDROGÉOLOGIE

Hydrologie

La feuille Pontgibaud comporte en majorité des séries granitiques et métamorphiques dont le caractère est peu perméable. La fracturation intense donne naissance à des réseaux compartimentés et à de nombreux faisceaux filoniens, dont le principal, celui de Pontgibaud a fait l'objet d'une prospection métallifère par puits et galeries ayant quelquefois drainé d'importantes venues d'eau (filon Saint-Armand - Pranal - puits Bontoux - 160 m³/h).

La fracturation a au moins deux conséquences majeures sur l'hydrologie :

- les systèmes ouverts sont accompagnés de lignes de résurgences, qui n'ont généralement pas de gros débits ;
- le réseau hydrographique répercute les orientations linéamentaires sur des tronçons entiers de cours d'eau et sur une partie du chevelu des ruisseaux affluents. L'aspect extrêmement dense de ce réseau est celui d'un pays de socle imperméable où le ruissellement superficiel prend d'autant plus d'importance que la région s'élève en altitude (700 à 850 m), avec exposition aux vents dominants de Sud-Ouest.

Les deux plus importantes rivières sont la Sioule qui traverse la feuille du Sud au Nord en suivant la grande cassure de Pontgibaud et le Sioulet dont le trajet très contourné suit en partie l'orientation du Sillon houiller.

La Sioule, rivière principale, prend sa source hors secteur, non loin du lac Servières, à 1 100 m d'altitude. On notera qu'à son entrée sur la feuille vers Olby, son trajet primitif empruntait directement la vallée de Mazaye, puis a été détourné par l'obstacle que représente la cheire du Puy Balmet, qui barre transversalement la vallée. Ainsi s'est créé le site naturel de barrage de la Gardette. Ayant traversé le petit bassin sédimentaire d'Olby, la Sioule reçoit la Miouze en rive gauche, puis sa vallée s'ouvre progressivement pour

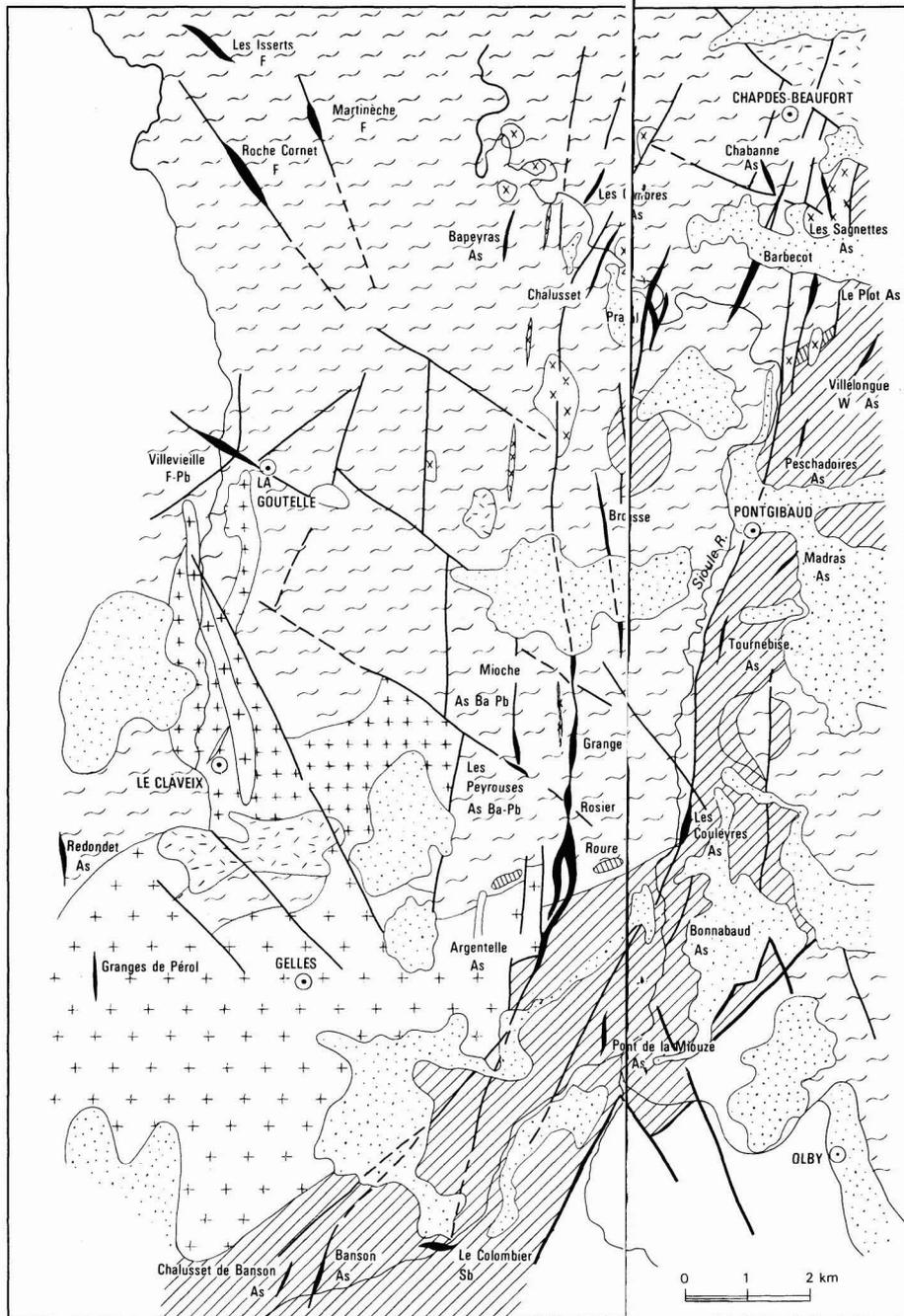


Fig. 10
Position des filons minéralisés
du faisceau principal de Pontgibaud

-  Oligocène
-  Volcanisme récent
-  Microgranites filoniens
-  Viséen
-  Granites de Gelles et du Claveix
-  Leucogranites
-  Amphibolites
-  Migmatites
-  Gneiss

atteindre près de 300 m de large en amont de Pontgibaud. C'est au droit de cette agglomération que la rivière a de nouveau buté sur une autre coulée volcanique, celle-ci issue du Puy de Côme ; son écoulement s'en est trouvé ralenti, ce qui a provoqué à l'amont l'élargissement de la plaine par suite d'un fort alluvionnement avec « méandrisation ». La pente de la vallée est ici de 0,8 %.

A l'aval de Pontgibaud, la vallée s'encaisse profondément, sa pente atteint 2 %, et sa largeur est réduite à celle du cours d'eau : il n'y a plus d'alluvionnement. Les méandres, taillés dans le roc, sont extrêmement accusés.

La Sioule à Pontgibaud a un débit moyen annuel de $7 \text{ m}^3/\text{s}$ pour un bassin versant de 353 km^2 . Mais son débit de crue peut atteindre des maximum instantanés de plus de $120 \text{ m}^3/\text{s}$.

Hydrogéologie

En amont de Pontgibaud, la vallée de la Sioule, recèle vraisemblablement une nappe alluviale d'une certaine importance ; cependant la recherche en eau potable pour l'alimentation des communes, n'a pas pour l'instant, prospecté ces ressources potentielles.

Formations volcaniques. L'accent a été mis sur les ressources en eau d'origine sous-basaltique, qui sont abondamment exploitées pour l'adduction publique.

D'importants témoins du volcanisme subsistent sur la feuille sous différentes formes : cratères de maars, petits cônes stromboliens, lambeaux de coulées, amas de projections de nature perméable.

La coulée basaltique massive issue des puy de Côme et Balmet (feuille Clermont-Ferrand) poursuit son avancée sur la feuille Pontgibaud en direction de Mazaye. Les sources de front de coulée, à Mazaye, forment trois niveaux, dont on estime le débit moyen à $400 \text{ m}^3/\text{h}$. Les sources du niveau inférieur contribuent à l'alimentation de la ville de Chamalières.

En amont de Mazaye, s'est constitué le lac de barrage naturel de la Gardette (ou étang de Fung) actuellement comblé par les alluvions ; les sources et ouvrages dans ce secteur possèdent de très forts débits.

La source de Madras, commune de Gelles, résurgence de la coulée de Neuffont—Lavialle a un débit moyen naturel de $40 \text{ m}^3/\text{h}$. Un forage exécuté à proximité, offre un débit spécifique de $44 \text{ m}^3/\text{h/m}$.

Les captages de Madras et de l'étang de Fung, alimentent l'important syndicat du Sioulet regroupant 18 communes.

Pour sa part, la ville de Pontgibaud n'a longtemps été desservie que par la source sous-basaltique de Sérance (hors secteur).

A l'aval de la cité, dans la vallée même et en rive droite de la Sioule, les

importantes résurgences de Peschadoires (une galerie et un captage) alimentent en partie le syndicat de Sioule et Morge regroupant 48 communes (coulée supérieure aménagée par galerie : 50 l/s ; coulée inférieure aménagée par puits : 500 l/s).

Ces résurgences marquent le front des longs épanchements coalescents formés de plusieurs coulées emboîtées en provenance des puys de Côme et de Louchadière (feuille Clermont-Ferrand).

Les eaux sous-basaltiques sont peu chargées, généralement neutres, mais souvent mal protégées.

Formations sédimentaires tertiaires. Les formations sablo-argileuses des petits bassins tertiaires n'apparaissent pas *a priori*, très aquifères. Ce sont des régions humides où l'eau ruisselle plus qu'elle ne s'infiltré, du fait du caractère argileux de la sédimentation.

Formations granitiques et cristallophylliennes. Sur les zones de socle, les conditions climatiques et la tectonisation ont favorisé l'arénisation et la fissuration des terrains dans lesquels failles et filons constituent des drains préférentiels. En ce sens, la circulation filonienne lorsqu'elle existe, présente plus d'intérêt par la constance du débit et la qualité des eaux produites que les multiples sources d'arène dont le débit subit de fortes variations et vont souvent à tarissement, après un cycle d'années sèches.

L'épaisseur des arènes apparaît, en effet, peu importante en moyenne (4 à 5 m) sur la feuille de Pontgibaud ; lorsqu'elle est directement associée à la circulation filonienne ou fissurale, la zone d'arénisation peut constituer un réservoir naturel et contribuer à une meilleure régulation des débits. De petites nappes d'une certaine extension sont ainsi connues en pays de socle, mais le territoire de la feuille n'apparaît pas de prime abord, comme le plus favorisé sur ce plan, par suite de la faible épaisseur des zones d'altération superficielle.

Les eaux du socle sont de bonne qualité, généralement bien filtrées ; légèrement acides et agressives, très peu minéralisées. Elles ont aussi l'avantage d'être le plus souvent peu chargées en ions, directement liés aux activités humaines et agricoles, nitrates, sulfates, phosphates.

Eaux minérales

Les sources minérales citées par les ouvrages anciens sont celles de :

Anchal	}	commune de Bromont-Lamothe
Javelle		
Mine de Pranal		
Chalusset		

Châteaufort	commune de Saint-Ours-les-Roches
Barbecot	commune de Chapdes-Beaufort.

Trois d'entre elles situées dans le thalweg de la Sioule, sont recensées au service des eaux minérales du BRGM.

Position des sources minérales

	x	y	Altitude
Source de Châteaufort	639,96	95,40	+ 591
Source de Barbecot	639,55	96,25	+ 592
Source d'Anchal	639,68	93,90	+ 645

Ces sources donnent des eaux bicarbonatées calcosodiques chargées en gaz carbonique, relativement froides (10 à 19° C) et laissant souvent de forts dépôts ferrugineux de couleur rouge vif.

Aménagement hydraulique

On signalera une réalisation importante en matière d'aménagement hydroélectrique de la vallée de la Sioule avec la mise en service prochaine de la microcentrale de Montfermy, commune de Bromont-Lamothe.

La prise d'eau amont est située en rive droite, à la sortie nord de Pontgi-baud (altitude environ 660 m). La galerie d'amenée part en souille sous la rivière, traverse la vallée et débouche dans un lac artificiel dont le niveau est amené à la cote + 665 par création d'un barrage sur le vallon d'Anchal. La galerie se poursuit en souterrain et de façon rectiligne, sur une distance de 5,800 km. Elle rejoint une des boucles de la Sioule à 4 km en aval de Montfermy. L'usine sera construite dans le thalweg en rive gauche et la conduite forcée accusera une chute d'environ 128 m.

CARRIÈRES

Granulats et matériaux d'empierrement. Une carrière fait l'objet d'une exploitation « industrielle » à la Halle, dans les basaltes de Combrailles, exploités pour gravillons.

Des carrières moins importantes font l'objet d'exploitations épisodiques : carrière du Sioulet le long de la D 19 au Sud de Poneix dans les migmatites, de Cisternes, également dans les migmatites, du Puy de Banson et de Valleix dans les basaltes et de Prondines dans le granite de Gelles.

Les roches résistantes (migmatites à biotite, anaxites à cordiérite et granites) donnent lieu à des extractions artisanales, pour la construction ou l'empierrement des chemins.

Les « pouzzolanes » (projections volcaniques stromboliennes) ont été utilisées pour l'empierrement des chemins communaux à partir de carrières ouvertes aux Puys de Banson, Neuffont et Pranal.

Argiles. Les argiles extraites des carrières de la Jugie servent à la fabrication de tuiles et de pots.

Diatomites. A la Gardette, la C.E.C.A. a tenté une exploitation dans les formations lacustres (« Ceyssatite »). Toute activité a cessé.

GÎTES MINÉRAUX

Historique et localisation

S'il est des régions où l'on peut évoquer la tradition minière, la région de Pontgibaud est bien de celles-là, car elle demeure, dans ce domaine la plus célèbre en Auvergne, même, si dans l'absolu, elle ne fut pas la plus prospère, ni la plus productive. La feuille Pontgibaud ne compte pas moins de 70 gisements ou indices minéralisés et elle n'a jamais cessé de susciter l'intérêt des prospecteurs miniers.

Les minéralisations métalliques de ce secteur sont connues et travaillées depuis la plus haute antiquité, pour l'argent qu'elles renferment, peut-être aussi, localement, pour l'étain. Des vestiges gallo-romains (lampes, outils, pièces) ont été retrouvés en mine dans les gisements de Rosier et de Roure (fig. 10-11-12).

Les gisements de **galène argentifère** s'échelonnent selon un large faisceau de plus de 30 km de long, depuis la Miouze (au Sud) jusqu'à la Sioule en aval de Châteauneuf (au Nord), sur la feuille voisine Saint-Gervais-d'Auvergne. Pour des raisons d'identité de nature et d'origine des éléments qui les constituent, nous rattacherons aux minéralisations du faisceau proprement dit, toutes celles qui se situent à la périphérie du granite de Gelles.

Du XVI^e au XVIII^e siècle, des exploitations ponctuelles et sporadiques sont relatées par les chroniques dans les secteurs de Roure, Barbecot et Pranal. Mais c'est au XIX^e siècle que ce district va prendre l'importance historique qui, dans les mémoires, le place au premier rang régional. C'est, en partie, sous l'impulsion de compagnies minières anglaises que les mines prirent leur essor. En effet, non seulement l'exploitation des gisements connus fut poussée au maximum mais aussi fut entreprise la reconnaissance à l'échelle régionale avec l'ouverture de travaux sur des gisements voisins comme Villevieille à l'Ouest ; Châteauneuf, Vitrac, les Isserts au Nord, ou Faublanc, Banson au Sud. Pendant plus de 70 ans (1826-1897), malgré les moyens précaires de l'époque, il sera creusé, sur l'ensemble des gisements travaillés, un réseau de galeries de recherche et d'exploitation de plus de 70 km et près de 3 km de puits. Les principaux centres d'extraction furent : Roure, Rosier, Mioche, la Grange et Brousse pour la partie sud ; Barbecot et Pranal pour la partie nord.

La production cumulée de ce district fut de l'ordre de 50 000 t de plomb métal et 100 t d'argent. Importante pour l'époque, puisqu'elle donne une certaine prospérité à cette région pendant trois quarts de siècle, cette production reste modeste si on la compare aux unités d'extraction modernes et,

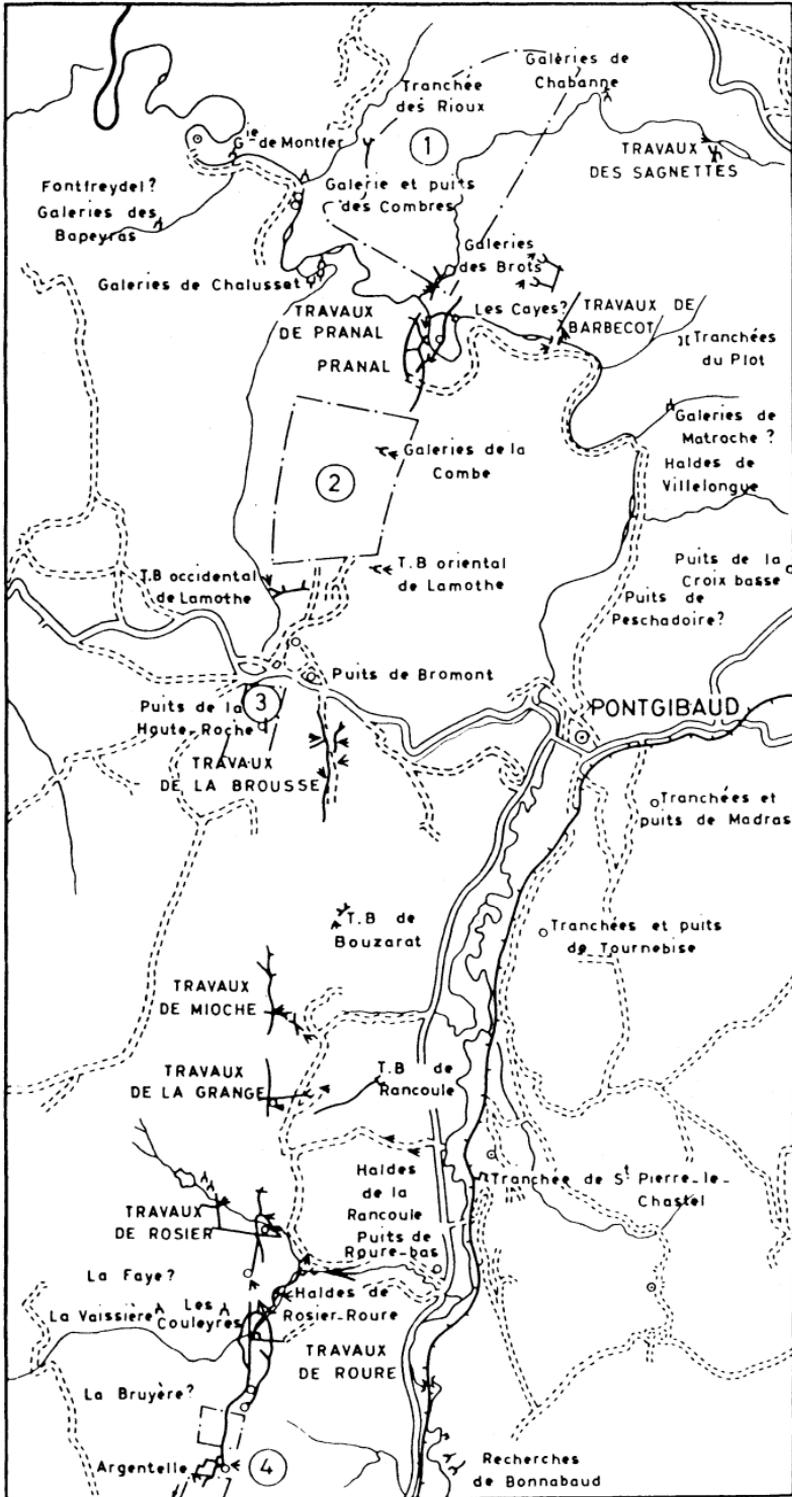


Fig. 11 - Localisation des anciens travaux miniers du faisceau principal de Pontgibaud d'après J. Bouladon, J.-J. Périchaud, P. Picot, P. Sainfeld (1964)

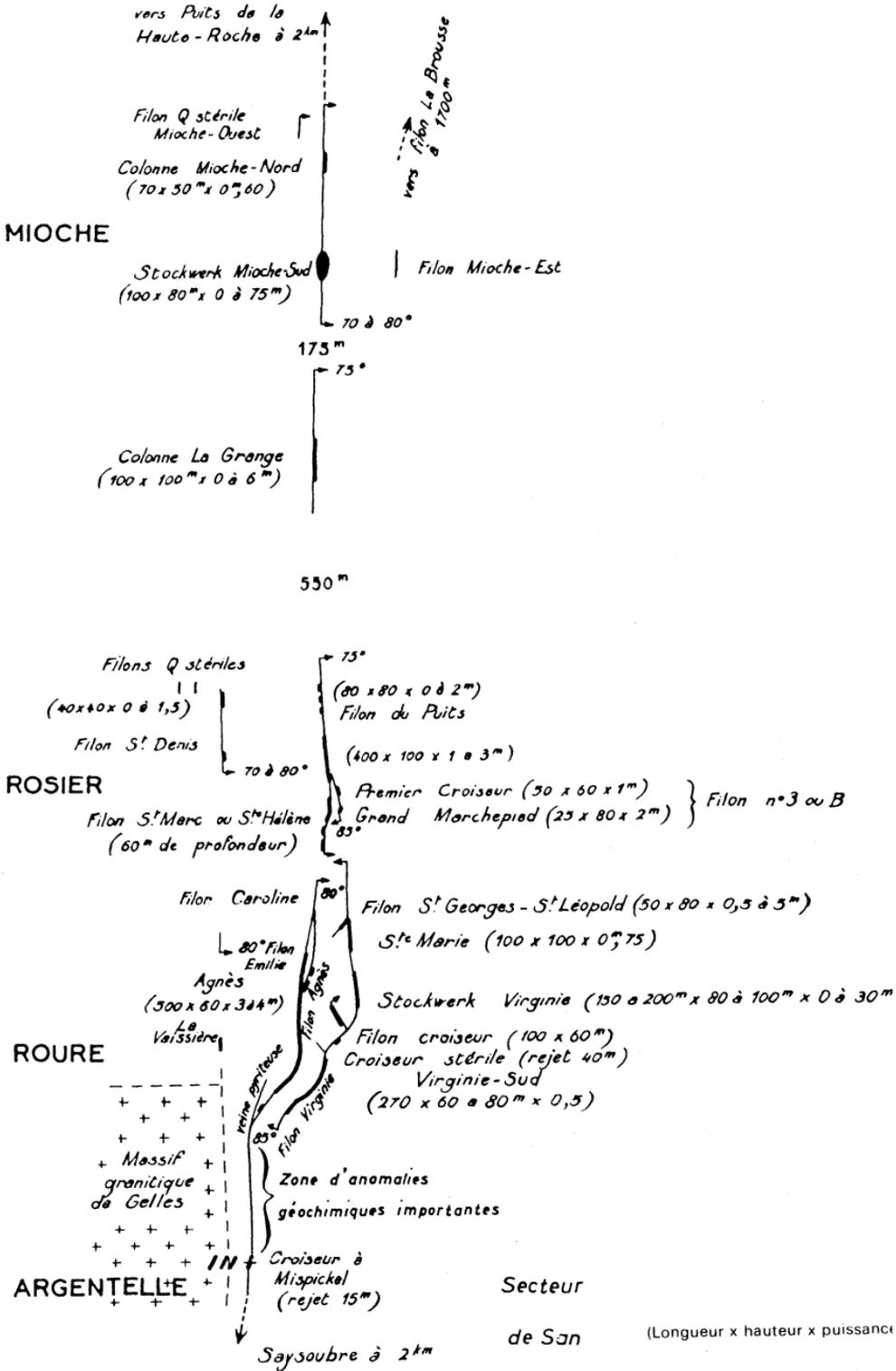


Fig. 12 - Axe principal du faisceau filonien de Pontgibaud

Taille des parties minéralisées

compte tenu des impératifs économiques actuels, il est vraisemblable que même vierges de tous travaux, ces gisements ne seraient pas mis en exploitation de nos jours.

Parallèlement à la présence de plomb et d'argent, la région de Pontgibaud recèle encore d'autres minerais.

De l'**antimoine**. Ce métal qui, dans les alliages blancs, sert à durcir le plomb, fut exploité de façon modeste à Angle-Bas (juste au Sud de la feuille Pontgibaud) depuis la Révolution jusqu'au milieu du XIX^e siècle. Mais le principal centre productif fut la mine du Colombier, découverte près de Massage, en 1905. Là, de 1914 à 1918 furent extraites 1 100 t d'antimoine, métal stratégique qui pendant la première guerre mondiale servait à fabriquer les ogives de shrapnells.

La **fluorine**, utilisée principalement comme fondant métallurgique, est à l'origine des mines les plus récentes du district de Pontgibaud. Deux groupes sont à distinguer :

– Les gisements du secteur de Saint-Jacques-d'Ambur (au NE) qui déborde sur la feuille voisine de Saint-Gervais-d'Auvergne. Ils furent travaillés de 1925 à 1966, fournissant, tous réunis, quelques 150 000 t de fluorine ; les principaux sièges d'extraction furent Martinèche et les Isserts.

– Les gisements du secteur d'Herment (au SW) qui, travaillés entre 1923 et 1977, produisirent plus de 400 000 t de fluorine, mais le principal siège d'exploitation que fut la mine du Beix, se situe un peu au Sud, sur la feuille voisine Bourg-Lastic.

L'**uranium** est aussi présent sur la feuille Pontgibaud. Bien qu'aucun gisement n'y soit, à ce jour, connu, l'uranium, qui est le minerai le plus nouveau, fait toujours l'objet de recherches attentives dans les secteurs de Gelles et de Saint-Avit.

Les paragenèses

Les minéralisations de la région de Pontgibaud peuvent être regroupées en 4 grands ensembles (tableau 13), ce qui, comme nous le verrons plus loin, ne signifie pas que ces groupes soient tout à fait indépendants les uns des autres, mais plutôt des unités qui, ayant chacune un caractère propre, font malgré tout partie d'un ensemble régional cohérent.

Filons à mispickel et pyrite. Cet ensemble, caractérisé par la présence de mispickel et pyrite dominant largement les autres minéraux, pourrait avoir comme type moyen le filon de Redondet, dont la paragenèse comporte :

– Mispickel (A), pyrrhotine (F), pyrite, marcasite (A), chalcoppyrite, stannite, tétraédrite (F), avec bismuthinite (F), Bi natif (R) et blende (F) (*).

Au mispickel est parfois associée de la löllingite (antérieure), comme par

* Légende identique à celle du tableau : (R) rare ; (F) peu abondant, mais fréquent ; (A) abondant.

exemple au moulin de Chalusset ; ainsi que quelques traces d'or natif, comme par exemple à Madras, Tournebise et Pont-de-la-Miouze. Le mispickel lui-même renferme de l'or de façon irrégulière, comme par exemple 14 à 18 g/t d'or à Tournebise sur un tout-venant renfermant 15 à 30 % d'As (G. Aubert, 1962) alors qu'au moulin des Sagnettes le tout-venant à 22 % d'As ne renferme que 2 g/t d'or.

Bon nombre de filons à mispickel renferment du tungstène sous la forme de wolframite (ferberite), par exemple à Villelongue ou Tortebeisse 1, ou sous la forme de scheelite, comme à Pont-de-la-Miouze, Bonnabaud ou Tournebise.

Certains filons de ce groupe contiennent de l'étain, sous la forme de cassitérite, comme à Argentelle, les Peyrouzes ou les Couleyres, et (ou) sous la forme de stannite, comme à Mioche, les Combres ou le moulin des Sagnettes.

La présence de cassitérite et de wolframite donne à ces filons arseniés un cachet « départ acide » que justifie pleinement leur situation par rapport au granite de Gelles comme nous le verrons plus loin.

Outre les éléments As, Fe dont l'abondance caractérise le groupe et les éléments W, Sn dont nous venons de parler, on remarque que Cu est un élément assez permanent dans cette paragenèse, présent dans la chalcopryrite (F ou A), la stannite (F) et la tétraédrite (R). Le Bi, bien qu'en proportion relativement modeste, est également un élément assez constant dans ces minéralisations arsénifères de haute température.

La gangue de ces filons est toujours exclusivement formée de quartz.

Filons de galène argentifère. Cet ensemble est caractérisé par une nette prépondérance de la galène qui renferme généralement les minéraux d'argent, ce sont des sulfosels d'Ag, principalement : pyrargyrite et polybasite. La blende (ferrifère) toujours présente, est généralement moins abondante que la galène. Le filon de Roure nous donne le type de paragenèse de ce groupe :

— Mispickel (F), pyrite (F à A), marcasite, chalcopryrite (F), tétraédrite, blende (F à A), galène (AA), freibergite, bournonite, polybasite (F). Gangue de quartz (A) avec barytine et parfois carbonates (F).

La tétraédrite est également argentifère, on note la présence de freibergite.

Dans cette paragenèse de moyenne ou basse température dont la gangue généralement quartzo-barytique est parfois aussi fluorée ou carbonatée, on retrouve donc des reliques de la paragenèse de haute température précédente, sous la forme de mispickel, pyrite, marcasite, chalcopryrite et parfois stannite le plus souvent en très faible proportion. Ceci témoigne du double caractère de ces minéralisations argentifères qui résultent de la superposition dans un même filon de plusieurs phases minéralisatrices de nature et de température différentes.

En regardant le tableau 13, nous voyons que la paragenèse du moulin des Sagnettes, qui appartient au groupe de haute température par l'abondance des minéraux à As, Fe, Sn, Bi, Cu qu'elle contient, renferme également en proportion notable galène et pyrargyrite, ce qui permet de faire la transition avec le groupe suivant où la galène et les minéraux d'argent s'épanouissent, alors que les minéraux d'As, Fe, Sn, Bi s'estompent.

De même, les filons de Villevieille et de Faublanc (situés au NW du granite de Gelles), qui sont logés dans des fractures NW-SE, ont une gangue quartzo-barytique déjà largement fluorée, alors qu'ils appartiennent au groupe des filons à galène argentifère pour laquelle ils furent exploités. Ceci permet de faire la transition avec les filons du groupe suivant où la fluorine devient prépondérante alors que les sulfures y sont de plus en plus rares.

Filons de fluorine. Ils sont généralement caractérisés par une caisse filonienne large essentiellement remplie par de la fluorine verte, bleue, parfois violette, souvent rubanée avec alternances de quartz ou calcédoine et présence assez fréquente de barytine, celle-ci pouvant même être abondante comme c'est le cas dans le secteur d'Herment (ex : la Rochette). Dans cette gangue fluorée de basse température, les sulfures sont généralement rares et en faible proportion, sauf dans le filon des Isserts où l'on peut observer :
– chalcopryrite, galène (F à A), avec tétraédrite, blende (R à F) ce qui rappelle de façon discrète la paragenèse du groupe précédent.

Filon à stibine. Isolé sur la feuille Pontgibaud, mais appartenant à un groupe qui s'étend au Sud sur la feuille Bourg-Lastic (filons d'Angle-Bas, Chogne et Bouchetel), le filon du Colombier, dans la partie la plus méridionale du faisceau, renferme une paragenèse à antimoine classique :
– Mispickel, pyrite, blende (R), berthiérite (F), stibine (AA). La gangue est uniquement quartzreuse.

La présence de berthiérite traduit la persistance du fer dans les solutions antimoniées avant l'épanouissement de la stibine qui a dû se faire à plus basse température.

Contrôle tectonique des minéralisations

A l'échelle régionale (figure 13-a) le secteur de Pontgibaud a réagi comme un compartiment de socle relativement rigide coincé dans l'angle formé par le grand accident NE-SW de Saint-Sauves (qui traverse le Massif central depuis la vallée de la Saône jusqu'à la vallée du Lot) et le grand Sillon houiller NNE-SSW (qui traverse, lui, le Massif central depuis Villefranche-de-Rouergue jusqu'à Moulins). Les rejeux respectivement dextres et senestres, de ces deux grandes structures ont provoqué des fractures NNE (alignement général du faisceau de Pontgibaud), ou NW-SE (comme la faille de Prondines qui décale l'extrémité SE du granite de Gelles).

A l'échelle locale (figure 13-b), comme l'a montré J.M. Négroni (1981), les mouvements décrochants senestres subis par l'ensemble du faisceau de Pontgibaud provoquent le développement d'une composante d'ouverture selon une direction sensiblement N-S qui aboutit à la création d'une série de

fissures en échelon à l'intérieur du couloir de cisaillement qu'est devenu le faisceau. Ce sont des fentes de tension de type R selon le schéma de Riedel, matérialisées par les filons à galène argentifère.

Les filons fluorés (de Saint-Jacques-d'Ambur ou d'Herment) orientés NW-SE, correspondent, eux, à des fentes d'extension (fissures de type R') dues à un rejeu ultérieur en faille dextre conduisant à un blocage général des mouvements tectoniques régionaux.

Les filons de stibine, orientés E-W, correspondent à des fentes ouvertes par traction (fissures de type T) au voisinage et sous l'effet des mouvements dextres de la faille de Saint-Sauves.

Chronologie, origine et âge des minéralisations

Les minéralisations arseniées et plombo-argentifères du faisceau de Pontgibaud sont en liaison spatiale étroite avec le granite de Gelles qui occupe le cœur de la feuille et se retrouve fréquemment, dans les failles de tension N-S, en intrusions filoniennes auxquelles sont directement accolés les filons de galène.

La mise en place de ces diverses minéralisations commence par une phase de haute température représentée par les filons à mispickel-pyrite qui renferment la wolframite. Cette première phase est à rattacher à la fin de la cristallisation du granite de Gelles dont l'âge est d'environ 320 Ma. Ensuite, se déposent les filons à mispickel-pyrite avec Sn, Bi, Cu, Zn, puis trace de Pb, correspondant à la phase ultime de l'évolution magmatique du granite de Gelles datée à 300 Ma (J.C. Baubron). Dans ce premier épisode, W, Sn, As, Bi sont des éléments provenant directement du magma granitique intrusif, alors que l'origine des autres éléments : Pb, Zn, Cu est à rechercher dans les formations métamorphiques encaissantes où ils ont été mobilisés par les circulations hydrothermales induites par l'intrusion du corps granitique de Gelles. En effet, l'étude isotopique (E. Marcoux, P. Picot, 1985) montre que le Pb de ces minéralisations arseniées est nettement moins radiogénique que celui du granite.

A température sensiblement plus basse, mais selon le même processus de mobilisation dans les formations encaissantes, par un hydrothermalisme dont le granite de Gelles est le moteur thermique, se situe l'épisode à antimoine qui voit la genèse des filons à stibine légèrement plus distaux par rapport au granite.

C'est à peu près à la même époque, dans une ambiance thermique comparable, que va commencer la mise en place des filons plombo-argentifères. L'analyse isotopique montre que le Pb de ces galènes est beaucoup plus radiogénique, donc d'origine plus nettement magmatique, ce qui implique que les solutions hydrothermales génératrices de ces dépôts se sont chargées en Pb en lessivant le granite de Gelles. L'âge de ces minéralisations mésothermales n'est pas connu avec précision. Cet épisode, qui peut couvrir une période relativement longue, se situe dans une fourchette de 100 Ma limitée par les minéralisations antérieures et postérieures qui sont, elles,

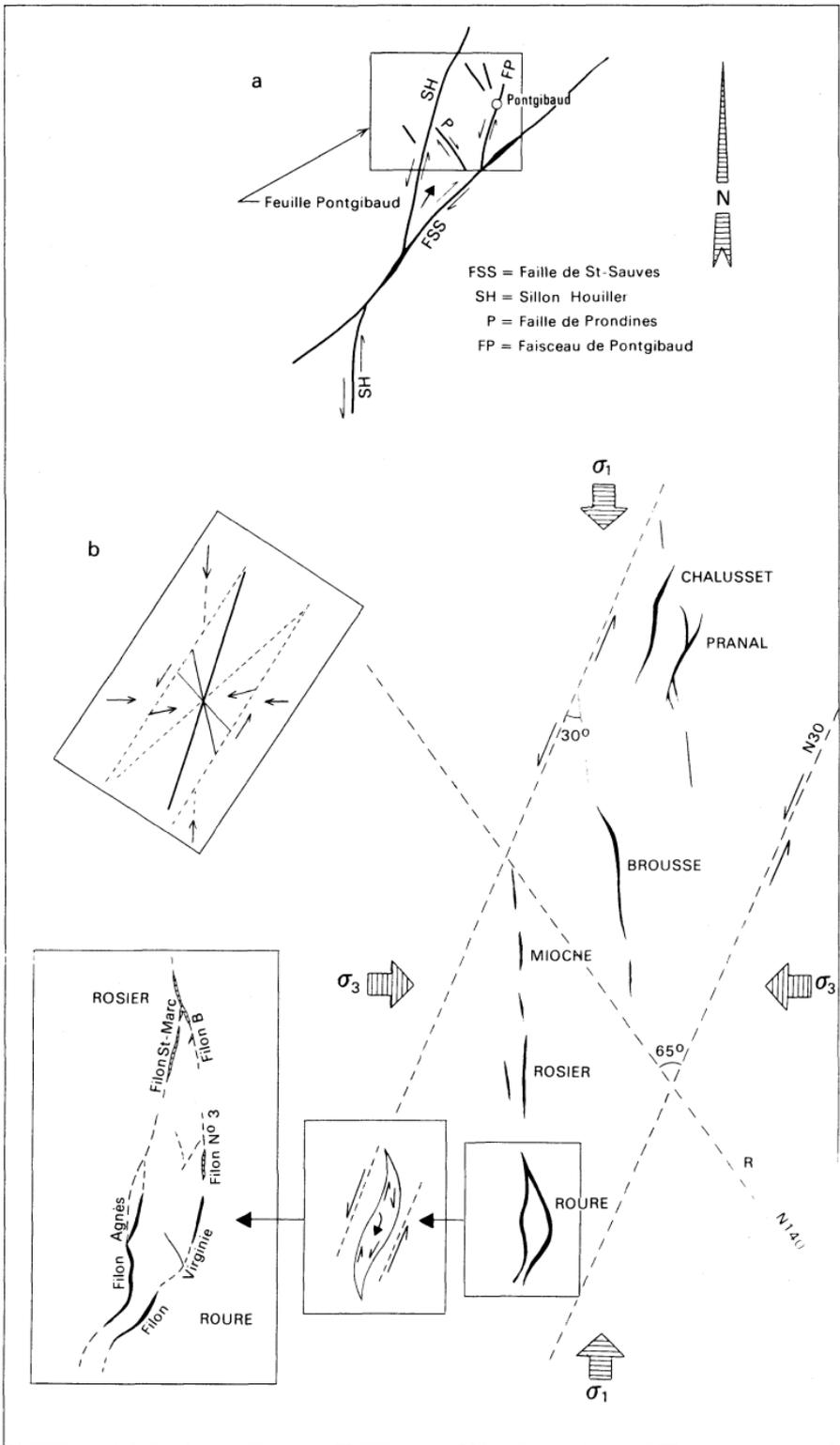


Fig. 13 - Schéma tectonique

a - A l'échelle régionale

b - A l'échelle du faisceau de Pontgibaud

bien datées. Il est cependant vraisemblable de les considérer comme plus proches des précédentes, dans une période correspondant au refroidissement progressif du système hydrothermal provoqué par l'intrusion de Gelles.

L'ultime épisode, voit la mise en place, à basse température des filons fluorés et barytiques. Lorsque les solutions de ce type empruntent une fracture précédemment minéralisée, elles remobilisent une partie des éléments déjà déposés comme par exemple à Brousse, Mioche ou Villevieille. Mais en règle générale, ces solutions sont pauvres, voire exemptes de sulfures. Les éléments Ba et F, qui caractérisent ces paragenèses, proviennent d'un long lessivage du matériel granitique.

Orientés NW-SE, ces filons sont classés comme tardifs par rapport aux autres événements tectoniques régionaux et aux autres minéralisations de Pontgibaud que l'on peut considérer comme tardi-hercyniennes. La mise en place des minéralisations fluorées fait partie, à l'échelle du Massif central, d'un phénomène général qui, chaque fois qu'il a été daté, se situe aux environs de 195 Ma, c'est-à-dire à une époque liasique nettement post-hercynienne, donc bien distincte de celle des minéralisations précédentes.

TABLEAU DES GÎTES MINÉRAUX

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
Monnet	1.4001	Sb	Quartz Stibine	Filon N-S	Granite de Guéret	Ces travaux de recherche mentionnés par Jourde, n'ont pu être localisés.
Saint-Avit	1.4002	U	Autunite	Filon N-NE	Granite de Guéret	Travaux CEA vers 1950 : radiométrie, tranchées, sondages.
La Côte	1.4003	F	Quartz Fluorine	Filon D = 320°	Migmatite	Indice signalé sur plusieurs cartes géologiques.
Torbaty	2.4001	Pyr	Quartz Pyrite Blende Galène Chalcopyrite Mispickel Jamesonite	Filon (3) N-NE et NE	Gneiss	Les cartes indiquent 3 filons à quartz et pyrite. Les travaux du XIX ^e siècle consistent en recherches, décapages et tranchées.
Chapuzat	2.4002	F	Quartz Fluorine	Filon 315°	Migmatite	Petit indice signalé par plusieurs auteurs.
Chez Morel	2.4004	Cha	Houille	Stratiforme Pendage : 90° Puissance : 3 à 4 m	Grès, schiste stéphannien	Ex-concession de Puy-St-Gulmier. Puits de recherche ou petite exploitation.
Martinèche La Barre-Martinèche	3.4001	F	Quartz Fluorine Barytine Pyrite Blende Galène	Filon 340° Puissance : 0,6 à 4 m Pendage : 80-85°	Migmatite	1 puits desservant plusieurs niveaux de galeries sur 400 m ont exploité une colonne de 180 m x 40 m de haut. Teneur moyenne variant de 65 à 80 %. Production de 70 à 100 000 t de spath métallurgique pour la période de 1925 à 1947.

TABLEAU DES GÎTES MINÉRAUX (Suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
			Cuivre-gris Chalcopyrite Bournonite Jamesonite			
Villevieille	3.4002	Pb, Ag	Quartz Fluorine Barytine Galène Pyrite Blende Chalcopyrite Cuivre-gris Énargite Bournonite Covellite Jamesonite Cérusite Argentite	Filon 315° Pendage: 70 à 90° Puissance: 0,2 à 1,5 m	Gneiss	Exploité de 1833 à 1898. Puits St-Joseph desservant 4 niveaux jusque - 103 m. Puits St-Paul: 4 niveaux jusque - 85 m, dont la galerie d'écoulement du Teyssou au niveau 50 longue de 600 m. Teneur Pb: 8 à 12 %, Ag: 1 kg/t. Production estimée à 1 000 t de Pb.
Pranal	4.4003	Pb, Ag	Quartz Barytine Sidérite Galène Blende Mispickel Pyrite Chalcopyrite Cuivre-gris Marcasite	Filons Direction: 5 à 40° Pendage: 60 à 80° Puissance: 0,6 à 1,5 m Longueur reconnue: 400 à 1 200 m	Migmatite	Nombreux puits et galeries à flanc de coteau. Puits Mathieu, Chalaroc-Bontoux, St-Georges, niveau A-20, 50, 70, 90, 110 m. Plusieurs kms de galeries. Gîte exploité sur 400 à 1 200 m et 110 m de haut. Teneur moyenne Pb: 8 %, Ag jusqu'à 3,5 Kg par tonne de Pb. Production de 1 853 à 1 893, estimée à 10 000 t/Pb et quelques dizaines de tonnes Ag.

TABLEAU DES GÎTES MINÉRAUX (Suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
			Bournonite Tetraédrite			
Tournebise Le Suquet-Barjoux	4.4004	As (Au)	Quartz Mispickel Pyrite Cuivre-gris Scheelite Rutile	Filons N.S à N.NE Pendage: 60 à 90° Puissance jus- que 1,25 m	Gneiss	Les travaux (plusieurs puits, descenderie, galerie à flanc de coteau) ont identifiés et explorés sur une faible extension et 30 m de haut, un fais- ceau filonien irrégulier et affecté de rejet. Les analyses de 1923/25 avaient donné sur cer- tains lots 15 à 30 % As avec 14 à 18 g/t Au.
La Mothe-Ouest	4.4005	Pb, Ba	Quartz Argile Barytine Galène	Filons (2) 350 et 40° Puissance: 0,5 à 1 m.	Migmatite	Travaux de recherche: travers-bancs et traçage sur chaque filon; teneur Ag: 300 g par tonne de Pb.
La Croix Basse	4.4006	As	Quartz Mispickel Pyrite Rutile	Filon N.E.	Gneiss	Recherche par petit puits (effondré).
La Combe	4.4007	Zn, Pb, Ag	Quartz Blende Galène Pyrite Mispickel	Filon N.S Puissance: 0,5 à 0,6 m	Migmatite	Petite galerie à flanc de coteau, en travers-bancs et traçage, 20 m. Ag: 500 à 600 g par tonne de Pb.
Villelongue	4.4008	Zn	Quartz Blende Galène Pyrite Graphite	Filon N.E. Puissance: 0,8 à 1,5 m	Gneiss	Travaux de 1884. Puits et galeries à flanc de coteau, éboulés. Ag: 1,5 kg par tonne de Pb.

TABLEAU DES GÎTES MINÉRAUX (Suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
Malroche	4.4009	As, Pyr	Quartz Mispickel Pyrite Pyrrhotite Chalcopyrite Galène Rutile Marcasite Stibine	Filon N-NE Puissance : 1 à 2 m	Gneiss	Une ancienne galerie de recherche, effondrée.
Le Plot	4.4010	As, (Au)	Quartz Mispickel Scheelite Pyrrhotite Pyrite Chalcopyrite Bismuthinite Blende Marcasite	Filon 8° Puissance : 0,5 à 0,6 m	Gneiss	Indice non retrouvé. Des tranchées auraient exploré ce gîte sur 100 m et 15 m de haut, produisant 100 t de minerai trié. Teneur moyenne : Au 0,6 à 1 g/t, Ag 18 g/t et traces.
Barbecot	4.4011	Pb, Ag, Zn	Quartz Barytine Galène Blende Pyrite Mispickel Chalcopyrite Cuivre-gris Bournonite Marcasite	Filon 35° Pendage : 85° Puissance : 0,6 à 2 m	Migmatite	On a exploité une colonne de 100 m sur 50 m de haut. Galeries à flanc de coteau, niveaux 0 et 27, puits Ste-Barbe : 40 m ; puits Léontine : niveaux -20 et -35. Production de 1853 à 1863 : quelques centaines de tonnes de Pb. Teneur Ag : 3 à 4 kg par tonne de Pb.

TABLEAU DES GÎTES MINÉRAUX (Suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
Chalesset (De Pranal)	4.4012	Pb, Ag	Quartz Galène Pyrite Blende	Filons (2) N.E à 10° Puissance : 0,4 à 0,5 m	Migmatite	Les recherches, galeries et traçages de 15 à 20 m, de 1854 ont reconnus 2 filons semble-t-il. Teneur Ag : 3 à 8 kg par tonne de Pb.
Le Brot Les Brots	4.4013	Pb, Ba	Quartz Barytine Galène Pyrite	Filons 15° Pendage : S.E Puissance : 0,4 à 0,6 m	Migmatite	Deux niveaux de galerie, distants de 20 m, ont reconnus ce gîte sur 120 à 180 m et 20 m de haut. Teneur Ag : 500 g/t Pb. Effondrés.
Bapeyras Fontfreyde	4.4014	Pb, Zn	Quartz Galène Blende Pyrite Marcasite Mispickel Jamesonite	Filon 20° Pendage : 45°	Migmatite	Travaux de recherche par galeries
Les Combres	4.4015	Zn, Pb, As	Quartz Blende Galène Pyrite Mispickel Boulangerite Chalcopyrite Jamesonite Valleriite	Filon 10° Pendage : 70° Puissance : 0,2 à 2 m	Migmatite	Travaux partiellement éboulés, comprenant 2 galeries de 18 et 28 m, 3 puits de 20 m, 3 puits de 12 m et tranchées. Production de 1783 à 1790 : 20 t de minerai environ. Teneur moyenne Ag : 3 à 3,5 kg/t Pb.

TABLEAU DES GÎTES MINÉRAUX (Suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
Montfermy	4.4016	As	Quartz Pyrite Mispickel Galène Cérusite	Filon N-E	Migmatite	Travaux stériles, galerie de recherche, 61 m, éboulée.
Les Sagnettes	4.4017	As	Quartz Mispickel Pyrite Pyrrhotite Chalcopyrite Blende Stannite Cubanite Bismuth-natif Galène Cuivre-gris	Filon N-NE Pendage : 70° Puissance : 0 à 4 m.	Gneiss	Les travaux, exécutés vers 1906 sont partiellement visibles, comprennent 1 puits de 26 m et 2 niveaux de galeries en travers-bancs et traçage ; total 650 m de galeries. La production est estimée à 200 ou 300 t de minerai. Dosage : Au 2 g/t, Ag 30 g/t.
Madras Grange de Madras	4.4018	As	Quartz Mispickel Pyrite Chalcopyrite Bismuthinite Scheelite	Filon N-E Pendage : 80 à 85° Puissance : 0,8 m	Gneiss	Recherche par tranchées et puits, haldes visibles.
La Mothe	4.4019	Pb	Argile Galène	Filon N-S	Migmatite	Les travaux anciens : travers-banc de 200 m, traçage et montage, ont suivis sur 40 m et 8 m de haut une veine argileuse. Travaux BRGM de 1961 à 1982.

TABLEAU DES GÎTES MINÉRAUX (Suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
Les Rioux	4.4020	As	Quartz Mispickel	Filon	Migmatite	Recherches par tranchées en 1917-1918, disparues.
Moulin - Chabanne	4.4021	As	Quartz Mispickel Pyrite Wolframite Pyrrhotite Chalcopyrite Bismuth-natif	Filon N-NW Pendage : NE Puissance : 0,5 à 1 m	Migmatite	Les travaux : travers-banc 17 m et trançages 25 m et 29 m, tranchées et puits ont exploités une colonne de 50 m et 20 m de haut. Teneur Au : 0,1 g/t, Ag 12 g/t. 10 à 15 t de minerai extrait en 1906.
Trimoulet	4.4023	Pb	Quartz Argile Galène	Filon N-NE Pendage : 90° Puissance : 0.15 m	Migmatite	Courte galerie en traçage, halde. Travaux BRGM de 1961 à 1983.
Le Cheix	4.4024	As	Cf 4.4017	Filon N-NE	Gneiss	Filon à mispickel exploré avant 1914. Structure de 500 m environ.
Les Caves	4.4025	Pb	Galène	Filon ?	Migmatite	Galerie de 42 m, travers-bancs, disparus, non retrouvés.
Bromont	4.4026	Pb	Quartz Argile Galène	Filon 350°	Migmatite	En 1887. Puits de 30 m et galerie en travers-bancs de 45 m. BRGM 1961-1982. Prospection stratégique et tactique, géophysique.
Haute-roche	4.4027	Pb	Galène	Filon	Migmatite	Puits ancien. BRGM 1961-1982 : géochimie stratégique et tactique, géophysique. cf. 4.4019.
Bouzarat	4.4028	Pb	Galène	Filon N-NE	Migmatite	Petits travaux de 1868 : une galerie en travers-bancs, 10 m, petit traçage.

TABLEAU DES GÎTES MINÉRAUX (Suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
Villemonteix	4.4029	Sn	Quartz Cassitérite	Filonnets Stockwerk	Migmatite	Travaux BRGM : nombreux indices alluvionnaires à partir desquels on a découvert plusieurs volantes de granite à filonnets de quartz à cassitérite. Cf La Faye 8.4012.
Plateau de Villelongue	4.4030	W	Quartz Wolframite Scheelite Mispichel	inconnu	Granite Gneiss	Travaux BRGM 1978 à 1982 ; Prospection stratégique, marteau, alluvionnaire, elluvionnaire, géochimique, géophysique, tranchées.
Sauvagnat La Rochette	5.4001	F, Ba	Quartz Fluorine Barytine Galène Chalcopryrite	Filon 305° Pendage : SW	Migmatite bordant le houiller	Nombreux travaux, puits, galeries, dépilages. Le filon est reconnu sur 700 m de long et 65 m de haut. La puissance minéralisée varie de 1 à 2 m. Production 1920 à 1976 : quelques milliers de tonnes de Ca F ₂ .
Boisset	5.4003	F, Ba	Quartz Fluorine Barytine Argile Galène Blende Pyromorphite Chalcopryrite Chalcolite	Filon 295° Pendage : S Puissance : 0,6 à 2,5 m	Migmatite bordant le houiller	Ce filon a fait l'objet de nombreux essais d'exploitation. Puits de 20 m, traçages à - 12 et - 20 m. Production 1920 à 1963 estimée à quelques milliers de tonnes de Ca F ₂ .
Chantagris	5.4004	Ba	Quartz Barytine	Filon 345°	Migmatique	Partie quartzo-baritique d'une longue structure.
Cressinsat	5.4005	Sb	Quartz Stibine	Filonnet 30°	Migmatique	Travaux BRGM, 1978/1981, teneur maximum en sondage carotté : 3,3 % Sb sur 3,15 m.

TABLEAU DES GÎTES MINÉRAUX (Suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
Les Aymards	5.4006	Sb	Stibine	Filon ? Disseminé ?	Migmatite à filons de microgranite	Travaux BRGM 1978/83. En sondages carottés on observe un peu de stibine en fines rosaces et placages dans la schistosité.
Le Villevaud	5.4007	Ba	Barytine Quartz Galène Pyromorphite Cassitérite Fluorine	Filon 320° Puissance : 0,7 m	Migmatite	Longue structure filonnière jalonnée par des volantes. Sondages percutants et tranchées réalisés par le BRGM.
Chez Perrière	5.4008	Ba	Quartz Barytine Pyromorphite Cassitérite	Filon 290°	Migmatite	Prospection tactique, alluvionnaire, elluvionnaire, marteau, géochimique, géophysique, sondages.
Ville de Mange	5.4009	Ba	Quartz Barytine Pyromorphite Cassitérite	Filon 295°	Migmatite	Cf 5.4007 et 4008.
Le Four	5.4010	F	Quartz Fluorine Barytine Galène	Filon NW Pendage : NE Puissance : 0,6 à 3 m	Migmatite bordant le houiller	2 puits 35 et 46 m, descenderie, dépilage sur un panneau de 350 m et 40 m de haut. Recherche d'extension par géophysique, tranchées et sondages. Production 1928 à 1932 : quelques centaines de t de minerai à 60/65 % Ca F ₂ .
La Rochette-Village	5.4011	F	Fluorine Barytine Quartz	Filon NW	Migmatite bordant le houiller	La géophysique et sondages percutants ont démontré l'existence de 3 structures fluorées, parallèles. Petite production entre 1973 et 1976.

TABLEAU DES GÎTES MINÉRAUX (Suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
Moulin de Taillefer	5.4012	Cha	Houille	Stratiforme	Schiste, grès	Puits de recherche dans la concession de Puy-St-Gulmier. Couche de 0,6 m de puissance à 12,6 % de matière volatile et 14,7 % de cendres.
Ronzet-Taillefer-Tortebesse	6.4001	As, Fe	Quartz Mispickel Pyrite Oxyde de fer Sidérite	Chapeau de fer et filons	Miscaschiste	Ancienne exploitation de fer, en carrière et peut-être en galerie, petite production, travaux disparus.
Les Nermites	6.4002	Pb	Quartz Galène Sidérite Boulangérite	Filon N-S	Micaschiste	Indice de la littérature ancienne, pratiquement inconnu, pouvant avoir été confondu avec le Ronzet. 6.4001.
Le Cheix	6.4003	Cha	Houille	Stratiforme	Schiste, grès	Plusieurs puits dont le puits Philippe desservant les niveaux - 21 et - 46 m. Travaux en découverte. Abandon en 1959. Teneur cendres : 9 à 20 %, mat. vol. : 11 %, pouv. calor. : 7 300 C. Production : 100 000 t en souterrain et 100 000 t en découverte.
Bisage	6.4004	F	Quartz Fluorine Barytine Galène Hématite	Filon N-NW Puissance : 0.25 à 1 m.	Migmatite bordant le houiller	Exploitation en surface, puis par descenderie et galeries. Les recherches confirment l'existence de réserves à forte teneur et de puissance métrique. 2 périodes de petite production 1924 à 1926 et 1968 à 1976.

TABLEAU DES GÎTES MINÉRAUX (Suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
Les Olmes	6.4005	W	Quartz Wolframite Scheelite Mispickel Pyrite	Disséminé	Micaschiste au contact du granite de Gelles.	Prospection BRGM 1977/1980. Vaste anomalie : 2 km x 0,5. Prospection en cours.
Tortebesse-Réservoir	6.4006	Ba	Quartz Argile Barytine Galène Mispickel Cuivre-gris Pyrite Pyrargirite Freieslebenite Argentite Chalcopyrite Cérusite	Filon 355° Pendage : 75° Puiss. : 0.2 m	Granite	Prospection marteau. Décapage d'un filon avec encaissant broyé, argilisé, silicifié. L'examen en sections polies établit l'abondance relative des sulfures.
Est-Tortebesse	6.4007	W	Quartz Wolframite Scheelite Mispickel Pyrite Barytine	Disséminé	Micaschiste au contact du granite de Gelles	Anomalie géochimique 500 x 500 m. En cours de développement.
Moulin des Renards	6.4008	W	Quartz Wolframite Scheelite	Disséminé	Micaschiste	Anomalie géochimique Cf 6.4005

TABLEAU DES GÎTES MINÉRAUX (Suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
			Mispickel Pyrite			
La Ganne Sud-Est	6.4009	W	Quartz Wolframite Scheeltite Mispickel Pyrite	Disséminé	Micaschiste	Anomalie géochimique Cf 6.4005
Le Redondet	7.4001	Cu	Quartz Chalcopyrite Blende Pyrite Mispickel Stannite Bismuthinite	Filon 350 à 360° Puissance : 1 à 2,5 m	Gneiss	Tranchées. 3 galeries à flanc de coteau, en travers-bancs.
Challusset (de Banson)	7.4002	As	Quartz Mispickel Pyrite Galène Chalcopyrite	Filons : 15 à 40° Pendage : 90° Puissance : jusqu'à 3 m	Gneiss Micaschiste	Groupe de 4 filons exploités par galeries, à flanc de coteau, en travers-bancs, traçages de 9 à 41 m. Production 1912 : 10 t de mispickel.
Banson Banson-bas	7.4003	Pb, Cu, Ag	Quartz Barytine Galène Chalcopyrite Pyrite Marcasite Blende	Filon 20° Pendage : 70 à 90° Puissance : 0,2 à 4 m	Gneiss, micaschiste	Minéralisation lenticulaire exploitée par galeries sur les 2 rives de la Miouze, puits de 40 m. Teneur moyenne : Pb 10 %, Ag 3,6 kg/t Pb, Cu 4,6 %. Production, 1861 à 1879, estimée à 100 t de Pb et quelques tonnes de mispickel.

TABLEAU DES GÎTES MINÉRAUX (Suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
			Mispickel Bournonite Bismuth-natif Bismuthinite Cuivre-gris Bornite Covellite			
Les Granges de Pérol L'Éclache-Nord	7.4004	Pb, Ba	Quartz Barytine Fluorine Pyromorphite Galène Gérusite Argent-natif	Filon N-NE	Granite	Petits indices mis à jour au cours d'aménagements routiers. Prospection BRGM 1977 à 1981.
Faublanc	7.4005	F, Pb	Quartz Fluorine Barytine Galène Pyrite Blende Chalcopyrite	Filon 335° Pendage : 90° Puissance : 1 à 2 m	Gneiss	Anciens travaux : 2 galeries à flanc de coteau et recoupes, à demi-noyées, haldes. Prospection BRGM.
Leclache-Sud	7.4007	Pb	Quartz Pyromorphite Galène Blende Psilomélane Pyrite	Filon 20 à 25° Pendage : 40 à 70° Puissance : 1 à 2 m	Contact granite et micaschiste	Anomalie géophysique reconnue en prospection par le BRGM de 1977 à 1981.

TABLEAU DES GÎTES MINÉRAUX (Suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
			Marcasite Chalcopyrite Rutile Goethite Cuivre-gris			
Le Colombier	8.4001	Sb, As	Quartz Ankérite Stibine Berthiérite Pyrite Mispickel Melnicovite Blende Marcasite	Filon 55° Pendage : 70 à 90° Puissance : 0,15 à 7 m	Gneiss	Galeries à flanc de coteau. 2 puits; 9 niveaux de traçage, dépilage, haldes. Travaux inaccessibles. Teneur du minerai trié : 10 à 30 % Sb et 0,5 à 2 % As. 7 600 t de minerai traité, production 1 100 t Sb.
Roziers Les Rosiers	8.4002	Pb, Ag	Quartz Barytine Galène Blende Pyrite Marcasite Boulangerite Mispickel Chalcopyrite Cuivre-gris Pyrargirite Bournonite	Filons : 355 à 20° Pendage : Est à Ouest Puissance : 0,1 à 5 m	Migmatite	Travaux antiques, puis de la fin du 18 ^e siècle. Gîte exploré sur 200 x 750 x 100 m de haut. Grand travers-bancs (Stollen) 613 m. Puits Joseph : 105 m, puits John : 60 m, puits Nora : 60 m. Petit puits : 100 m. 6 niveaux, plusieurs kms de galerie. Teneur moyenne : 2 à 8 % Pb, Ag : 1,5 à 5 Kg/t Pb. Production de 1838 à 1883 : 5 000 t Pb.

TABLEAU DES GÎTES MINÉRAUX (Suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
Roure	8.4003	Pb, Ag	Quartz Barytine Sidérite Galène Pyrite Blende chalcopryrite Marcasite Mispickel Cuivre-gris Bourbonite Pyromorphite	Filons stockwerk	Migmatite	Filons, colonnes, stockwerk, minerai massif parfois bréchique. Gîte exploité par puits et galeries sur 160 m de long et 250 m de haut. Minerai exploité: 6 à 10 % Pb contenant 2 à 6 kg d'Ag par tonne de Pb. Production 1853 à 1894. 15 000 t de plomb et quelques tonnes d'argent.
La Vendeix	8.4004	As	Quartz Pyrite Mispickel	Filon	Gneiss	Petite galerie foncée en 1904.
Saysoubre	8.4005	Pb	Quartz Barytine Galène Oxyde plomb	Filon 15° Puissance : 0,5 à 1 m	Gneiss	Galerie, à flanc de coteau, de 1882. Teneur Ag : 6 kg/t Pb. Géochimie BRGM.
Pont de la Miouze	8.4006	As, Au	Quartz Mispickel Pyrite Chalcopryrite Cassitérite Wolframite Scheelite	Filon N-S Pendage : 70° Puissance métrique	Gneiss	Gratté, puis repris en 1850, galerie, travers-banc et traçage. Teneur moyenne sur minerai scheidé : 40 à 100 g/t Au.

TABLEAU DES GÎTES MINÉRAUX (Suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
			Löllingite Bismut-natif Bismuthinite			
Argentelle	8.4007	Pb, Ba	Quartz Barytine Galène Pyrite Mispickel Cassitérite Bismuthinite Chalcopyrite Stannite Cuivre-gris	Champ filonien Direction 15° Croiseur 20°	Gneiss au contact du granite	Descenderie, galerie à flanc de coteau, puits Paul 40 m, tranchée 8 m. Travaux de 1860, production inconnue.
Bonnabaud	8.4008	As (Au)	Quartz Mispickel Pyrite Chalcopyrite Pyrrhotite Wolframite Scheelite Bismuth-natif Rutile	Filons 20° Pendage : 70 à 90° Puissance jusqu'à 2,5 m	Gneiss	Sur un km le long de la rive droite de la Sioule une succession de galeries, à flanc de coteau, en travers-bancs, suivis de recoupes ou de traçages en direct et 3 petits puits ont mis évidence un faisceau filonien exploré pour l'or.
Roure-Bas	8.4009	As	Quartz Mispickel Pyrite Rutile	Filon N-S	Contact gneiss-migmatite	Petit indice, peu étudié.

TABLEAU DES GÎTES MINÉRAUX (Suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
St Pierre-le-Chastel	8.4010	Pyr	Quartz Pyrite Mispickel	Filon 5°	Gneiss	Indice de la faille bordière.
La Grange	8.4011	Pb, Ag	Quartz Barytine Galène Pyrite Blende Mispickel Cuivre-gris Chalcopyrite	Filon 350° Pendage : 75 à 80° Puissance : 0,3 à 6 m	Migmatite	Découvert en 1855, les travaux ont permis d'identifier, au puits Nosky desservant 7 niveaux, une colonne minéralisée de 100 m, puissante de 2 à 6 m, dans une structure bréchique. Les travaux d'exploitation ont été abandonnés à - 120 m en raison de la diminution constante de la teneur. Production 1855 à 1876 : quelques centaines de t de Pb à 2,5 kg d'Ag par tonne de Pb.
La Faye	8.4012	Sn	Quartz Cassitérite	?	Contact granite-migmatite	Prospection BRGM, 1978/1982 et plus anciennement recherche de la société des mines de Pontgibaud. Cf 4.4029.
Les Peyrousses	8.4014	Pb, Cu, Sn	Quartz Barytine Mispickel Pyrite Chalcopyrite Cassitérite Stannite Bismuthinite Galène Blende Pyromorphite Covellite	Filon avec chapeau de fer Direction : N-S Pendage : 65°	Migmatite Microgranite	Travaux BRGM : prospection stratégique, marteau, elluvionnaire, géochimique, géophysique, sondages percutants et carottés. Teneur : Pb 1,57 à 11,1 %, Ag : 290 à 700g/t, Cu 0,1 à 1,5 %, Sn : 1,1 à 4,7 kg/t, Au en traces.

TABLEAU DES GÎTES MINÉRAUX (Suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
			Cuivre-gris Sidérite Goethite			
La Bruyère	8.4015	As	Quartz Mispickel Pyrite Bismuthinite Stannite Chalcopyrite	Filon ?	Migmatite au contact du granite	Travaux de 1926-1928, non retrouvés.
Les Couleyres	8.4016	As, Pyr	Quartz Mispickel Pyrite Bismuthinite Stannite Cosalite Chalcopyrite	Filon N-S	Migmatite	Galerie en traçage à flanc de coteau. Travaux de recherche de 1926 à 1928.
La Vaissière	8.4017	As, Pb, Ag	Quartz Mispickel Pyrite Galène Blende	Filon NE	Migmatite au contact du granite	Travaux de la société minière de Pontgibaud, 1926-1928, tranchées et galeries.
La Rancoule	8.4018	Pyr, As	Quartz Pyrite Mispickel Chalcopyrite	Filon	Migmatite	Galeries et traçages creusés entre 1917 et 1927, haldes.

TABLEAU DES GÎTES MINÉRAUX (Fin)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
Étang de Fung	8.4019	Dia	Diatomite Sable Argile Tourbe	Stratiforme	Alluvions sur gneiss	Exploitation artisanale à ciel ouvert. Essai de reprise à la dragline en 1956 et 1958.
Massagettes	8.4020	As	Quartz Pyrite Mispickel	Filon N-S ? Puiss. : 0,8 m	Gneiss	BRGM 1984 : Prospection marteau.

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

ANALYSES CHIMIQUES

Tableau 1 - Les migmatites.

Localisation

N° échantillon	x	y	Détermination pétrographique
0020	630,20	99,90	Diatexite à cordiérite
0022	630,40	99,50	Métatexite à biotite, cordiérite, sillimanite et grenat
0104	615,75	85,55	Migmatite à biotite
0111	614,55	86,55	Migmatite à biotite
0166	617,95	86,20	Migmatite à biotite et cordiérite
0385	620,80	93,30	Migmatite à biotite
0418	619,00	99,60	Anatexite granitoïde à cordiérite
0419	619,00	99,55	Anatexite granitoïde à cordiérite
0528	619,90	99,85	Anatexite granitoïde à cordiérite
1700	620,80	99,55	Diatexite à cordiérite

Composition chimique

	0020	0022	0104	0111	0166	0385	0418	0419	0528	1700
SiO ₂	72,60	64,00	64,20	73,10	69,80	74,40	65,70	68,90	67,00	64,20
Al ₂ O ₃	14,20	17,50	16,85	12,80	15,05	12,80	16,70	15,10	16,00	15,90
Fe ₂ O ₃	0,35	1,44	0,90	0,90	0,70	0,70	1,76	1,42	0,65	5,40
FeO	1,75	4,49	3,40	1,10	2,50	1,80	3,59	3,59	2,90	1,69
MgO	0,60	1,80	2,50	1,80	0,84	1,25	1,70	1,51	1,60	2,36
CaO	1,85	0,53	3,05	0,52	2,95	0,60	0,67	0,69	1,50	1,21
Na ₂ O	2,95	1,78	3,30	2,25	3,05	3,50	1,91	1,73	3,25	1,43
K ₂ O	3,95	3,69	2,80	5,45	3,05	3,50	4,49	3,38	4,25	3,42
TiO ₂	0,17	0,74	0,42	0,12	0,31	0,15	0,75	0,59	0,50	0,89
P ₂ O ₅	0,05	0,11	0,10	0,03	0,08	0,07	0,09	0,18	0,15	0,30
MnO	0,05	0,08	0,07	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,05	0,09
Pfeu	0,57	2,51	1,70	1,00	0,67	0,80	2,21	2,22	1,25	2,11
Ba	259	515	346	363	281	262	568	510	332	463
Sr	044	083	129	044	064	023	083	089	144	091
Cr	031	113	050	037	055	035	101	101	118	146
V	—	064	040	—	028	—	050	072	064	077
Zn	075	131	068	191	109	060	128	103	192	166

Tableau 2 - Granites et microgranites de l'Ouest du Sillon houiller.

Localisation

N° échantillon	X	Y	Détermination pétrographique
0066	615,00	98,10	Monzogranite à biotite et cordiérite
0470	623,30	98,05	Monzogranite à biotite et cordiérite
0445	619,45	97,80	Monzogranite à biotite et cordiérite
0429	618,10	93,95	Granodiorite à biotite
1701	621,40	99,50	Granite à biotite (de Charensat)
1704	621,95	99,30	Microgranite (bordure du γ de Charensat)
137	616,65	87,65	Microgranite filonien

Composition chimique

	0066	0470	0445	0429	1701	1704	0137
SiO ₂	69,30	70,20	64,40	64,40	71,70	73,30	73,30
Al ₂ O ₃	14,80	14,60	16,40	16,10	14,00	13,90	13,70
Fe ₂ O ₃	0,53	0,10	1,07	0,80	1,06	0,77	0,64
FeO	2,15	2,17	3,59	3,85	1,44	1,08	1,44
MgO	1,13	0,87	2,01	2,35	0,66	0,26	0,40
CaO	1,60	0,91	2,67	2,95	0,30	0,28	0,85
Na ₂ O	2,93	3,30	2,96	2,95	2,24	2,70	2,80
K ₂ O	4,43	4,37	3,53	4,35	4,79	5,40	5,40
TiO ₂	0,40	0,33	0,74	0,75	0,29	0,17	0,24
P ₂ O ₅	0,18	0,16	0,31	0,20	0,12	0,07	0,09
MnO	0,04	0,04	0,07	0,08	0,05	0,03	0,04
Pfeu	0,73	1,17	0,67	0,52	1,44	1,14	0,54
Ba	371	215	299	744	209	95	233
Sr	142	78	163	196	43	11	44
Cr	46	41	115	190	37	12	23
V	23	19	75	140	—	—	—
Zn	105	158	124	180	124	145	64

Tableau 3 – Analyses de biotites. Massifs de Guéret et de Charensat (moyennes). Formule structurale calculée sur 24 (0,04).

1, 2, 3 Migmatites alumineuses
 4, 5 Anatexites granitoïdes à cordiérite
 6, 7 Monzogranite à biotite et cordiérite

8 Monzogranite porphyrique à biotite
 9 Monzogranite à biotite
 10 granodiorite à biotite et amphibole

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	0020	0167	0173	1700	0419	0066	0445	C ₁	C ₂	0429
SiO ₂	34,72	35,29	35,17	35,57	35,25	36,09	36,37	36,26	37,33	36,81
Al ₂ O ₃	19,94	20,00	19,79	19,31	19,63	18,85	19,12	18,11	14,61	15,25
FeO	21,86	20,73	20,04	20,20	21,84	19,37	18,35	16,20	20,68	17,80
MnO	0,15	0,12	0,18	0,17	0,14	0,12	0,25	0,17	0,29	0,27
MgO	5,89	7,54	7,41	8,00	6,62	8,45	9,18	10,93	10,80	11,56
TiO ₂	3,76	2,99	3,97	3,85	3,63	3,82	3,46	3,11	3,63	3,62
K ₂ O	9,16	9,26	9,08	9,20	8,97	9,64	9,44	9,24	9,42	9,50
Na ₂ O	0,28	0,25	0,21	0,14	0,10	0,20	0,13	0,12	0,05	0,07
H ₂ O	3,92	3,96	3,96	3,98	3,95	3,99	4,01	3,96	3,97	3,94
Total	99,74	100,18	99,88	100,45	100,26	100,57	100,35	98,18	100,89	98,82
Si	5,33	5,34	5,32	5,36	5,35	5,42	5,44	5,49	5,63	5,60
Al	3,45	3,56	3,53	3,43	3,51	3,33	3,37	3,23	2,60	2,74
Fe	2,67	2,62	2,54	2,54	2,77	2,43	2,29	2,05	2,61	2,27
Mn	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	0,04	0,03
Mg	1,62	1,70	1,67	1,80	1,50	1,89	2,04	2,47	2,43	2,62
Ti	0,45	0,34	0,45	0,44	0,42	0,43	0,39	0,35	0,41	0,41
K	1,80	1,78	1,75	1,77	1,74	1,85	1,80	1,78	1,83	1,84
Na	0,05	0,07	0,06	0,04	0,03	0,06	0,04	0,03	0,01	0,02
Total	15,42	15,46	15,36	15,39	15,35	15,43	15,41	15,44	15,57	15,54

Tableau 4 – Granites fins et leucogranites associés aux migmatites du domaine oriental (in J.M. Négroni, 1981).

	Granites fins à biotite			Leucogranites			
	MG 1	MG 2	MG 3	LG 16	LG 17	LG 18	LG 20
SiO ₂	73,10	72,60	71,40	74,50	73,95	74,50	73,80
Al ₂ O ₃	14,60	14,40	14,70	14,50	14,95	14,90	14,80
Fe ₂ O ₃	0,31	0,43	0,46	0,56	0,41	0,66	0,70
FeO	0,80	0,87	0,94	0,22	0,22	0,22	tr
MgO	0,69	0,43	0,60	0,15	0,09	0,18	0,10
CaO	1,26	1,75	1,28	0,35	0,25	0,40	0,40
Na ₂ O	4,80	4,10	4,45	3,75	3,25	3,70	4,00
K ₂ O	3,50	3,50	3,80	4,25	5,00	4,50	4,50
TiO ₂	0,20	0,15	0,30	tr	tr	tr	tr
P ₂ O ₅	0,12	0,09	0,20	0,26	0,14	0,22	0,28
MnO	tr	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02
H ₂ O ⁺	0,88	1,01	1,37	0,91	0,83	0,97	0,88
H ₂ O ⁻	0,08	0,01	0,03	0,02	0,06	0,10	0,80
Total	100,34	99,36	99,54	99,49	99,16	100,37	99,48

Ba (p.p.m.)	500	490	410	0	0	0	0
Rb	135	145	145	370	230	280	50
Sr	310	235	230	55	25	40	30
Li	45	50	40	30	20	40	20
Pb	36	34	54	14	28	18	6
Zn	34	30	76	27	21	36	16
F	480	655	645	715	540	715	625
Ba %	52,91	56,32	52,23	0	0	0	0
Rb	14,29	16,67	18,47	87,06	90,20	87,50	89,29
Sr	32,80	27,01	29,30	12,94	9,80	12,50	10,71

Tableau 5 – Orthogneiss de Banières (in J.M. Négroni).

	PB 1	PB 5	PB 6	PB 8	PB 11	PB 9
SiO ₂	73,70	76,20	74,30	74,10	74,60	68,70
Al ₂ O ₃	13,40	12,00	12,90	13,00	12,70	15,40
Fe ₂ O ₃	0,77	1,11	0,76	0,86	0,89	1,00
FeO	1,74	1,30	1,30	1,30	1,09	2,97
MgO	0,71	0,25	0,50	0,48	0,23	1,50
CaO	1,00	0,67	0,87	0,87	0,66	1,37
Na ₂ O	3,60	2,70	3,10	3,20	3,20	4,10
K ₂ O	4,80	5,60	4,90	5,70	5,80	4,10
TiO ₂	0,50	0,30	0,20	0,35	0,25	0,80
MnO	0,03	0,02	0,05	0,02	0,02	0,06
H ₂ O ⁺	0,42	0,40	0,60	0,38	0,57	0,58
H ₂ O ⁻	0	0,08	0,08	0,03	0,08	0,01
Total	100,67	100,63	99,56	100,29	100,09	100,59

Rb (p.p.m.)	152	184	199	195	189	177
Sr	110	061	072	105	130	174
Ba	515	405	250	390	530	375

Tableau 6 – Amphibolites (in J.M. Négroni).

	Amphibolite Roure	Amphibolite Villemongue
SiO ₂	46,00	45,80
Al ₂ O ₃	16,50	20,00
Fe ₂ O ₃	3,20	1,58
FeO	8,83	3,62
MgO	6,20	11,80
CaO	11,50	9,50
Na ₂ O	3,00	2,00
K ₂ O	1,10	2,40
TiO ₂	2,60	0,10
MnO	0,17	0,10
H ₂ O ⁺	1,18	2,45
H ₂ O ⁻	0,29	0,19
Total	100,57	99,54

Tableau 7 – Analyses moyennes du granite du Claveix (in J.M. Négroni, 1981)

	CL groupe 1	CL groupe 2	CL groupe 3
SiO ₂	69,49	71,06	73,65
Al ₂ O ₃	16,65	15,81	14,50
Fe ₂ O ₃	0,61	0,65	0,63
FeO	0,97	0,87	0,29
MgO	0,77	0,55	0,25
CaO	1,32	0,66	0,40
Na ₂ O	4,12	4,00	3,90
K ₂ O	4,20	4,54	4,58
TiO ₂	0,15	0,15	tr
P ₂ O ₅	0,13	0,13	0,15
MnO	0,03	0,01	tr
H ₂ O ⁺	1,06	1,18	1,09
H ₂ O ⁻	0,05	0,08	0,08
Total	99,55	99,69	99,52

Ba (p.p.m.)	452	369	273
Sr	281	159	95
Rb	197	186	205
Li	72	51	45
Pb	39	37	28
Zn	42	37	25
F	738	573	530

Tableau 8 – Microgranites aphyriques associés au granite du Claveix (in J.M. Négroni).

	LG 9	LG 10
SiO ₂	69,70	68,90
Al ₂ O ₃	15,00	15,50
Fe ₂ O ₃	2,08	0,69
FeO	0,29	1,45
MgO	1,20	1,20
CaO	1,95	1,40
Na ₂ O	2,85	3,75
K ₂ O	4,55	4,75
TiO ₂	0,25	0,35
P ₂ O ₅	0,19	0,20
MnO	0,04	0,03
H ₂ O ⁺	2,73	2,24
H ₂ O ⁻	0,00	0,06
Total	100,83	100,52

Ba (p.p.m.)	395	385
Sr	185	195
Rb	225	215
Li	45	60
Pb	29	26
Zn	43	42
Ni	7	9
Cr	18	18
F	915	635

Tableau 9 – Compositions moyennes du granite porphyroïde de Gelles (in J.M. Négroni).

	moyenne 69,95 ≤ SiO ₂ ≤ 71,00 (6 analyses)	moyenne 71,00 < SiO ₂ < 72,50		moyenne 72,50 ≤ SiO ₂ ≤ 73,50 (8 analyses)
		(19 analyses)	(20 analyses)	
SiO ₂	70,47	71,34	71,93	72,87
Al ₂ O ₃	15,30	15,24	15,27	14,71
Fe ₂ O ₃	0,58	0,58	0,60	0,61
FeO	1,18	1,04	1,03	1,07
MgO	0,94	0,85	0,85	0,88
CaO	1,17	1,11	1,11	1,17
Na ₂ O	3,56	3,59	3,60	3,54
K ₂ O	4,71	4,51	4,50	4,24
TiO ₂	0,29	0,23	0,23	0,19
P ₂ O ₅	0,14	0,15	0,15	0,15
MnO	0,03	0,04	0,04	0,04
H ₂ O ⁺	0,65	0,74	0,70	0,63
H ₂ O ⁻	0,16	0,13	0,15	0,16
Total	99,18	99,55	100,16	100,26

Ba	410	356	341	288
Sr	203	189	187	174
Rb	253	253	259	256
Li	159	175	173	178
Pb	51	51	52	59
Zn	44	45	42	65
Ni	11	9	9	10
Cr	19	14	16	14

Tableau 10 – Faciès à tendance microgrenue de l'apophyse filonienne de Gelles (in J.M. Négroni).

	GM 1	GM 2	GM 3
SiO ₂	72,40	72,90	72,40
Al ₂ O ₃	14,80	14,90	15,50
Fe ₂ O ₃	0,86	0,53	0,56
FeO	0,94	1,01	0,80
MgO	0,90	0,80	0,75
CaO	0,60	1,10	1,10
Na ₂ O	3,15	3,70	3,90
K ₂ O	4,90	4,65	4,60
TiO ₂	0,35	0,15	0,10
P ₂ O ₅	0,17	0,15	0,14
MnO	0,04	0,04	0,04
H ₂ O ⁺	1,30	0,91	0,90
H ₂ O ⁻	0,20	0,07	0,00
Total	100,61	100,91	100,79

Ba (p.p.m.)	355	310	315
Sr	175	135	145
Rb	310	285	275
Li	225	130	215
Pb	44	50	48
Zn	48	57	40
Ni	11	8	7
Cr	18	≤ 10	14
F	1 100	935	855

Tableau 11 – Aplites filoniennes (in J.M. Négroni).

	GA 1	GA 3	GA 4	GA 6
SiO ₂	73,00	75,55	74,60	75,20
Al ₂ O ₃	14,30	13,95	13,80	14,50
Fe ₂ O ₃	0,39	0,20	0,10	0,50
FeO	0,73	tr	tr	tr
MgO	0,60	0,11	0,05	0,08
CaO	0,52	0,45	0,30	0,15
Na ₂ O	3,70	3,55	3,80	3,25
K ₂ O	4,60	4,85	6,20	5,50
TiO ₂	0,20	tr	tr	tr
P ₂ O ₅	0,15	0,15	0,19	0,24
MnO	0,04	0,00	tr	0,00
H ₂ O ⁺	0,84	0,39	0,53	0,52
H ₂ O ⁻	0,00	0,00	0,09	0,01
Total	99,07	99,20	99,66	99,95

Ba (p.p.m.)	100	0	0	0
Rb	250	275	295	420
Sr	45	40	35	10
Li	80	40	30	20
Pb	44	30	46	22
Zn	26	8	5	17
Ni	6	17	6	≤ 5
Cr	12	≤ 10	≤ 10	≤ 10
F	490	185	195	345
W	< 2	80	5	4
Sn	8	8	8	9

Tableau 12 – Résultats comparés de quelques éléments traces entre les enclaves du granite de Gelles et leur matrice respective (in J.M. Négroni).

	GP 46 Matrice	EGP 46 Enclave	GP 50 Matrice	EGP 50 Enclave
SiO ₂	71,50	64,95	71,00	62,00
Al ₂ O ₃	15,10	15,15	15,20	13,50
Fe ₂ O ₃	0,43	0,99	0,21	1,35
FeO	0,92	3,48	1,39	5,36
MgO	0,73	3,50	0,89	6,50
CaO	1,10	3,00	1,42	3,00
Na ₂ O	3,70	3,25	3,75	1,80
K ₂ O	4,50	2,50	4,20	4,55
TiO ₂	0,04	0,07	0,05	0,13
P ₂ O ₅	—	—	—	—
MnO	0,04	0,07	0,05	0,13
H ₂ O ⁺	0,59	1,06	0,58	1,04
H ₂ O ⁻	0,12	0,08	0,19	0,04
Total	99,03	99,03	99,08	100,77

Ba (p.p.m.)	335	710	360	2 230
Rb	250	280	250	745
Sr	150	300	165	320
Li	200	385	240	830
Cr	15	155	20	340
Cu	15	10	5	5
Ni	20	50	25	80
Zn	65	120	40	160

Tableau 13 – Les paragenèses.

Groupes	Gisements	Wolframite	Scheelite	Cassitérite
à mispickel pyrite	Tortebesse 1	●		
	Villelongue	●		
	Moulin Chabanne	●	●	
	Bonnabaut		●	
	Tournebise		●	
	Le Plot		●	●
	Pont de la Miouze	.	●	.
	Les Peyrouzes 1	.		●
	Les Couleyres			●
	Argentelle			●
	Madras			
	Moulin de Chalusset			
	Redondet			
	Péchadoire			
	Mioche 1			
	Bapeyras			
	Les Combres			
Moulin des Sagnettes				
à galène argentifère	Chalusset			
	Pranal			
	Barbecot			
	Brousse			
	Grange			
	Mioche 2			
	Les Peyrouses 2			
	Rosier			
	Roure			
	Banson			
	Granges de Pérol			
	Tortebesse 2			
Faublanc				
Villevieille				
à fluorine	Martinèche			
	La Barre (Les Isserts)			
	Le Four			
	La Rochette Boisset			
à stibine	Le Colombier			

Légende : . rare (R) ● peu abondant mais fréquent (F) ● abondant (A)

Légende : · rare (R) ● peu abondant mais fréquent (F) ● abondant (A)		Löllingite	Minéraux métalliques
		Mispickel	
		Pyrrhotite	
		Pyrite	
		Marcasite	
		Chalcopyrite	
		Or natif	
		Stannite	
		Bismuthinite	
		Bi natif	
		Tétraédrite	
		Blende	
Berthiérite	Minéraux métalliques		
Stibine			
Galène			
Freibergite			
Jamesonite			
Bournonite			
Boulangérite			
Pyrrargyrite			
Polybasite			
Quartz	Gangues		
Barytine			
Fluorine			
Carbonates			

BIBLIOGRAPHIE

ARNAUD C. (1961) — Résultats des prospections tactiques effectuées dans le secteur de Pontgibaud. Rapp. BRGM A 1897.

AUBERT G. *et al.* (1962) — Présence de scheelite en association avec le mispickel à Tourneise. *Bull. Soc. fr. Crist.*, T. XXXV, p. 459- 460.

AUTRAN A. (1984) — Chevauchements synmétamorphes varisques (Limousin), note de synthèse. *In* : BRGM éd., Programme Géologie Profonde de la France. *Doc. BRGM*, Orléans, 81-3, p. V-XXI.

AUTRAN A., COGNE J. (1980) — La zone interne de l'orogénèse varisque dans l'Ouest de la France et sa place dans le développement de la chaîne hercynienne. *In* Colloque C₆, Géologie de l'Europe. 26^e Cong. Géol. Intern. Paris, 1980.

BELLON H., BROUSSE R., MERVOYER B., BLAIS S. (1972) — Age absolu du Massif du Mont-Dore. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, d. 274, pp. 2740-2743.

BERTHIER F., DUTHOU J.L., ROQUES M. (1979) — Datation géochronologique Rb/Sr sur roches totales du granite de Guéret (Massif central) ; âge fini-dévonien de mise en place de l'un de ses faciès types. *Bull. BRGM*. 2^e série Section I n° 2 p. 59-72.

BESSE A., LE CHAPELAIN J., NÉGRONI J.M. (1981) — Le prospect des Peyrousses-Roure. Rap. BRGM 81 SGN 065 FE.

BONHOMMET N., ZAHNINGER J. (1969) — Paleomagnetism and Potassium-Argon age determination of the Laschamp geomagnetic polarity event. *Earth. Plan. Sci. Lett.*, 6, pp. 43-46.

BOULADON J., PÉRICHAUD J.J., PICOT P., SAINFELD P. (1964) — Le faisceau filonien de Pontgibaud (Puy-de-Dôme). *Bull. BRGM* n° 1, p. 1 à 41.

BRGM (1978) — Ressources Minières françaises : T3, les gisements de fluorine.

BRGM (1979) — Ressources Minières françaises : T6, les gisements d'antimoine.

CAMUS G. (1975) — La Chaîne des Puys (Massif central français) : Étude structurale et volcanologique. Thèse, Clermont-Ferrand, 320 p.

CANTAGREL J.M., BOIVIN P. (1978) — Datation K-Ar de quelques basaltes du socle du Massif central au Nord-Est de Clermont-Ferrand. 6^e R.A.S.T., Paris.

CASTAING C. (1983) — Inventaire des ressources nationales de charbon. Gîtologie prévisionnelle des charbons. Recherche de bassins houillers sous la couverture sédimentaire du Massif central septentrional. Rapport BRGM 83 SGN 085 GEO.

CHERMETTE A. (1962) – Le spath-fluor français.

COLLECTIF (1986) – Les richesses du sous-sol en Auvergne et Limousin, ville d'Auriac, éditeur.

DEBON F., LE FORT P. (1982) – A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and associations. *Trans. R. Soc. Edinburgh Earth Sci.* 73, 135-49.

DE la ROCHE H., LETERRIER J., GRANDCLAUDE P., MARCHAL M. (1980 a) – A classification of volcanic and plutonic rocks using R1R2 diagram and major-elements analyses. Its relationships with current nomenclature. *Chemical Geology* 29, p. 183-210.

DE la ROCHE H., STUSSI J.M., CHAURIS L. (1980 b) – Les granites à deux micas hercyniens français. Essais de cartographie et de corrélation géochimiques appuyés sur une banque de données. Implications pétrologiques et métallogéniques. *Sc. de la Terre*, tome XXIV (1980-81), n° 1, p. 5-121.

DEMAY A. (1935) – Sur le faciès de contact du granite de Guéret et du granite de Gelles et les tufs dinantiens du Puy-de-Dôme et de la Creuse. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 215.

DEMAY A. (1941) – Sur les relations des granites, aplites, microgranites et rhyolites de l'extrémité Est du massif de Guéret et sur le problème de leur genèse. *C.R. Acad. Sc., Paris*, t. 213., p. 455-457.

DEMAY A. (1948) – Tectonique antéstéphanienne du Massif central. *Mém. Carte géol. Fr.*, 1 vol. 246 p.

DESROUSSEAU J. (1938) – Bassins houillers et lignitifères de la France.

DUPARC L. (1931) – Sur les gisements de fluorine de Martinèche et des Isserts. *Bull. Suisse de Min. et Petro*, TXI, Fasc 1.

FERNANDEZ A. (1969) – La série cristallophyllienne et les granites de la région de Pontgibaud (Puy-de-Dôme) M.C.F. Thèse 3^e cycle, Clermont-Ferrand.

FERNANDEZ A., TEMPIER P. (1968) – Sur la mise en place du granite de Gelles (Puy-de-Dôme). *Rev. Sci. nat. d'Auvergne* 1968. Vol 34. Fasc 1, 2, 3, 4. p 33-38.

FERNANDEZ A., TEMPIER P. (1977) – Mise en place, fabrique mésostructurale et rapports structuraux du granite de Gelles avec l'enveloppe métamorphique (Puy-de-Dôme, Massif central français). *Bull. BRGM. 2^e série Section IV. N° 4* p. 357-366.

GLANGEAUD P. (1906) – Reconstitution d'un ancien lac oligocène sur le versant nord du Massif du Mont Dore. *C.R. Acad. Sc., Paris*, t. 142, p. 239.

GLANGEAUD P. (1912) – Changements hydrographiques produits par les volcans de la chaîne des Puys. Les lacs de barrage disparus. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 154, n° 23, p. 1551-1553.

GLANGEAUD P. (1913) – Les régions volcaniques du Puy-de-Dôme II. La chaîne des Puys et la petite chaîne des Puys. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, 135, XXII, p. 241-496.

GONNARD F. (1876) – Minéralogie du département du Puy-de-Dôme.

GROLIER J., LETOURNEUR J. (1968) – L'évolution tectonique du grand Sillon houiller du Massif central français. *C.R. XXIII. Int. Géol. Cong.* vol. 1, p. 107-116.

JOURDE G. (1958) – Étude géologique de la partie centre-nord de la feuille d'Ussel. D.G.P. Clermont-Ferrand.

JOVER O. (1986) – Les massifs granitiques de Guéret et du Nord Millevalches (Massif central français). Analyse structurale et modèle de mise en place, Thèse 3^e cycle, Nantes, 164 p.

JUNG J. (1934) – Sur la position des tufs rhyolitiques de la vallée de la Sioule et l'âge antéhercynien des gneiss de la partie NW du Massif central. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 198 p. 2269.

JUNG J. (1946) – Géologie de l'Auvergne et de ses confins bourbonnais et limousins. *Mém. Carte géol. de Fr.*, 1 vol., 372 p.

LE BRETON N., DUTHOU J.L., GROLIER J., LACOURA., MEYER G., TREUIL M. (1986) – Les diatexites à cordiérite d'Aubusson (Creuse, France): pétrographie, composition, âge. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 303, Série II, n° 17, p. 1557-1560.

LEDRU P. *et al.* 1989. Où sont les nappes dans le Massif central français? *Bull. Soc. géol. Fr.*, (8), t. V, n° 3, p. 605-618.

LETOURNEUR J. (1953) – Le grand Sillon houiller du plateau central français. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, LI, n° 238, 236 p., 52 fig., 1 pl. h.t.

LODIN M. (1892) – Étude sur les gîtes métallifères de Pontgibaud. *Ann. Mines*, T.1, p. 389-505.

MAGONTHIER M.C. (1974) – Les roches volcaniques du Sillon houiller (Massif central français). Étude minéralogique de deux types de basanites à leucite. Thèse de 3^e cycle, univ. Paris VI.

MARCOUX E., PICOT P. (1985) – Les minéralisations de Pontgibaud, une approche complémentaire par la géochimie isotopique du plomb et les paragenèses. *Chron. Rech. Min.*, n° 481, p. 27-37.

MARTIN D. (1980) – Étude structurale, pétrologique et gîtologique de la série du Chavanon (Massif central français). Thèse 3^e cycle, Clermont-Ferrand.

MATTE P. (1986) – Tectonics and plate tectonics model for the variscan belt of Europe. *Tectonophysics*, Amsterdam, 126 p. 329-374.

MATTE P., BURG J.P. (1981) – Sutures, thrusts and nappes in the Variscan arc of Western Europe : plate tectonic implications. In: K.R. Mc Clay and N.J. Price Eds., *Thrusts and nappe Tectonics*, Oxford, p. 353-358.

MENDOZA-DELGADILLO J. (1972) – Pétrographie et Géochimie des laves de la Sioule (Massif central français). Thèse de 3^e cycle, univ. Clermont-Ferrand.

N'DIAYE I. (1955) – Étude géologique du plateau cristallin de la chaîne des Puy entre la Sioule et la Dordogne. D.G.P. fac. des Sci. univ. Clermont-Ferrand.

NEGRONI J.M. (1981) – Le district plombo-zincifère de Pontgibaud, aperçu historique. *Rev. Sci. nat. Auvergne*, vol. 47, fasc 1, 2, 3, 4.

NEGRONI J.M. (1981) – Le district de Pontgibaud. Cadre géologique. Évolution structurale et métallogénique. Thèse 3^e cycle, Clermont-Ferrand.

NEGRONI J.M. (1982) – Les minéralisations de F-Ba-Pb-Zn dans l'évolution structurale et métallogénique du district plombo-zincifère de Pontgibaud. *Bull. BRGM*, sect. 2, n^o 3, p. 237-241.

PIN C., PEUCAT J.J. (1986) – Ages des épisodes de métamorphisme paléozoïques dans le Massif central et le Massif armoricain. *Bull. Soc. géol. France*, (8), II, p. 461-469.

RIVOT, ZEPPEFELD (1850) – Description des gîtes métallifères, préparation et traitement métallurgique des minerais de plomb argentifère de Pontgibaud. *Ann. Mines*, t. 18, p. 361-447.

SABOURDY G., TEMPIER P. (1982) – Caractère composite de la partie méridionale du massif granitique de Guéret (Massif central français). *C.R. Acad. Sci.*, Paris, 295 p. 1135-1138.

SANTALLIER D. (1983) – Main metamorphic features of the Palaeozoic orogen in France. In: P. Schrenk ed., *Regional trends in the geology of the Appalachian, Caledonian, Hercynian, Mauritanide orogen*. Reidel, Dordrecht, p. 263-274.

TEMPIER P. (1969) – Hypothèse sur une relation possible entre les séries cristallophylliennes de la Moyenne Dordogne et de Pontgibaud. (Massif central français). *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 268. p. 1-4.

TEMPIER P. (1974) – Les schistes cristallins de la région de Bourg-Lastic (Puy-de-Dôme). Étude pétrographique et structurale. *Rev. Sc. nat. d'Auvergne*. Vol. 40, p. 3-25.

TEMPIER P. (1978) — Les orthogneiss dans les zones centrale et méridionale du noyau Arverne. 103^e Cong. Soc. Sav. Nancy, Fasc. IV, p. 67-78.

VENNAT G. (1982) — Un exemple de relations volcanisme/plutonisme : chronologie, pétrologie, dynamisme d'un complexe volcano-plutonique dans la région de Gannat-les-Ancizes (M.C.F.). Thèse 3^e cycle, Clermont-Ferrand, 155 p.

VIALLEFOND G., BOUDET H. (1978) — Massif central (zone L). Feuilles de St-Gervais-d'Auvergne et Pontgibaud. Résultats analytiques. Inv. G.M.X/G.C.A. 041.

VIDAL P., COGNE J., BONHOMME M. (1970) — Premiers résultats géochronologiques concernant l'évolution structurale en Bretagne méridionale : la nappe cristallophyllienne de Champtoceaux dans le cadre des orogènes cadomien et hercynien. *C.R. Ac. Sci.*, Paris, vol. 271, p. 1737-1740.

Cartes géologiques à 1/80 000 :

- feuille *USSEL* (n° 165) 1^{re} édition (1904) par L. Gautier, A. Michel-Levy, A. Lacroix.
2^e édition (1965) par M. Roques, J. Jung, J. Ravier, R. Brousse.
- feuille *AUBUSSON* (n° 156) 1^{re} édition (1902) par L. de Launay
2^e édition (1965) par F.H. Forestier
- feuille *CLERMONT-FERRAND* (n° 166) 1^{re} édition (1887) par A. Michel-Levy
2^e édition (1909) par A. Michel-Levy, A. Lacroix, Ph. Glangeaud, J. Giraud
3^e édition (1939) par G. Garde, L. Glaugeaud

Cartes géologiques à 1/50 000 :

- feuille *BOURG-LASTIC* (n° 716)

Carte des gîtes minéraux de la France à 1/500 000. Feuille Lyon. Coordination par J. Meloux.

Carte des ressources minérales du Massif central à 1/1 000 000 (1979), introduction à la connaissance des gisements miniers par A. Emberger et J.J. Périchaud. Édition BRGM.

Carte des linéaments de la France à 1/1 000 000 (1980), 1 carte et 1 notice 11 p. par J.Y. Scanvic et G. Weecksteen. *Doc. BRGM* n° 14.

Guide géologique régional : Massif central (Limousin, Auvergne, Velay) par J.M. Peterlongo avec la collaboration de A. de Goer de Hervé (1978). Masson édit. 2^e édition.

DOCUMENTS CONSULTABLES

La banque de 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. Ces documents peuvent être consultés au Service géologique régional Auvergne, campus universitaire Cézeaux BP 16, 24 avenue des Landais, 63170 Aubière, ou bien au BRGM, Maison de la Géologie, 77, rue Cl.-Bernard, 75005 Paris.

AUTEURS DE LA NOTICE

La notice a été rédigée par :

- A.M. HOTTIN, ingénieur-géologue du BRGM, pour la coordination et la rédaction du socle ;
- G. CAMUS, maître de conférences à l'université de Clermont-Ferrand et J.C. BESSON, pour le volcanisme récent ;
- J.J. PÉRICHAUD, ingénieur-géologue du BRGM, pour les gîtes minéraux ;
- B. MICHAELY, ingénieur-géologue du BRGM et J. MARCHAND, ingénieur à Total-compagnie minière, pour les roches sédimentaires ;
- D. D'ARCY, ingénieur-hydrogéologue du BRGM, pour le chapitre hydrogéologie.

