

J. BOULADON, JJ. PERICHAUD

P. PICOT et P. SAINFELD

Le faisceau filonien de Pontgibaud  
(Puy-de-Dôme).

4 Avril 1961.

A<sub>1786</sub><sup>2</sup>

Bureau de Recherches Géologiques

et Minières

LE FAISCEAU FILONNIEN DE PONTGIBAUD (PUY-DE-DOME)

par

J. BOULADON, J.-J. PERICHAUD, P. PICOT et P. SAINFELD

Paris, le 4 Avril 1961.

A.1786

## SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE : Cadre Géologique	2
I.- Généralités	3
II.- Principaux types de roches encaissantes	5
-A - Les schistes cristallins	5
B - Les granites	9
C - Les microgranites	11
D - Les tufs anthracifères	12
III.- Description d'une coupe-type.	14
DEUXIEME PARTIE : Gisements et Minéralisation	17
I.- Historique	18
II.- Description des gisements	20
A - Partie occidentale	20
B - Faisceau filonien principal	21
C - Alignement oriental	26
D - Secteur méridional	26
III.- Minéralisation	27
A - Antimoine	28
B - Minéralisation pneumatolytique à mispickel aurifère	31
C - Pb - Zn	34
D - Conclusion	
IV.- Tonnages et teneurs	52
CONCLUSIONS	54
BIBLIOGRAPHIE	64

## TABLE DES PLANCHES

### Tableau 1 - Partie occidentale du district

- 2 - Partie septentrionale du faisceau filonien principal
- 3 - Faisceau filonien principal (moitié nord)
- 4 - Faisceau filonien principal (moitié sud)
- 5 - Partie orientale et méridionale du district
- 6 - Paragénèses des filons étudiés

—

### Figure 1 - Carte de situation et cadre géologique du faisceau filonien de Pontgibaud (1/200.000°)

- 2 - Carte géologique (1/80.000°)
- 3 - Coupes schématiques à travers la formation de schistes cristallins (1/20.000°)
- 4 - Travaux miniers principaux du district. Carte et coupe (1/50.000°)
- 5 - Secteur à fluorine de St-Jacques d'Ambur
- 6 - Secteur occidental (Villevieille)
- 7 - Secteur septentrional (Châteauneuf et Vitrac)
- 8 - Schéma général du groupe septentrional du faisceau filonien principal (1/20.000°)
- 9 - Schéma général du groupe méridional du faisceau filonien principal (1/20.000°)
- 10 - Pranal (Plan et coupes des anciens travaux)
- 11 - Les Brots et Barbecot (plan et coupe des anciens travaux)
- 12 - La Brousse (plan et coupes des anciens travaux)
- 13 - Mioche - La Grange (plans et coupes des anciens travaux)
- 14 - Rosier-Roure (plan et coupes des anciens travaux)
- 15 - Secteur oriental à mispickel (plan des anciens travaux)
- 16 - Secteur méridional (plans et coupes des anciens travaux)

TABLE DES PLANCHES (Suite)

Figure 17 - Programme géochimique proposé

- 18 à 23 - Planches de microphotographies

I N T R O D U C T I O N

Le district filonien de Pontgibaud est l'un des plus importants du Massif Central, tant par son extension connue (une quarantaine de kilomètres), que par sa production passée en plomb (une cinquantaine de mille tonnes-métal), argent (une centaine de tonnes) et spath fluor (une centaine de milliers de tonnes).

L'étude de ce problème a été menée en liaison avec la Division Nord Massif Central pour le terrain et l'étude documentaire (J.J. Perichaud et P. Sainfeld), et avec le groupe Laboratoires pour l'examen pétrographique et métallogénique des échantillons récoltés (J. Bouladon et P. Picot).

PREMIERE PARTIE

CADRE GEOLOGIQUE

## I.- GENERALITES (Figure 1)

Le faisceau filonien de Pontgibaud est encaissé, sur la majeure partie de son parcours, dans les schistes cristallins de la Haute-Vallée de la Sioule, une région bien délimitée :

- à l'Ouest, par le Grand Sillon Houiller
- au Sud, par le massif volcanique des Monts Dorés
- à l'Est, par le front des coulées occidentales de la Chaîne des Puy
- au Nord-Est et au Nord par le bassin carbonifère de Manzat et le massif granitique de St-Gervais, la terminaison septentrionale des filons s'effectuant cependant dans ces deux dernières formations.

Ce petit bassin, qui ne comporte que les zones d'isométabisme les plus basses, s'étend donc suivant un rectangle de 30 km sur 15, mais se raccorde vers le Sud-Ouest, par l'intermédiaire de la faille transversale de Prondines, au bassin de la Haute et Moyenne Dordogne, où la série métamorphique est complète.

On admet généralement qu'il s'agissait là de sédiments détritiques déposés dans un géosynclinal à l'Infra Cambrien et au Cambrien, puis métamorphisés, migmatisés partiellement, et violemment plissés au cours de l'orogénèse calédonienne.

L'intrusion de granites chonolithiques (massifs de Saint-Gervais - Manzat et de Gelles ) date probablement de la fin de cette période (Dévonien ?).

La pénéplaine calédonienne était ensuite recouverte par les importants épanchements acides du Dinantien (tufs anthracifères "de Manzat, Bromont et Gelles), et une fracturation intense amenait la formation du Grand Sillon Houiller et les essaims filoniens microgranitiques (figures 1 et 2).

Les filons métallifères dont la direction générale nord-nord-est est sub-

parallèle au Sillon Houiller (à une dizaine de km à l'Ouest), mais dont le faisceau principal oscille entre cette direction et le méridien (donc parallèle à la grande faille de la Limagne à une quinzaine de km à l'Est), se sont mis généralement en place à la faveur de réouverture de filons granitiques et relèvent probablement de l'orogénie hercynienne.

## II.- PRINCIPAUX TYPES DE ROCHES ENCAISSANTES

### A - LES SCHISTES CRISTALLINS

#### 1 - Gneiss

Le seul niveau d'ectimite représenté est celui des gneiss inférieurs.

On en peut distinguer trois faciès :

- un faciès à biotite seule, représenté par deux échantillons seulement (sur vingt) : l'un aux Couleyres (recherche ouest de Roure), l'autre sur la route Chapdes - Montfermy (n° 11), en enclave dans une zone migmatisée. La biotite, à inclusions de zircon, forme des alignements au sein d'un agrégat d'oligoclase et de quartz à structure lépidoblastique ; signalons aux Couleyres la présence de grenat (almandin), en petits grains fracturés semblant antérieurs au développement de la biotite.

- un faciès à biotite et cordiérite. C'est le plus répandu ; on le trouve à la Brousse, au Colombier, à Lamothe, à Pontgibaud (carrière ouest), à Pranal, au Rosier, à la Vendeix et sur la route Chapdes-Montfermy (n° 2 et 4). La cordiérite, toujours entièrement altérée (pinite, gigantolite), s'y développe aux dépens de la biotite, en même temps qu'apparaît un peu de muscovite<sup>(1)</sup>. De petits zircons, un peu d'apatite, et parfois quelques grenats (almandin), toujours disloqués, accompagnent ces alignements de biotite et cordiérite. Entre eux, le fond de la roche est un agrégat de plagioclases (oligoclase à 20 - 30 % An) et de quartz avec un peu de microcline perthitisé.

---

(1) L'apparition de muscovite lors du développement de cordiérite aux dépens de la biotite, a été notée par Longchambon (1938, cité par N'diaye). Il s'agit d'une muscovite tardive, peu abondante, et la confusion semble impossible entre cette roche et un gneiss à deux micas.

- un faciès à biotite, cordiérite et sillimanite, reconnu à Pontgibaud (carrière de la route de la gare) et sur la route Chapdes-Montfermy (n° 1). Ici les lits à biotite et cordiérite se chargent de sillimanite, d'ailleurs peu abondante, et souvent confinée en inclusions dans le quartz voisin. Par ailleurs la roche est la même que précédemment, avec oligoclase, quartz et un peu de microcline. Dans la carrière de la route de la gare, à Pontgibaud, le gneiss renferme des nodules de quartz à grandes plages de cordiérite. Une zone à sillimanite plus abondante (avec cristaux d'apatite) est connue vers Saint-Ours.

#### Amphibolite

Il faut mettre à part une amphibolite, abondante dans les déblais du puits Agnès, à Roure. La roche, à grain assez fin (0,5 mm), comporte des proportions équivalentes de hornblende olivâtre et de plagioclase (andésine à 35 % An), avec des plages éparses de sphène, d'ilménite et d'apatite. Elle est traversée de veinules où se retrouvent les mêmes minéraux, plus largement cristallisés et associés à une ouralite qui semble se former aux dépens de la hornblende précédente.

#### CONCLUSION

Dans l'ensemble, cette série gneissique dérive de sédiments pélitiques (Jung, 1946), et l'amphibolite de Roure y représente probablement une intercalation de roche basique.

Ces gneiss inférieurs ont été migmatitisés à leur partie inférieure et de façon assez irrégulière, le front des migmatites n'étant vraisemblablement pas concordant avec la schistosité des gneiss (N'diaye, 1955).

#### 2 - Migmatites

Contrairement à ce que dit N'diaye (1955), il ne semble pas que l'on

passé directement des gneiss inférieurs aux anatexites : la coupe de la route Chapdes - Montfermy par exemple montre l'existence d'une étroite zone intermédiaire d'embréchite, ou gneiss granitisés stratifiés (Jung 1946).

a) Embréchites

Ce sont des gneiss à biotite comportant une proportion plus ou moins grande de strates feldspathiques à structure ocellée ou amygdalaire (Jung, 1946). L'épaisseur de ces amygdales ne dépasse guère 2 cm dans nos échantillons. Ces embréchites sont bien visibles sur la route Chapdes - Montfermy (n° 5, 9 et 13) : la roche trame est un gneiss à biotite et cordiérite ; les amygdales leucocrates ont une structure granoblastique assez irrégulière (0,1 à 1 mm), et comportent des plagioclases, (oligoclase à 30 % An), du quartz, du microcline perthitisé, parfois de la cordiérite altérée, et enfin un peu de muscovite interstitielle.

Dans le haut du ravin de Villelongue affleure une roche rubanée de même type, mais dans laquelle dominent les lits granitoïdes, et qui se rapproche du faciès décrit par Jourde (1958) sous le nom d'embréchites du Chavanon.

b) Anatexites

Ce sont des migmatites profondes, dans lesquelles la stratification tend à s'effacer (Jung, 1946). La roche prend, à l'œil nu, un aspect tourbillonnaire, avec des nodules irréguliers de cordiérite altérée. En lame mince, les alignements de biotite du gneiss initial se désorientent et la roche prend une structure granoblastique, la taille des grains étant d'ailleurs assez irrégulière (de 0,1 à 1 mm).

Dans tous les échantillons d'anatexite étudiés, la cordiérite est abondante, associée à la biotite qu'elle corrode ; et la muscovite est plus développée que dans le gneiss correspondant. On peut distinguer deux faciès,

également répandus :

- un faciès à cordiérite seule, sans sillimanite. C'est celui des échantillons de la gare des Ancizes, du moulin de Chabanne, de la route de Roure, et de la route Chapdes - Montfermy (n° 7, 10 et 16). Un de ces échantillons présente un porphyroblaste de microcline (7 mm), un autre une structure grenue très régulière. Toujours les minéraux dominants sont : l'oligoclase à 25 - 28 % An, le quartz, la cordiérite (entièrement altérée en pinite), le microcline perthitisé, la biotite (souvent chloritisée) et la muscovite. Fréquemment la biotite renferme de minuscules et nombreuses aiguilles de rutile disposées parallèlement au clivage suivant trois directions symétriques. Enfin il existe toujours quelques zircons (0,05 à 0,2 mm), et parfois un peu d'apatite ; les grenats sont très rares.

- un faciès à cordiérite et sillimanite, représenté par les échantillons de Bonnabaud (station), de Pranal (la Combe), de Roure (puits Agnès), et de la route de la Grange. La sillimanite se présente en aiguilles très minces (0,002 mm de large) et très longues (0,1 mm), formant un feutrage dans la cordiérite, et plus rarement dans le quartz. Les autres minéraux sont les mêmes que précédemment ; le rutile est fréquent dans la biotite ; les grenats sont moins rares ; enfin certains échantillons montrent un développement de myrmékite en bordure des plagioclases. La structure est granoblastique assez irrégulière ; un des échantillons montre de petits nodules (3 mm), formés les uns de quartz, les autres de cordiérite.

#### Anatexite schisteuse

Il existe dans les anatexites des septa gneissiques résiduels ; certains échantillons de ces septa montrent une structure granoblastique mordant sur les alignements de biotite, et un développement relatif de musco-

vite, qui doivent les faire considérer comme des anatexites schisteuses. Ce faciès, qui a été reconnu par Jourde (1958), représente un terme de transition entre les gneiss et les anatexites franches. L'échantillon le plus typique en a été recueilli sur la route Chapdes - Montfermy (n° 17).

## B - LES GRANITES

Leur mode de gisement très irrégulier (ici : batholite, et là : filons) leur a fait donner le nom de granites batholitiques. On peut en distinguer deux types :

1) un type à plagioclases automorphes et zonés, et à biotite seule. C'est le granite des massifs de Manzat et de Saint-Gervais, que l'on retrouve avec un grain plus fin (1 - 2 mm) dans les filons du pont de Villelongue et de la route Chapdes - Montfermy (n° 8). La roche est mésocrate, de tonalité grise, et généralement assez fraîche. Les plagioclases zonés, très abondants, vont de l'oligoclase à l'andésine (en moyenne 28 % An) ; le feldspath potassique est du microcline, en grandes plages englobant poecilitiquement les autres minéraux alors que le quartz se présente en agrégat interstitiel. La biotite, qui renferme souvent des inclusions d'apatite et de zircon, est partiellement chloritisée (pennine). Nous n'avons pas vu de muscovite ni de cordiérite<sup>(1)</sup>.

Il arrive (viaduc des Pades) que le granite renferme des enclaves surmicacées (2 - 3 cm), à biotite orientée sur un fond de plagioclases, de quartz et d'apatite, sans microcline ; il s'agit peut-être d'enclaves de gneiss en cours d'assimilation.

---

(1) Notons cependant que d'après L. Meloux (1955), il existe parfois un peu de cordiérite dans le granite de St-Gervais.

Signalons aussi un faciès légèrement porphyroïde du même granite près des Isserts (caisse du filon fluoré à galène).

Ce granite de Manzat se rapproche du granite de Crocq (faciès interne du massif de Guéret), décrit par G. Jourde (1958), et intrusif lui aussi dans les anatexites à cordiérite.

2) un type à plagioclases rénomorphes, à cordiérite et à deux micas.

Il se présente toujours en filons, lesquels servent fréquemment de guide à la minéralisation ; le granite est alors décoloré et les mineurs lui ont donné, à tort, le nom de granulite (Lodin, 1898).

Lorsqu'il n'est pas minéralisé, ce granite est peu altéré, mais de tonalité jaunâtre. Le grain ne dépasse pas 1 mm. Le plagioclase est essentiellement l'andésine (30 % An) ; le feldspath potassique est du microcline perthitisé ; la muscovite est généralement associée à la biotite, elle-même chloritisée (pennine) ; le quartz est interstitiel. La cordiérite, bien qu'entièrement altérée en pinite, est reconnaissable dans certains échantillons. Apatite et zircon sont rares.

Nos échantillons ont été prélevés sur la route Chapdes - Montfermy (n° 12 et 14) et à Villelongue. Un échantillon très semblable, mais à plagioclases zonés, a été recueilli sur la route de la Grange (n° 1).

Dans les déblais des travaux miniers, il est rare que ce granite soit intact (puits de Mioche). Le plus souvent (puits de la Grange, puits Sud de la Brousse), les feldspaths sont entièrement séricitisés, et la biotite subit, au lieu de la chloritisation habituelle, une transformation en muscovite, l'oxyde de fer se rassemblant en inclusions alignées dans les clivages. Ce mode d'altération hydrothermale, très caractéristique, donne à la roche l'aspect d'un granite à muscovite, ce qui explique la dénomination

de granulite utilisée autrefois. Par ailleurs le granite est fracturé et souvent injecté de quartz hydrothermal.

Ce granite à deux micas et cordiérite présente des analogies avec le granite de Gelles, dont il pourrait constituer un faciès à grain fin. On sait en effet que le massif de Gelles est formé de granite porphyroïde à grands cristaux d'orthose sur un fond à deux micas, plagioclases zonés, et xénomorphes, microcline et cordiérite (N'diaye 1955).

### C - LES MICROGRANITES

Toujours filoniens, ils peuvent se grouper en trois types :

1) un premier type s'observe en bordure du massif de granite de Manzat.

Nous en avons étudié un échantillon en provenance des Marteaux : c'est une roche grise, à enclaves surmicacées, dans laquelle on observe des phénocristaux d'andésine, de quartz, de microcline et de biotite chloritisée sur un fond à tendance micropegmatitique. Pas de muscovite ni de cordiérite. Ce microgranite se rapproche du type granitoïde décrit par Jourde (1958).

2) un deuxième type est uniformément répandu dans toute la région ; c'est ce qu'on appelle le microgranite à pinite (voir N'diaye, 1955). Un échantillon, prélevé sur la route Chapdes - Montfermy (n° 6), montre une roche rose à petites mouches grises de pinite. En lame mince, la composition est très voisine de celle du type précédent, sauf la présence de cordiérite et d'un peu de muscovite.

Ce second type de microgranite peut être affecté lui aussi par la minéralisation. On le trouve, par exemple, veiné de quartz hydrothermal et de blende, dans les travaux miniers de Pranal ; la biotite est décolorée, transformée en muscovite à inclusions opaques, les feldspaths sont séricitisés ; seul le quartz est intact. On le trouve aussi imprégné de mispickel entre

Barbecot et Villelongue, et injecté de quartz, galène et blende à Barbecot.

3) un troisième type est constitué par le microgranite porphyroïde de Claveix (N'diaye, 1955), roche compacte à gros phénocristaux d'orthose claire sur un fond très sombre. Ce microgranite, assez répandu dans le Sud de notre secteur, comprend, outre l'orthose, quartz, oligoclase et biotite ; c'est un microgranite calco-alcalin, du même type que celui qui constitue, beaucoup plus au Nord, le grand laccolithe de Pourzol - Servant (Richard, 1938).

#### Lamprophyre

Il existe sur la route Chapdes - Montfermy (échantillon n° 15) un filon lamprophyrique. La roche présente les caractères d'une minette : biotite automorphe abondante, sur un fond d'orthose à disposition rayonnante, avec nombreuses aiguilles d'apatite, calcite et quartz interstitiel. Le quartz se retrouve aussi en grandes plages ovoïdes (0,3 à 1 mm) entourées d'un liséré feldspathique et évoquant un remplissage de vacuoles.

#### D - LES TUFES ANTHRACIFERES

On appelle ainsi, dans la région, un ensemble complexe de tufs et de coulées, répandu dans tout le Nord-Est du Massif Central, et qui constitue, en particulier, le petit bassin de Manzat, à l'extrémité septentrionale du district de Pontgibaud, ainsi que deux lambeaux isolés entre Bromont-Lamothe et Gelles, vers le Sud-Ouest (Jung, 1946).

Un échantillon prélevé à Chateauneuf, et injecté par la minéralisation plombifère, montre une roche verdâtre, à nombreux phénocristaux brisés de plagioclases (0,2 à 2 mm) blanchâtres. Au microscope, on reconnaît en outre des cristaux de biotite chloritisée et quelques rares cristaux de quartz, dans une pâte recristallisée qui évoque plutôt une lave rhyolitoïde qu'un

tuf. Cette pâte comporte en effet des microlites feldspathiques orientées, sur un fond de mosaïque feldspathique assez large (0,1 mm), à contours persillés, avec un peu de quartz interstitiel.

Ces tufs anthracifères renferment, dans la vallée du Sichon, des grauwackes à faune dinantienne et ils constituent un repère précieux pour l'histoire géologique de la région. Ils reposent transgressivement et en discordance sur les schistes cristallins et les granites intrusifs de Manzat et de Gelles, et ils sont recoupés, à Château-sur-Cher, par le microgranite porphyroïde, dont l'âge est ainsi précisé. Il est important de retenir aussi qu'ils sont injectés, à Chateauneuf, par la minéralisation plombifère de Pontgibaud.

### III.- DESCRIPTION D'UNE COUPE-TYPE

(Figures 2 et 3)

La région est très recouverte : c'est une pénéplaine monotone où la seule coupure est due à la vallée de la Sioule qui commence à s'encaisser au Nord de Pontgibaud. Aussi les limites de terrains doivent-elles être largement interprétées grâce à des affleurements très dispersés et aux déblais des anciens travaux miniers, à peu près tous inaccessibles actuellement.

En outre la présence de septa gneissiques intercalés dans les migmatites rend également la limite de ces deux formations très imprécise.

La seule bonne coupe transversale de la série des schistes cristallins, dans la région qui nous intéresse, est fournie au Nord de la zone minéralisée principale, par la vallée de la Sioule d'Est en Ouest, entre Peschadoire et Montfermy, et d'accès plus facile, la route Chapdes Beaufort-Montfermy, un peu au Nord (fig. 3, coupe I).

On a là, de haut en bas, c'est-à-dire d'Est en Ouest :

- Granite du massif de Manzat

1) gneiss de Chapdes-Beaufort, à biotite, sillimanite et cordiérite, la sillimanite pouvant localement devenir très abondante (Saint-Ours)

- Mylonite marquant une faille directionnelle (ces mylonites ne sont pas rares tout au long de la haute vallée de la Sioule<sup>(1)</sup>, évoquant peut-être une zone faillée (subméridienne) importante, que le cours de la rivière aurait empruntée ?)

- Gneiss à biotite et cordiérite

La puissance de ces gneiss inférieurs est ici de plus de 1.000 m

2) Embréchites (gneiss à biotite et cordiérite, injecté d'amygdales

---

(1) De part et d'autre de Saint-Pierre-le-Chastel, en particulier (N'Diaye, 1955).

granitoïdes) . . . . .	200 m
3) Filon microgranitique à pinite (ancienne carrière) . . .	10 m
4) Anatexite à cordiérite . . . . .	300 m
5) Filon granitique du type Manzat . . . . .	10 m
6) Embréchite . . . . .	50 m
7) Anatexite à cordiérite . . . . .	50 m
8) Septum de gneiss inférieur . . . . .	20 m
9) Anatexite à cordiérite (zone recouverte) . . . . .	1000 m

(c'est à ce niveau qu'existent plus au Sud les filons principaux de Pranal (coupe II), encaissés eux-mêmes dans des filons granitiques du type Gelles).

La coupe I présente seulement vers la base de la formation 9 un indice de quartz à mispickel sous les Rioux, lequel serait à peu près en prolongement d'un filon quartzo-plombifère de Chaluset (coupe II).

10) Filon granitique à cordiérite et deux micas, type Gelles	20 m
11) Embréchite replissée . . . . .	200 m
12) Filon granitique, type Gelles, encaissant le filon BPG des Combres . . . . .	10 m
13) Anatexites à cordiérite de l'axe anticlinal	

Plus loin, on reste dans cette dernière formation jusqu'à Montfermy avec un pendage inverse (vers Ouest) : notons-y la présence d'un filon lamprophyrique (minette) et des deux filons quartzo-pyriteux (à galène ?) de Montfermy.

On peut déduire de cette coupe une puissance très approximative de plus de 2.500m d'embréchites surmontées de plus d'un millier de mètres de gneiss inférieurs.

Vers le Sud, la coupe II, prise dans la vallée de la Sioule, présente toujours une structure anticlinale normale, avec seulement quelque 500 m de gneiss inférieurs entre le toit des embréchites et le granite de Manzat, ici on peut considérer que la profonde coupure transversale de la rivière a mis à nu tout le système filonien de Pontgibaud qu'on peut alors évaluer dans cette zone à une dizaine de filons subparallèles, dont deux ou trois seulement productifs.

Plus au Sud, les affleurements deviennent rares et les coupes suivantes largement interprétées, donnent simplement une idée de la position relative des filons connus ; les quelques pendages relevés dénoncent cependant un déversement net de l'anticlinal vers l'Est à partir de la hauteur de Pontgibaud (figure 3, coupes III et IV).

DEUXIEME PARTIE

GISEMENTS ET MINERALISATION

GISEMENTS ET MINERALISATION

On a vu qu'il s'agissait exclusivement de gîtes filoniens encaissés en majorité dans les schistes cristallins de "l'anticlinal de Pontgibaud" (figures 1 à 4) et comportant :

- un alignement principal nord-nord-est essentiellement plombo-zincifère (de Chateauf-neuf-les-Bains à Banson)

- un faisceau occidental divergent, essentiellement fluo-barytique (St-Jacques d'Ambrur)

- un alignement oriental secondaire, subparallèle et à peu de distance du premier, essentiellement arsenifère (de Chapdes-Beaufort à Rochefort-Montagne)

- un petit secteur antimonieux méridional indépendant.

I.- HISTORIQUE

1.- Travaux antiques

Des lampes et des médailles romaines ont été découvertes dans les vieux travaux de Roure et du filon Saint-Denis à Rosier (Daubrée, 1868 et 1881)

2.- XVI° au XVIII° siècle

Exploitation de plomb et argent aux Combres, Barbecot et Roure (Beau-soleil, 1640 ; Le Monnier, 1739 ; Guenyveau, 1822).

3.- XIX° siècle

1780-1850 : exploitation de la mine d'antimoine d'Angle-Bas

1826-1897 : exploitation principale des mines de Pontgibaud (concessions des Combres, Barbecot et Roure).

On n'a malheureusement que des chiffres d'ensemble sur l'activité de cette période :

- de 1853 à 1897 : exécution de 68.483 m de galeries et 2908m de puits.

Ces chiffres concerneraient surtout la concession de Roure, pour 80 % (soit les gisements de la Brousse, Mioche, La Grange, Rosier et Roure).

Recherches durant la deuxième moitié du 19<sup>e</sup> siècle, sur tous les autres indices Pb - Ag du district (Châteauneuf, Vitrac, les Isserts, Villevieille, Banson).

4.- IX<sup>e</sup> siècle

1905-1918 : Exploitation du gisement d'antimoine du Colombier

1900-1915 : Recherches sur tous les indices de mispickel aurifère

1917-1927 : Prospection et recherches nouvelles dans les concessions de plomb

1925-1950 : Exploitation du secteur à spath fluor de Saint-Jacques d'Ambur.

II.- DESCRIPTION DES GISEMENTS

Les cinq tableaux en annexe donnent en détail les caractères principaux de tous les gîtes et indices connus dans la région. Il nous suffira donc ici d'essayer de synthétiser et de grouper ces éléments comme suit du Nord au Sud et d'Ouest en Est

NORD

Partie occidentale	Faisceau filonien principal	Alignement oriental
District à fluorine de St-Jacques d'Ambur	Indices septentrionaux	Indices mispickel de Chapdes Beaufort à Pont de la Miouze
	GITES PRINCIPAUX	
Indices de Pontaurmur La Goutelle - Gelles	Secteur méridional à Antimoine	

SUD

A.- PARTIE OCCIDENTALE (figures 1, 5 et 6 et tableau 1)

1) Le massif granitique de St-Cervais comporte aux abords du Sillon Houiller quelques filons quartzeux stériles, alignés nord-nord-Est, c'est-à-dire parallèlement à cet accident majeur.

2) Vers le Sud, on arrive à un important faisceau de filons obliques, Nord-Nord-Ouest à Nord-Ouest, essentiellement fluorés, c'est le secteur de Saint-Jacques d'Ambur (figure 5), avec :

- un filon principal à l'Est jalonné, semble-t-il, sur 3 km environ, par l'indice oriental de Confolant, sur la rive gauche du Sioulet, le petit gîte lenticulaire de La Chazotte et le gisement de La Barre-Martinèche

- divers filons annexes à 1 km à l'Ouest : Les Isserts (avec galène), Les Rioux et Cornet.

Quelques indications barytiques vers le Sud-Sud-Ouest (Biot, Les Martins)

peuvent être rattachés à ce secteur.

Blende et galène sont rares (Confolant-Ouest ; Les Isserts ; La Rochette ; Chez Saby).

3) On arrive ensuite à divers indices dispersés dans le triangle Pontaur - La Coutelle - Gelles, soit pyriteux, soit à mispickel (Perol), soit plombo-argentifères comme Villevieille, filon Ouest-Nord-Ouest, connu sur plus de 1500 m en direction, mais avec une puissance et une teneur faibles (figure 6).

B.- FAISCEAU FILONIEN CENTRAL (figures 1 à 4, 7 à 14, et tableaux II, III et IV)

De direction générale moyenne nord-nord-est, c'est-à-dire parallèle au Sillon Houiller et à une dizaine de kms, il comporte, dans sa partie méridionale, les trois principaux gisements du district, à peu près alignés sur une dizaine de km en direction ; au-delà de la coupure de la Sioule qui fait apparaître une dizaine de filons subparallèles accessoires, entre Montfermy et Chapdes-Beaufort, cette patte d'oie semble se résoudre vers le Nord en deux alignements filoniens sur une vingtaine de km encore. On a ainsi du Nord au Sud :

1) Les indices du massif granitique de Saint-Gervais, quartzeux (Mouly, Chedeville) ou barytiques (Mirmont, Chambonnet), stériles ou très pauvres en BPG (Chambonnet). Cet alignement semble se poursuivre par le filon quartzeux à mispickel des Ancizes-Farges et se diriger ensuite vers les indices occidentaux du secteur principal de Pontgibaud (Montfermy, Bapeyras, Les Combres).

2) Le second alignement, à quelques kms à l'Est, débute dans le bassin dinantien de Châteauneuf-les-Bains (fig. 7), par les petits gîtes en stock-

werk de Villards-Moulin de la Croix et Montmartin<sup>(1)</sup>, encaissés dans les "tufs anthracifères" ; il ne comporte ensuite que le jalon filonien de Vitrac dans le granite de St-Gervais, à 6 kms vers Sud-Sud-Ouest.

Plus loin dans la même direction, on n'arrive au faisceau principal (Pranal) qu'après un hiatus d'une dizaine de km dans les anatexites de Saint-Georges de Mons (tout ce plateau est du reste largement recouvert).

3) Les deux alignements décrits précédemment ont une légère convergence paraissant les amener au voisinage l'un de l'autre, précisément dans la vallée de la Sioule à la terminaison septentrionale du faisceau principal de Pontgibaud, représenté ici par le groupe filonien de Pranal, flanqué de part et d'autre d'une série de filons secondaires, soit un champ d'une dizaine de filons connus sur une largeur de 5 km environ (figure 8).

a) Au centre, le gisement de Pranal (figure 10) comporte un réseau complexe issu apparemment de la même fracture quartzeuse stérile à salbandes argileuses et épontes gneissiques, au toit d'un gros filon microgranitique ; cette simple cassure s'ouvre et se divise vers le Nord-Est en deux branches principales, à gangue de brèche granitique quartzo-barytique :

- Saint-Mathieu à l'Ouest, filon Nord-Nord-Est à Nord-Est, 65 à 90° Ouest, comportant deux zones minéralisées, séparées par un intervalle d'une centaine de mètres, la principale s'étendant sur 600 m et reconnue sur 120 m de profondeur

- Le groupe Amantine - Saint-Félix - Saint-Armand à une centaine de mètres à l'Est ; ce sont trois veines parallèles à 25 m de distance l'une de

---

(1) Signalons encore à quelques kilomètres à l'Est la présence du petit gîte filonien plombo-barytique de Blot l'Eglise, de direction suborthogonale, étudié par G. Aubert (1959)

l'autre, subméridiennes à pendage 65 à 90° Est, et productives sur 60 à 100 m en direction et en hauteur, avec une puissance de 0m,50 à 2 m

- Le filon Henri, sur lequel elles viennent buter, Nord 40° Est, 80° Sud-Est, présente une colonne productive de même importance

- Le croiseur Suzanne, Nord 10 Ouest, 70° Est, relie les deux branches principales, avec une minéralisation reconnue sur 200 m en direction et 80 m de hauteur.

Le chiffre très approximatif de 10.000 tonnes de Pb métal peut être avancé pour la production totale de l'ensemble.

Remarquons là aussi la convergence probable vers le Sud, en direction apparente vers la Brousse, autre filon important du district à 2 km vers Sud-Sud-Ouest.

b) En aval, sur 2 km vers l'Ouest, les indices de Chalusset, des Combres, de Montfermy et de Bapeyras tendent vers une direction méridienne évoquant une convergence possible avec Pranal, vers le Sud peut-être précisément à la hauteur du filon de la Brousse, subméridien lui aussi (?).

c) en amont sur 1 km vers l'Est, apparaissent les deux filons, surtout barytiques des Brots et le petit gisement lenticulaire de Barbecot, du type Pranal, mais plus réduit (fig. 11).

Ce groupe septentrional est séparé du groupe central de La Brousse par le plateau de Bromont-Lamothe, mal exposé et à-demi recouvert par une coulée balsatique. Ce hiatus de 2 à 3 km n'est interrompu que par trois indications filoniennes non suivies, recoupées par les travers-bancs de Lamothe.

4) Le groupe central est représenté par le gisement de La Brousse, bien illustré par les coupes transversales de l'époque (Lodin 1892, fig. 12) : filon granitique altéré, Nord 12 Ouest, 55 à 80° Ouest, de 0 à 20 m de puis-

sance, avec une ou deux veines minéralisées productives en deux colonnes, sur quelque 300 m d'allongement et 100 à 200 m de hauteur, avec une épaisseur exploitable allant jusqu'à 3 m. On assiste, en direction et en profondeur, à la disparition de la minéralisation paraissant liée à la réduction du filon granitique lui-même ; il semblerait que la production totale ait été intermédiaire entre Pranal et Rosier-Roure (entre 10 et 20.000 tonnes-métal ?).

Vers le Nord, le filon de La Brousse pourrait être jalonné par les indices de Bromont et du travers-bancs occidental de Lamothe, puis se diriger vers Montfermy-les Combres ; vers le Sud, par le filon stérile de la recherche de Bouzarat, suivi sur 180 m, de l'autre côté du plateau basaltique de Laudine.

A 500 m à l'Ouest de La Brousse, le filon à peu près stérile de la Haute-Roche pourrait représenter le dernier jalon septentrional de l'alignement Rosier-Roure dont nous allons parler maintenant.

5) Le groupe méridional est le plus important et le mieux connu du district de Pontgibaud : le filon principal a été exploré dans les mines de Michoche, La Grande, Rosier et Roure, en quasi-continuité sur près de 5 km en direction, et, localement, jusqu'à 250 m de profondeur ; le schéma (figure 9) illustre bien l'allure de cette zone

a) Le filon principal, d'abord unique sur la moitié septentrionale de son parcours, avec une direction subméridienne et un pendage est de 70 à 80°, a présenté quatre zones lenticulaires productives de 70 à 100 m d'étendue et 50 à 100 m de profondeur, de puissance très variable allant de quelques décimètres à un stockwerk de 75 m dans le granite filonien encaissé dans les gneiss ; les intervalles stériles ou non explorés vont de 75 à 800 m (figures 13 et 14).

A partir du Petit-Puits de Rosier, ce filon se divise en deux branches de direction variable, oscillant du méridien au Nord-Est, et pendage inverse fort, dont la distance peut atteindre 250 m, et qui présentent l'une et l'autre des zones productives plus importantes et plus rapprochées, mais dont la profondeur exploitable ne dépasse guère non plus la centaine de mètres (figure 14) (une minéralisation plus profonde aurait cependant été explorée dans le filon Virginie à Roure)

b) Le filon principal subméridien comporte quelques branches obliques annexes, plus ou moins minéralisées, de direction Nord-Ouest - Sud-Est à Nord-Est - Sud-Ouest ; on a constaté qu'il pouvait être affecté avec de faibles rejets par des croiseurs Nord-Ouest - Sud-Est, stériles, ou Est-Ouest, minéralisés en mispickel

c) Enfin, il peut être flanqué localement de filons parallèles, plus pauvres ou stériles, connus de part et d'autre (Lioche), ou bien seulement à l'Ouest (filon Saint-Denis à Rosier, les Couleyres et La Vaissière à Roure). En direction, on a vu qu'il existait un hiatus important vers la Brousse, au Nord ; il en est de même vers le Sud où une recherche infructueuse de 700 m longe le bord oriental du massif granitique de Gelles correspondant possiblement à un accident subméridien, se prolongeant dans les schistes cristallins vers le Nord en direction précisément du groupe filonien de Saint-Denis.

6) Les deux ultimes jalons vers le Sud du faisceau filonien principal plombifères de Pontgibaud (figures 1 et 2) sont, en effet :

Saysoubre (à 2 km au Sud-Sud-Ouest d'Argentelle) : filon granitique à quartz, baryte et galène, Nord 20° Est, suivi sur 280m sans enrichissement notable

Banson (à 5 km au Sud-Ouest) : deux filons voisins à minerai complexe, de dominante BPGC, Nord-Nord-Est, reconnus également sur quelques centaines

de mètres

7) Notons enfin la présence toujours dans l'alignement Roure-Saysoubre, du filon antimonifère d'Angle-Bas, à 5 ou 6 km également vers Sud-Sud-Ouest, mais que nous avons groupé avec le secteur méridional à antimoine dont nous parlons plus loin.

C.- ALIGNEMENT ORIENTAL (figures 2, 4 et 15 et tableau V)

A peu près parallèle au faisceau filonien principal, et à quelque 2 km en moyenne vers l'Est, il ne comporte que de petits indices filoniens à mispickel nettement prédominant : leur direction varie de Nord-Nord-Ouest - Sud-Sud-Est à Nord-Nord-Est - Sud-Sud-Ouest et le pendage est toujours vers l'Est ; ils présentent généralement des caisses quartzeuses de l'ordre du mètre, avec lentilles minéralisées de quelques mètres d'envergure seulement.

D.- SECTEUR MERIDIONAL (figures 1, 2 et 16 et tableau V)

De l'autre côté de la vallée de la Miouze, on arrive dans une zone à antimoine prédominant, qui évoque les indices à stibine de la région de Messeix, à une vingtaine de km au Sud-Ouest, constituant, à cette extrémité méridionale du faisceau filonien subméridien de Pontgibaud, le pendant au petit secteur antimonieux des Combrailles de l'autre côté. A la direction filonienne générale de la région Nord-Nord-Est - Sud-Sud-Ouest (Angle-Bas), vient s'ajouter ici une direction Est-Ouest (Le Colombier). Ce sont là encore des lentilles minéralisées d'une centaine de mètres d'extension en direction et en hauteur, et dont la puissance peut atteindre plusieurs mètres.

### III.- MINERALISATION

(Etude microscopique des minerais et considérations métallogéniques)(tableau VI)

Comme les travaux miniers de la région de Pontgibaud sont inaccessibles et que les affleurements minéralisés ont disparu depuis longtemps, l'étude qui suit n'a pu être faite que sur des échantillons prélevés sur les haldes et parfois dans les collections. Dans ces conditions il est impossible de préciser l'histoire de la mise en place de cette minéralisation ; il est en effet exceptionnel de trouver sur un échantillon la preuve de l'antériorité d'une phase minéralisée par rapport à une autre. Et aucune étude ancienne ne précise l'ordre des croisements ou de recouverture des divers filons rencontrés au cours des travaux.

Avant d'entrer dans le détail des minéralisations en Pb - Zn - Cu de Pontgibaud, il sera nécessaire de considérer à part les filons à stibine et berthiérite du secteur méridional du district : Angle Bab-le Colombier. En effet, ces filons présentent une paragenèse tout à fait particulière, qui s'apparente à celle des gisements d'antimoine des Combrailles, à l'autre extrémité septentrionale du faisceau filonien de Pontgibaud.

En ce qui concerne les filons dits "à mispickel", la question est plus complexe. Certains d'entre eux présentent le même type de paragenèse qu'une partie des filons à Pb - Zn, auxquels nous les rattacherons. D'autres au contraire, tels ceux de Tournebise, de Bonnabaud et du Pont de la Miouse, sont de type plutôt pneumatolytique et nous les étudierons à part.

Notre étude comprendra donc trois parties :

- minéralisation en stibine et berthiérite
- minéralisation pneumatolytique à mispickel aurifère
- minéralisation en Pb - Zn.

A/ MINERALISATION EN STIBINE ET BERTHIERITE

Elle se présente en filons particuliers, à gangue de quartz abondante, bien groupés à chaque extrémité du district de Pontgibaud,

Les deux groupes ont une même paragenèse, de type mésothermal ou épithermal.

1 - Groupe sud (Angle-Bas, Le Colombier)

L'un des principaux filons, celui d'Angle-Bas, a la direction générale Nord-Nord-Est du réseau filonien de Pontgibaud. Mais celui du Colombier est nettement Est-Ouest. Tous deux sont encaissés dans les gneiss à biotite.

Les échantillons récoltés en ces deux points montrent tous un remplissage bréchique à menus fragments de gneiss décoloré, pris dans un dépôt de quartz fin, lui-même bréchifié à son tour.

A Angle-Bas, le premier dépôt de quartz comporte localement, une nuée de petites inclusions automorphes de mispickel (0,01 m/m), lesquelles entourent et dévorent quelques cristaux de pyrite (0,05 à 0,15 m/m). Ce mispickel très finement cristallisé est tout à fait caractéristique, et bien différent de celui que nous décrirons plus loin à propos de la minéralisation en Pb - Zn.

Une fracturation introduit alors la berthiériste (en aiguilles de 0,10 à 0,50 m/m de long), qui traverse le dépôt précédent disloqué, et englobe parfois un fragment de mispickel. La stibine enfin paraît plus tardive que la berthiériste, qu'elle injecte (1)

---

(1) Les deux minéraux se distinguent par leur couleur (la berthiériste est plus brunâtre, dans la position de moindre pouvoir réflecteur), et aussi par l'attaque à KOH (la berthiériste est à peine ternie). On constate en outre qu'ici la stibine a des formes plus acérées que la berthiériste.

Au Colombier, la berthiérinite forme des sortes d'flots et de presqu'îles dans la stibine. La proportion de stibine est localement dix fois plus abondante que celle de berthiérinite.

Outre le mispickel et la pyrite, un peu de blende, en plages minuscules, et parfois de la marcasite complètent la paragenèse. La gangue comporte ici, outre le quartz bréchifié, une dolomie ankéritique assez abondante qui semble contemporaine de la stibine.

## 2 - Groupe Nord (Combrailles)

Seuls les indices les plus méridionaux de ce secteur figurent sur notre carte. De direction Nord-Sud, le filon des Râcles est encaissé, au Nord, dans le microgranite porphyroïde de Pouzol, et au Sud dans les gneiss à biotite. L'échantillon que nous avons pu étudier, montre, comme au Colombier, la berthiérinite en flots résiduels au sein de la stibine ; celle-ci, accompagnée de quartz fin, recoupe un dépôt antérieur de quartz stérile.

## 3 - Position métallogénique

Dans leur description du gisement d'antimoine de Nades (Rapport A.1401) à 35 km. au Nord de Pontgibaud, G.Aubert et L.Contamine soulignent la présence, en bordure de lentille, des mêmes agrégats très fins de mispickel que nous avons vus dans le minerai d'Angle-Bas. L'absence de galène et de sulfo-antimoniures de Pb est un autre trait commun entre nos filons et celui de Nades, dont la parenté est indéniable.

Dans les deux cas il s'agit du même type antimonieux à mispickel

sans sulfo-antimoniures, (Geffroy, 1955) avec pyrite et blende claire:  
D'après Geffroy, ce type est aurifère à Nades.

Or Nades est le gîte principal du cortège filonien antimonieux du "laccolithe microgranitique de Pouzol-Servant" (Aubert, ibid), cortège auquel appartient aussi le filon des Râcles. Vers le sud ce laccolithe est relayé par des filons de microgranite porphyroïde que l'on suit jusqu'à la hauteur de Gelles, mais pas au-delà. Ainsi notre groupe sud, distant de 40 km. des Râcles, se trouve (comme d'ailleurs, les indices d'antimoine de la région de Messeix), dans une zone apparemment dépourvue de filons de microgranite.

En fait la répartition zonale des gîtes d'antimoine par rapport aux microgranites est un phénomène à grande échelle, et P. Morin a montré au Maroc (1952) qu'il existe encore des filons à antimoine au-delà de la zone d'envoyage des dykes de microgranite.

On peut donc penser que les filons à stibine et berthiërite du district de Pontgibaud sont en liaison, comme ceux des Cambrailles, avec les microgranites porphyroïdes de la région, microgranites d'âge westphalien (1) d'après L. de Launay.

Ils sont en tout cas indépendants de la minéralisation plombo-zincifère, dont nous verrons qu'elle a donné lieu à un dépôt de sulfo-antimoniures, totalement dépourvu de stibine et de berthiërite. Comme cette minéralisation plombo-zincifère, ainsi que le dépôt de mispickel qui l'accompagne, injecte localement le microgranite porphyroïde (Pranal), elle est vraisemblablement plus récente que la minéralisation à stibine et berthiërite.

---

(1) Les filons de microgranite recoupent les tufs dinantiens à Chateausur-Cher ; par ailleurs on les retrouve en galets à la base du Stéphanien d'Ahun.

B/ MINERALISATION PNEUMATOLYTIQUE A MISPICKEL AURIFERE

Il s'agit d'une série de filonnets irréguliers et discontinus, jalonnant une zone fracturée subméridienne située au voisinage de la vallée de la Sioule, à 2 km. à l'Est de la zone filonienne principale de Pontgibaud.

Les plus importants sont ceux de Tournebise, de Bonnabaud et du Pont de la Miouse ; citons encore La Croix Basse et Madras.

La minéralisation, à gangue de quartz avec parfois cordiérite, rutile, muscovite, comporte essentiellement du mispickel et parfois de la schééelite ; la pyrite est peu abondante, les autres sulfures sont très rares. Le mispickel est aurifère, mais sans doute moins que ne le dit la légende. Lodin (1892) rapporte en effet que celui du Pont de la Miouse, trié à la main était réputé tenir 40 à 100 gr. d'or à la tonne.

Le chiffre de 14 à 18 gr. , enregistré pour Tournebise (Aubert et Burnol, 1959) est certainement plus proche de la réalité.

A Tournebise le mispickel est automorphe, en cristaux de 3 à 5 m/m, moulés par la schééelite, elle-même abondante (cristaux de 1 à 2 m/m). Il renferme quelques rares inclusions de cuivre gris.

A Bonnabaud la schééelite est plus rare, mais on signale la présence de wolfram (Lacroix, t. IV).

Au Pont de la Mouze, le mispickel, largement cristallisé, comporte localement un peu de bismuthinite interstitielle, avec quelques inclusions de bismuth natif. Signalons aussi de rares et minuscules inclusions de chalcopryrite. La schééelite est fréquente, et on a noté jadis la présence de wolfram (Lacroix, t. IV).

A Madras on a reconnu de rares inclusions de bismuthinite dans la pyrite et quelques minces veinules de chalcopryrite dans le mispickel.

#### Position métallogénique.

La présence de traces de chalcopryrite, de cuivre gris, de bismuthinite et de bismuth natif, dans l'un ou l'autre de ces filons pneumatolytiques à mispickel et schééelite, pose le problème de leur relation avec d'autres filons à mispickel et sulfures variés (pyrrhotite, galène) qui représentent la première phase, de type catathernal, de la minéralisation en Pb-Zn de Pontgibaud.

Est-il justifié de distinguer, comme nous l'avons fait, deux groupes de formations à mispickel, l'une pneumatolytique, l'autre catathermale ? Il nous semble que la forte prédominance du mispickel dans les filons du premier groupe, et leur relative pauvreté paragénétique s'opposent à la richesse et à la variété de paragénèse du second groupe, où la blende par exemple joue parfois un rôle important (Bapeyras, Les Combres).

Mais il est incontestable que, du point de vue géochimique, il y a une parenté entre les deux groupes de filons à mispickel, parenté soulignée par la présence d'un peu de Cu et de Bi dans le premier, et, nous le verrons,

par l'apparition locale de  $WO_3$  dans le second.

Ainsi, mis à part les filons à stibine et berthiérite, probablement antérieurs, tous les autres filons du district de Pontgibaud se rattachent à une histoire métallogénique unique, qui commence avec ces formations pneumatolytiques à mispickel et schééelite, pour s'achever, comme on le verra plus loin, par un dépôt épithermal à sulfo-antimoniures de Pb et d'Ag.

C/ MINERALISATION EN Pb - Zn

L'étude microscopique des minerais montre qu'il est illusoire de chercher à distinguer les indices filoniens à mispickel abondant, mais riches en pyrrhotite, chalcopyrite et blende, de certains dépôts appartenant à des filons B.P.G.C. et comportant eux aussi mispickel et pyrrhotite. Tous correspondent à une même phase initiale de la minéralisation en Pb-Zn, phase de type catathermal-mésothermal, que nous appellerons phase A. Il lui succède, après une période de déformation, une phase B., de type mésothermal-épithermal, à laquelle se rattachent les dépôts minéralisés les plus importants du réseau filonien de Pontgibaud. Nous verrons que ces deux phases, qui présentent entre elles une étroite parenté géochimique, se rattachent au même processus métallogénique.

1 - Phase A (catathermale - mésothermale)

Elle se caractérise par un certain type de paragenèse, qui peut comporter les minéraux suivants (groupés dans l'ordre approximatif de dépôt) dans une gangue de quartz :

- löllingite, mispickel, pyrrhotite et pyrite, avec parfois wolfram, parfois bismuthinite et bismuth natif,
- blende ferrifère à exsolutions de pyrrhotite et de chalcopyrite, parfois de vallériite,
- chalcopyrite avec stannite, et parfois cubanite,
- galène rare, avec cuivre gris et chalcopyrite.

Il est évident que tous ces minéraux ne se trouvent pas réunis sur chaque échantillon étudié, ni même sur chaque groupe d'échantillons correspondant à tel filon ou tel indice. Mais ils y sont en nombre suffisant pour que l'échantillon ou le groupe d'échantillons puisse être caractérisé.

D'autre part, il arrive qu'à une paragenèse de type A se superpose, dans le même échantillon, une paragenèse postérieure, qui peut injecter la première ou la recouvrir sans déformation préalable. En général il s'agira de galène associée à la panabaque, à la bourmonite, et parfois à la jamesonite, à la boulangérite ; nous décrivons cette dernière paragenèse à propos des minéralisations de type B.

Quels sont les filons ou indices filoniens dans lesquels la phase de minéralisation A semble particulièrement développée ? D'après les échantillons étudiés, ils se répartissent en deux groupes :

- un groupe nord avec Chabanne, les Sagnettes, les Vareilles, le Plot, Bapeyras, les Combres, Malroche, et, plus au Nord, Chez Saby.
- un groupe sud avec Chaluset de Banson, Argentelle, Redondet et certains indices filoniens proches du Rosier (filon parallèle à St Denis) et de Houre (Les Couleyres)
- enfin il semble que le croiseur de Chateauneuf, à l'extrémité nord du district, se rattache au même type.

Cette phase de minéralisation A présente des analogies avec la formation kb (kiesig-blendige Bleierzformation) de Freiberg, ou du moins avec les deux premières phases de kb, la dernière étant essentiellement représentée par une galène riche en Bi et en Ag mais sans minéraux d'Ag ex-

primés, galène que nous avons mal caractérisée à Pontgibaud.

L'examen détaillé des différents minéraux de la paragenèse, conduit aux constatations suivantes :

Le quartz est apparemment la gangue unique, si l'on excepte le rutile, qui l'accompagne fréquemment mais en très petite quantité. (Argentelle, les Sagnettes). Il n'y a jamais de barytine ni de fluorine.(1)

Le mispickel, toujours abondant, est avec la pyrite un constituant essentiel de ce type de minéralisation. Il est automorphe, largement cristallisé (0,1 à 2 m/m) et il arrive qu'il contienne des résidus de lingite en cours de remplacement (Chaluset de Banson).

Mais le plus souvent il renferme surtout des inclusions de pyrrhotite, de pyrite, parfois de chalcoppyrite ou de blende. La pyrrhotite, fréquente mais peu abondante, est partiellement transformée en pyrite.

Ce mispickel est moins aurifère que celui des filons pneumatolytiques précédemment décrits : ces derniers ont donné, rappelons-le, jusqu'à 18 gr. d'or à la tonne de mispickel trié, alors que les analyses faites par Campredon en 1910 indiquent seulement 1 à 4 gr. d'or à la tonne

---

(1) La sidérite a été signalée, accompagnant la blende ferrifère, dans deux gisements où la minéralisation de type E. est dominante : la Brousse et Pranal (Gonnard, 1882). Il pourrait s'agir de résidus d'une minéralisation antérieure A, et en ce cas la sidérite appartiendrait en partie du moins, à la phase A ?

pour le mispickel pur des Sagnettes, du Plot et de Chabanne (Les Barrats) (1)

Le wolfram est bien visible au moulin de Chabanne (fig.20); il y est postérieur au mispickel qu'il moule, et forme dans le quartz de petits alignements (0,2 m/m de large, 2 m/m de long) bordés de schééelite. Les réflexions internes rougeâtres sont nombreuses, ce qui laisse penser qu'il s'agit d'une variété riche en Mn. Il existe aussi un peu de schééelite au Plot.

La cassitérite, signalée à Argentelle, près de Roure, (Lacroix, t. III, p. 231) a été retrouvée en rares petits grains dans une roche filonienne altérée, avec pyrite et mispickel dominant.

La bismuthinite et le bismuth natif se présentent généralement en inclusions dans le mispickel (le moulin de Chabanne, le Plot, Redondet, les Sagnettes, Argentelle, les Couleyres). Le bismuth est toujours beaucoup plus rare que la bismuthinite, mais les deux vont généralement de pair. La cosalite,  $Pb_2 Bi_2 S_5$ , renfermant des inclusions de bismuth natif, a été reconnue dans un échantillon des Couleyres ; elle y est associée à la chalcopyrite et se place vraisemblablement un peu plus tard dans l'ordre de dépôt.

---

(1)

Ces analyses soulignent aussi la présence de Cu, de Ni et d'Ag dans le mispickel trié (archives du Service des Mines) :

	As	Cu	Ni	Ag	Au
les Sagnettes	21,8 %	0,43 %	0,31 %	30 g/t	2 g/t
	27,45	0,24	0,47	9	1
le Plot	30,49	0,26	0,39	18	0,6
	15,40	0,34	0,23	0	1
Chabanne	16,63	0,65	0,31	12	0,1

Il est probable que le Ni est associé aux inclusions de pyrrothite.

La blende, présente à Chalusset de Banson, à Redondet, au Plot, aux Sagnettes, à Pontaugmar, est particulièrement abondante aux Combres, à Bapeyras et Chez Saby. C'est toujours une blende noire (marmatite), à exsolutions de pyrrhotite et chalcopryrite (fig.21); aux Combres, on trouve même dans ces exsolutions de chalcopryrite, des "sous-exsolutions" de vallérite. La blende des Combres et celle de Bapeyras ont donné, à l'examen spectrographique semi-quantitatif, les résultats suivants (en millièmes) :

	Sb	Ge	Ga	Sn	Cd	Ag	Co
Les Combres	< 300	50	22	30	p	p	nd
Bapeyras	1.000	n.d.	n.d.	30	p	p	p

On remarquera la richesse relative en Sn par rapport aux blendes de la phase B.

Cd et Ag sont présents, mais ne peuvent être évalués par cette méthode (nd veut dire : non décelé).

La chalcopryrite, toujours présente mais peu abondante, se trouve souvent en inclusions dans le mispickel, ou isolée dans la gangue ; la cupanite (1) l'accompagne dans un échantillon des Sagnettes. Il existe aussi un dépôt de chalcopryrite nettement postérieur à celui de mispickel.

(1)

La présence de Cu, Fe et S dans la proportion  $Cu Fe_2 S_3$  a été vérifiée à la microsonde électronique ; on a trouvé Cu 26 % et Fe 42 %.

La stannite, lorsqu'elle existe, se présente en plages minuscules (moins de 0,01 m/m), associées à la chalcopryrite soit dans le mispickel, soit postérieurement à celui-ci ; elle est assez fréquente : le Plot, les Sagnettes, les Vareilles, Argentelle, Saint Denis à Rosier (rive gauche), les Couleyres et Redondet. (fig. 20).

La galène des Combres et de Bapeyras, qui renferme des inclusions de sulfo-antimoniures (boulangérite, jamesonite), n'appartient apparemment pas à la phase de minéralisation précédente, qu'elle recoupe nettement. Mais il existe, aux Sagnettes et à Malroche, par exemple, un dépôt de galène et de cuivre gris qui accompagne la chalcopryrite, et semble représenter la fin de la minéralisation de type A. De même on trouve à Chaluset de Banson quelques inclusions de galène dans le mispickel, lesquelles se rattachent aussi à la phase A.

## 2 - Phase B. (mésothermale - épithermale)

Cette seconde phase de minéralisation se caractérise par une paragenèse de plus basse température, qui peut comporter les minéraux suivants (groupés par ordre approximatif de dépôt), dans une gangue de quartz, barytine et localement fluorine :

- blende, avec mispickel
- chalcopryrite, cuivre gris et galène, avec bournonite, boulangérite, jamesonite, pyrargyrite, polybasite
- marcasite

Nous retrouvons ici trois gisements déjà cités à propos de la minéralisation A : Les Combres, Bapeyras et Chez-Saby. Ils montrent en effet la superposition des deux minéralisations A et B, la seconde recoupant la première.

Mais surtout l'essentiel des exploitations effectuées jadis pour Pb et Ag a porté sur ce type de minéralisation.

Elles jalonnent une zone fracturée de direction Nord-Nord-Est de près de 40 km de long ; ce sont, du Nord au Sud : les Villards, Châteauneuf (Moulin de la Croix), Montmartin, Vitrac, Barbecot, Villelongue, les Combres et Bapeyras, Pranal, la Brousse, Mioche, la Grange, Rosier, Roure et enfin Banson-Bas. Plus à l'Ouest, les filons de Villevieille et des Isserts (la Vernède) se rattachent à ce type.

Peut-on distinguer une évolution de la minéralisation d'un bout à l'autre de cet impressionnant alignement ? Les échantillons dont nous disposons (une quarantaine) sont trop peu nombreux pour permettre d'établir une zonalité. Bornons-nous à souligner que les minéraux de bismuth (bismuthinite et bismuth natif) n'ont été trouvés dans les dépôts de la phase B qu'à l'extrémité sud du district (Banson-Bas).

De plus la fluorine n'est connue qu'à Blot l'Eglise et Vitrac d'une part, à Villevieille et surtout aux Isserts d'autre part, tandis que l'émargite n'a été reconnue qu'à Villevieille et aux Isserts où la barytine est absente. Il semble donc que le groupe Villevieille-les-Isserts ait une certaine originalité par rapport au réseau filonien principal ; il se rattache d'ailleurs au district à fluorine de St-Jacques d'Ambur, dont le plus beau filon, celui de Martinèche la Barre, a fourni 100.000 t. de spath fluor (Chermette, 1960).

Enfin les sulfo-antimoniures d'Ag et de Pb, qui accompagnent la galène, sont particulièrement abondants, surtout les premiers, à Châteauneuf, à Vitrac, au Rosier et à Villevieille.

Les teneurs en argent des concentrés de plomb extraits confirment la grande richesse en Ag du minerai de Villevieille (1) :

---

(1) On a essayé de ne pas tenir compte ici des teneurs du minerai d'affleurement, lequel est partiellement transformé en cérusite et toujours plus riche en Ag que le minerai sulfuré correspondant.

Chateauneuf	:	3.000 à 5.000 gr. à la t. de Pb
Vitrac	:	3.000 à 3.800
Barbeot	:	1.325
Villelongue	:	1.500
Pranal -filon Henri	:	1.200 à 1.500
- filon St Armand	:	1.500 à 1.800 (entre 70 et 90 m. de profondeur)
La Brousse	:	1.500 à 5.000 (entre 40 et 240 m. de profondeur)
Mioche	:	1.600
la Grange	:	2.500
Roure - filon Agnès	:	2.000 à 2.200
- filon Virginie	:	2.800 à 6.000
Rosier - filon St Joseph	:	3.500 à 5.000
- filon st Denis	:	2.500
Banson	:	3.500 à 5.000
Villevieille	:	5.700 à 10.300 (entre 50 et 85 m. de profondeur)

A ce sujet, il convient de remarquer qu'au delà de la zone superficielle, enrichie par oxydation, la teneur en Ag de la galène évolue diversement avec la profondeur, suivant le filon ou le groupe de filons examiné. A la Brousse par exemple, des teneurs moyennes décroissantes ont été relevées par Lodin (1892) :

- niveaux - 40 m. et - 60 : 5.000 gr. à la t. de Pb (l'affleurement, à la côte 0, donne 6.000 gr.)
- niveaux - 80 et - 100 : 4.000 gr.
- niveaux - 180 : 3.500 gr.
- niveaux - 240 : 1.500 gr.

A Villevieille au contraire, l'Ingénieur des mines donne les moyen-

nes suivantes (sur l'année 1896) avec un maximum accentué à - 85 m. :

- niveau - 20 m.	:	7.940 gr.	à la t. de Pb
- niveau - 50 m.	:	5.870 gr.	" "
- niveau - 70 m.	:	5.720 gr.	" "
- niveau - 85 m.	:	10.340 gr.	" "

Ailleurs la teneur reste à peu près constante sur la profondeur reconnue (Pranal), ou bien elle varie très irrégulièrement (Roure, Rosier)

---

L'examen détaillé des échantillons recueillis permet de donner les résultats suivants concernant les différents minéraux de la paragenèse.

Le quartz de gangue est à grain fin (0,02 à 0,2 m/m) souvent zoné, parfois colloforme et passant à la calcédoine (Villevieille). La barytine, de ton blanc-rosé, accompagnée d'un peu de calcite, est généralement tardive par rapport au quartz et souvent géodique; elle disparaît en profondeur. Il en est de même pour la fluorine de Villevieille et des Isserts. A Vitrac par contre on observe un phénomène noté aussi à Blot l'Eglise par G. Aubert (rapport A. 1448) : le quartz cimente une brèche stérile à éléments anguleux (0,2 à 3 m/m) de fluorine, de barytine et de quartz ancien ; il y a donc au moins deux phases de dépôt de ces trois minéraux, la seconde seule étant minéralisée.

La sidérite a été signalée à Roure, où elle est associée à la galène et à la pyrite (Lacroix, t. IV), à la Brousse et à Pranal avec la blende, enfin à Châteauneuf (Gonnard 1882). La calcite, peu abondante, succède parfois à la sidérite. (Châteauneuf).

Nous avons reconnu l'existence d'un peu de graphite dans la gangue des filons de Villelongue et de la Brousse.

Notons enfin la présence fréquente de fragments de roche encaissante (gneiss, anatezite, granite ou microgranite), altérés et emballés dans le dépôt minéralisé ; ces fragments, parfois très petits (0,1 à 2 m/m), présentent le même type d'altération hydrothermale que la roche d'éponte : biotite décolorée et transformée en muscovite à inclusions d'oxydes de fer, feldspath transformé en dickite, etc...)

La pyrite est assez commune, souvent transformée sur les bords en marcasite. Le mispickel, par contre est toujours rare et en tous petits cristaux ; il a été reconnu à Barbecot, Pranal, La Grange, Roure et Banson-Bas.

La blende ambrée, en petits cristaux souvent automorphes (0,10 à 0,30 m/m) est particulièrement abondante à Barbecot, Pranal, la Brousse et la Grange, mais elle existe partout. Voici quatre analyses spectrographiques semi-quantitatives de blende en provenance de :

	Sb	Ge	Ga	Sn	Cd	Ag	In
Pranal :							
filon Henri	< 300	100	5	12	p	p	p
filon St Mathies	500	150	80	12	p	p	n.d.
la Brousse	< 300	100	5	16	p	p	n.d.

Les teneurs sont exprimées en millionnièmes (n.d. veut dire non décelé).

Signalons que Tl et Co n'ont été décelés dans aucun échantillon. En ce qui concerne Cd et Ag l'analyse spectrographique n'en permet pas l'évaluation semi-quantitative ; nous avons fait faire l'analyse chimique de Cd et Ag sur deux échantillons de blende et obtenus les résultats suivants :

	<u>Cd</u>	<u>Ag</u>	<u>Zn</u>
La Brousse (puits principal)	2.900 g/t	45 g/t	59,5 %
Pranal (filon St Mathieu)	1.300	120	60,1 %

On remarquera que la blende de la phase B est deux fois moins riche en Sn et environ deux fois plus riche en Ge que celle de la phase A (cf. p. 38). Ces différences sont attribuables à l'écart de température qui sépare les deux phases A et B ; elles ne signifient nullement que les deux minéralisations soient d'origine différente. Au contraire l'ensemble de ces chiffres suggère une communauté d'origine qui ne doit pas nous étonner : la minéralisation B prend seulement la suite de A ; A et B sont les deux phases d'un même processus métallogénique.

La galène, la chalcopryrite et le cuivre gris sont généralement associés, et postérieurs à la blende qu'ils moulent et injectent. La galène, souvent zonée (fig. 23), est finement cristallisée (0,10 à 0,50 m/m), toujours argentifère et un peu bismuthifère, même lorsqu'elle est exempte d'inclusions visibles au microscope. Nous avons fait faire le dosage de Bi et Ag dans deux échantillons de galène et obtenu les résultats suivants (en millions)

	<u>Bi</u>	<u>Ag</u>	<u>Pb</u>
Rosier (filon St Joseph)	220	3.000	75,8 %
Roure	< 10	2.300	82,1 %

Un peu d'énargite se rencontre dans la chalcopryrite aux Isserts (la Vernède) et dans la galène à Villevieille.

Le cuivre gris n'apparaît généralement que là où galène et chalcopryrite sont réunis ; il existe en petite quantité (plages de 0,02 à 0,10 m/m) dans tous les échantillons étudiés, sauf dans ceux de la Brousse (où il n'y a pas non plus de chalcopryrite). C'est un cuivre gris antimonisé (panabase), assez riche en Ag, en Zn et en Fe. Celui de Pranal est célèbre (Lacroix, t.II p. 727) par les magnifiques cristaux trouvés jadis, implantés sur la galène ; une analyse ancienne (Gonnard 1882) permet de le rapprocher de la freibergite :

S	:	24,35 %
Sb	:	22,30 %
Cu	:	23,56 %
Fe	:	6,53 %
Zn	:	2,34 %
Ag	:	19,03 %
		<hr/>
		98,11 %

La bournonite est assez fréquente, généralement en minuscules inclusions (0,05 m/m) dans la galène. Nous l'avons rencontrée dans les échantillons de Vitrac, du Rosier, de Roure, de Banson et de Villevieille. Chez Saby la bournonite forme de petites plages (0,40 m/m) à inclusions de pyrite et de chalcopryrite, et injecte la pyrite antérieurement déposée (fig 21) (pyrite appartenant à la phase A). Signalons enfin que la bournonite a été décrite à Pranal (Orcel 1931) en beaux cristaux géodiques, et à Roure (filon Agnès) dans une gangue ba-

rytique (Gonnard, 1882) ; elle était connue aussi à Barbecot, (Fournet, 1828).

La boulangérite,<sup>(1)</sup> en fines inclusions éparses dans la galène, a été reconnue dans les échantillons du Rosier (filons St Joseph et filon St Denis) et de Villevieille. On l'a trouvée aussi aux Combres, dans la galène qui injecte le dépôt minéralisé de première phase. La jamesonite se rencontre de même en petites inclusions dans la galène de seconde phase des Combres et de Bapeyras (fig 22), et dans la galène de Villevieille. Elle est particulièrement abondante à Peschadoire, où R. Pierrot a pu l'identifier aux rayons X sur un échantillon original de Gonnard ; c'est cet échantillon, constitué de jamesonite massive à rares inclusions de mispickel, qui avait été interprété comme zonkénite (Lacroix, t. II, p.691) d'après une analyse partielle où le fer ne figure pas.<sup>(2)</sup>

Pb : 28 %

Sb : 45 %

Ag : 0,5 %

(in Gonnard, 1882)

La pyrargyrite se présente généralement en inclusions de 0,01 à 0,02 m/m dans la galène ; c'est le cas à Vitrac, et au Rosier (filon St Denis), où elle est accompagnée de polybasite. A Châteauneuf (moulin de la Croix), la

---

(1) La présence de Pb, Sb et S dans la proportion  $Pb_5 Sb_4 S_{11}$  a été vérifiée à la microsonde électronique ; on a obtenu : Pb 54,5 % ; Sb 19 %

(2) La microsonde électronique a donné ici :  
Pb 39 % ; Sb 34,2 % et Fe 1,9 %.

pyrargyrite forme, à côté de la galène, des plages atteignant 0,20 m/m (fig 23) et renfermant des inclusions de miargyrite.

Enfin il faut signaler les minéraux d'argent de cémentation : la strome-  
meyérite et l'argentite rencontrées, en association avec la covelline, au  
niveau - 20 de Villevieille<sup>(1)</sup>, l'argentite rencontrée au Rosier (filon St Denis),  
mais il s'agit toujours de plages minuscules (0,05 m/m au plus).

La bismuthinite et le bismuth natif se présentent en inclusions dans la  
chalcopryrite de Banson-Bas (fig 22); dans la galène du même gisement on a quelques  
inclusions de bismuth natif associé à un minéral vivement anisotrope et plus  
réfléchissant que la galène qui semble être la lillianite ( $3 \text{ PbS}, \text{ Bi}_2 \text{ S}_3$ ).  
Généralement le bismuth natif est au centre des inclusions, la bismuthinite  
et la lillianite en occupant la périphérie (l'une dans la chalcopryrite, l'au-  
tre dans la galène). Cette réapparition sporadique des minéraux de bismuth  
de la phase A dans la paragenèse de la phase B mérite d'être soulignée ;  
elle met en évidence l'étroite parenté qui unit les deux phases.

---

(1) sur des échantillons de l'Ecole des Mines, aimablement communiqués par  
H. Vincienne.

D/ CONCLUSION

L'histoire métallogénique de la région étudiée comporte deux épisodes :

1) Un premier épisode avec les filons de quartz à berthiérinite et stibine des deux zones extrêmes du faisceau filonien principal, caractérisés par la présence de mispickel à grain très fin et l'absence complète de sulfo-antimoniures, ces filons portent la trace de nombreuses recouvertures et sont de type mésothermal - épithermal.

On peut les supposer en relation avec des microgranites porphyroïdes d'âge westphalien.

2) Un second épisode, le plus important de point de vue économique et le plus étendu dans le temps, comprend la mise en place successive de trois minéralisations dont la parenté géochimique et minéralogique trahit la communauté d'origine.

Ce sont, tour à tour

- les filons pneumatolytiques à mispickel aurifère prédominant et à schéélite fréquente. Ces filons de quartz, dont la paragenèse est simple, comporte néanmoins des traces de Cu et de Bi. Les plus typiques sont ceux de Tournebise, de Bonnabaud, du Pont de la Mouise.

- les dépôts filoniens de phase A (type catathermal - mésothermal) à mispickel, pyrrhotine, chalcoppyrite, blende, parfois galène, avec bismuthinite, bismuth natif, et stannite fréquents. Ces filons, à gangue de quartz, ont parfois été recouverts et affectés ultérieurement par un dépôt de phase B (Bapeyras, les Combres). Ils forment deux accumula-

tions, en patte d'oie, aux extrémités nord et sud de l'alignement minéralisé principal de Pontgibaud.

- les dépôts filoniens de phase B (type mésothermal - épithermal) des anciennes exploitations de plomb argentifère (Pranal, la Brousse, Rosier, Roure, etc...). Ici la gangue comporte, outre le quartz, de la barytine et, rarement, de la fluorine. La paragenèse montre encore un peu de mispickel, mais ni pyrrhotite ni stannite ; la blende diffère de celle de la phase A par l'absence d'exsolutions, mais présente les mêmes éléments mineurs ; chalcopyrite, cuivre gris et galène sont accompagnés de sulfo-antimoniures divers (bourmonite, boulangérite, jamesonite, pyrargyrite, polybasite) ; la marcasite est relativement abondante à côté de la pyrite. Enfin il arrive que l'on rencontre des minéraux de B1, qui se trouvent ainsi, avec le mispickel, communs aux trois minéralisations successives de ce second épisode.

De Launay supposait que le réseau filonien principal de Pontgibaud Châteauneuf était d'âge tertiaire. Il est en tout cas postérieur aux tufs dinantiens qu'il recoupe à Châteauneuf. Jung (1946) souligne d'autre part que les filons sont "décapités" par la pénéplaine éogène. Ils seraient donc antérieurs à la pénéplanation tertiaire. De même ils sont antérieurs aux basaltes pliocènes, qui les recouvrent près de Pranal.

Enfin nous venons de voir que la minéralisation plombo-argentifère n'est que la fin d'un processus unique qui a commencé avec les filons pneumatolytiques à mispickel aurifère, et se trouve donc en relation probable avec un certain type de granite hercynien (ou, plus précisément post-dinantien).

D'après Bilibin (1955) le processus métallogénique qui fait succéder : mispickel aurifère, paragénoise à stannite, et minerais de plomb, zinc et argent, se rattache aux étapes tardives de l'orogénie, et s'associe à de petites intrusions fissurales granitiques ou granodioritiques. Il n'apparaît que là où s'est développée, aux étapes précédentes (étapes intermédiaires de l'orogénie), une minéralisation en étain et tungstène liée aux granites acides, ce qui est précisément le cas pour cette région du Massif Central, avec le gisement des Montmins et le massif granulitique des Colettes.

Bilibin souligne l'existence de transitions entre les différentes étapes du processus : présence d'un peu de schéélite, de wolfram ou de cassitérite dans les premiers dépôts plombo-zincifères ; présence simultanée de mispickel et de minéraux d'argent dans les derniers. Il signale aussi des récurrences de venue à mispickel, associées à la fracturation des premiers dépôts plombo-zincifères formés ; or le fait a été signalé par Lodin au puits Paul (Roure), où une fracture Est-Ouest remplie de mispickel rejette de 15 m. le filon à barytine et galène appartenant à la phase B.

De telles particularités sont suffisamment caractéristiques pour permettre de placer le second épisode minéralisé de Pontgibaud dans le type I3 de Bilibin (type à  $WO_3$ , sulfures d'étain, arsenic et plomb-zinc-argent), et de le considérer comme tardi-hercynien, en liaison possible avec l'une des roches granitiques filoniennes que nous avons décrites. <sup>(1)</sup>

---

(1) Rappelons que la minéralisation principale de Pontgibaud est très généralement encaissée dans des filons granitiques du même type que le massif intrusif de Gelles ; il était certes tentant d'évoquer ici une liaison génétique, mais il ne faut pas oublier que le granite de Gelles est très probablement antéviséen (présence d'un lambeau transgressif de "tufs anthracifères" à galets granitiques à Augères) ; la coïncidence du granite et de la minéralisation semble due à une cause purement mécanique.

On peut remarquer que le gisement de Freiberg, auquel nous avons fait allusion à propos de la phase A, se rattache au même type, bien qu'il présente avec Pontgibaud des différences importantes : existence d'une phase à pechblende aussitôt après la phase initiale kb ; existence d'une phase ultime à cobalt-nickel-argent. Bilibin, qui ne dit mot de l'apparition éventuelle d'uranium, signale la présence possible, dans le type I3, de minéraux de cobalt et de nickel à la fin du dépôt de Pb-Zn-Ag. Or il faut signaler qu'un échantillon étiqueté Roure provenant de la collection Gonnard, est essentiellement formé de skuttérudite zonée, avec un peu de mispickel et de safflorite (1). La question de l'existence à Pontgibaud d'une phase ultime à cobalt-nickel reste donc posée.

---

(1) La skuttérudite, qu'on appelait autrefois smaltine, avait été signalée jadis par Bouillet (in Gonnard 1882), à Pontgibaud, avec cobaltite et nickélite, mais sans localisation précise.

IV/ TONNAGES ET TENEURS

On n'a sur ces questions, que des renseignements incomplets ou fragmentaires que nous reproduisons ici ; rappelons que les périodes d'exploitation connues ont été : l'antiquité (?), le XVI<sup>e</sup> (vers 1554), le XVIII<sup>e</sup> (vers 1740 ? et de 1781 à 1792) et le XIX<sup>e</sup> siècles (de 1826 à 1897)

Pour cette dernière période, on a les chiffres globaux suivants :

	Tout venant (en tonnes)	Concentré (en tonnes)	Plomb	Argent (en kilos)
1790-92			300	1.500
1838-49	100.000	7.000	1.260	7.652
1853-97	947.921	106.126	50.000 (?)	100.000 (?)

Les deux derniers chiffres ne sont pas certains, bien qu'on parle dans la littérature de concentrés à 50 % de Pb et 1 à 3 kg. d'Ag. à la tonne.

De même nous n'avons le détail de chaque gisement que pour certaines années.

	Pranal	La Brousse	Lagrange-Rosier-Roure
1861			1.000 t. Pb métal et 500 kg. d'Ag.
1871		1.169 tonnes de Pb et 5.250 kg. d'Ag	
1872-73	237	622	570
1874		360 Pb et 700 kg. Ag	600
1886			350
1892			175
1896		250	

On peut cependant raisonnablement tabler sur une production totale de 50.000 tonnes-métal, avec les pourcentages très approximatifs suivants : 20 % pour le quartier Nord, 30 % pour le quartier central et 50 % pour le quartier Sud ; les petits gisements annexes ne comptant pour guère plus d'un millier de tonnes métal (Châteauneuf et Villevieille).

D'après les quelques chiffres reproduits plus haut, les teneurs récupérables du tout-venant étaient, durant la dernière période, de l'ordre de 4 % Pb. Les teneurs en argent varient de 0,5 à 6 kg. à la tonne de plomb, avec une accumulation vers 2 kg.

Notons enfin pour mémoire les productions :

- de spath du district de Saint Jacques d'Ambrur : 100.000 Tonnes environ
- d'antimoine du secteur méridional : 4.000 Tonnes environ.

C O N C L U S I O N S

—————

I/ CONSIDERATIONS GENERALES SUR LA DISPOSITION DES PRINCIPALES  
ZONES PRODUCTIVES DU DISTRICT DE PONTGIBAUD

- 1) - Une dizaine de lentilles ont été exploitées entre Pranal et Roure, soit sur 10 km à peu près en direction Nord-Sud (figure 4). Ce sont :
- Saint-Mathieu et Suzanne-Henri etc... à Pranal
- La Brousse à 3 km au Sud, avec un décalage vers Ouest
- Mioche Nord à 1.500 m. au Sud avec un second décalage vers Ouest
- Mioche Sud à 150 m au Sud du précédent
- La Grange à 400 m au Sud du précédent
- Rosier à 800 m au Sud du précédent
- Virginie et Agnès à 500 m environ au Sud du précédent

Les deux décalages notés peuvent correspondre :

- soit à la présence de trois filons principaux, subparallèles et distants de quelques centaines de mètres, mais où la minéralisation se serait relayée de l'un à l'autre, se déplaçant deux fois vers Ouest en allant vers le Sud
- soit encore à deux failles transversales provoquant le double rejet d'un filon unique vers l'Ouest
- soit enfin à deux inflexions Nord-Est d'un filon unique (cette direction Nord-Est est connue à Pranal et à Roure).

La dernière hypothèse semble la plus vraisemblable mais, quoi qu'il en soit, et si l'on fait abstraction de ces deux lacunes, le gisement de Pontgibaud pris dans son ensemble apparaît comme un filon principal unique, subméridien, à pendage est dans sa partie moyenne et méridionale,

sur 5 km (La Brousse-Mioche-La Grange et Rosier Saint-Joseph), se ramifiant ensuite de part et d'autre, en large patte d'oie vers le Nord (peut-être de Montfermy à Barbecot), en deux ou trois branches plus serrées vers le Sud (filons Saint-Denis, Agnès et Virginie).

De chaque côté, il n'y a eu pourtant que deux branches productives, rapprochées (0 à 250 m.), avec quelques ramifications obliques intercalées ; c'est précisément dans ces deux zones extrêmes que l'on assiste à des inflexions allant jusqu'à Nord 45° Est) ; cette division du filon principal en deux branches est démontrée au Sud (Rosier), et très probable au Nord (Pranal).

Il est intéressant maintenant de dresser un tableau comparatif des longueurs, minéralisées ou non ; en superposant les branches parallèles on obtient sur une distance totale d'une dizaine de kilomètres :

- une longueur minéralisée exploitée de 1.750 m. environ, soit 17,5 % ,
- une longueur tracée en recherches au stérile, mais dans les filons, de 4.300 m.,
- soit une longueur explorée totale de 6 km. environ sur 10, c'est-à-dire 60 %.

En prenant une marge raisonnable de 1 km. de part et d'autre des zones extrêmes, on peut donc dire que la moitié du faisceau filonien principal seulement a été explorée en direction, et considérer qu'il n'est pas exclu, dans l'hypothèse la plus favorable, de retrouver des zones minéralisées d'importance égale à celle des lentilles exploitées. (rappelons, à ce propos, les découvertes relativement tardives du gisement de la Brousse,

qui a fourni quelque 30 % de la production totale, et qui n'aurait été décelé que par des "roulantes" de minerais oxydés, ainsi que du filon Virginie à Roure).

- 2) On a vu que la minéralisation était très généralement en relation, plutôt mécanique que génétique semble-t-il, avec des filons granitiques du type Gelles, dont la puissance peut varier très rapidement tant en direction qu'en profondeur, de quelques décimètres à plusieurs mètres, pouvant même atteindre 30 m et 75 m dans deux cas extrêmes (Virginie à Roure, et Mioche-Sud), où la minéralisation se présente alors en stockwerk avec deux ou trois veines plus riches ; on peut cependant attribuer une puissance moyenne de l'ordre du mètre avec un rendement métal moyen de 4 % environ, sur l'ensemble de la zone filonienne productive (on signale des puissances réduites en galène de 15 à 50 cm à Rosier, pouvant atteindre 50 cm à 1 m au filon St-Georges, et même 2 m de galène massive à la jonction Saint-Georges.- Saint-Léopold à Roure).

On a constaté que la minéralisation s'appauvrisait et disparaissait en direction, en même temps que se réduisait la puissance du filon granitique ; à la limite, subsistait un simple filet argileux ou quartzeux entre des épontes gneissiques.

- 3) La minéralisation, plus ou moins oxydée, est affleurante ou subaffleurante dans toute la région ; la topographie assez régulière sur le plateau (cotes 750 à 800 m présente une brusque dénivellation de quelque 200 m dans la vallée de la Sioule au Nord. Le tableau suivant rend compte des cotes connues des divers gisements :

Gisements		Cotes des affleurements	Cote inférieure minéralisée	Cote extrême atteinte
Pranal		560 - 600	480 environ	480 environ
La Brousse		765	570	525
Mioche	Nord	790	730	710
	Sud	750	650	625
Lagrange		750	650	625
Rosier	St Denis	760	710	690
	Principal	750	650	630
Roure	Agnès	750-800	500 (stérile) de 575 à 660	500
	Virginie		650	525

Ces chiffres sont difficiles à interpréter : dans la plupart des cas, la minéralisation est connue des affleurements (quelle que soit leur cote), jusqu'à une profondeur d'une centaine de mètres, à l'exception de la Brousse où l'on a une colonne affleurante de 200 mètres de hauteur (et une annexe cachée d'une centaine de mètres aussi), et de Roure (Agnès), où une nouvelle zone minéralisée apparaît en profondeur, après un hiatus de 75 m., à la même cote que Pranal.

- 4)- La minéralisation semble indépendante de la direction filonienne Nord-18°-Ouest à Nord-45°-Est pour les filons principaux ; Nord-30°-Ouest pour le croiseur Virginie), du pendage (généralement fort vers l'Est, à l'exception des deux branches extrêmes de part et d'autre (Saint Mathieu au Nord, Virginie au Sud), et du pitch des colonnes, (apparemment vertical en général, parfois vers Nord (La Grange, ou vers Sud : Pranal, La Brousse)
- 5)- Les filons productifs peuvent se croiser entre eux, avec (Virginie) ou sans rejet (Henri, Saint Mathieu), mais on a noté dans le Sud qu'ils seraient décrochés légèrement par des croiseurs, soit stériles (Virginie), soit à mispickel (Argentelle)
- 6)- Les minerais ont presque toujours une structure massive, et ne sont jamais rubannés. Ils renferment très souvent, en particulier dans la partie nord (Pranal, la Brousse), de nombreux fragments anguleux de granite ou de gneiss empruntés aux épontes ; mais aucune structure en coarde ne se forme autour de ces fragments. Dans la partie sud (Lioche, Roure) un dispositif fréquent est celui de veinules en stockwerk dans le granite filonien, dont la forme irrégulière fait succéder coincements et recouvrements aussi bien en direction qu'en profondeur. Jamais le stockwerk ne se développe dans les gneiss encaissants.
- 7)- La minéralisation comporte une importante suite de minéraux allant du wolfram à l'argentite, en passant par mispickel, stannite, bismuthinite et galène largement prédominante. La gangue dominante est le quartz, accompagné de barytine et parfois de sidérite. Il est impossible d'isoler, dans la succession paragénétique d'ensemble, des groupes correspondant à

des venues différentes. Force est donc d'admettre qu'il s'agit d'un même dépôt hydrothermal dont les phases se succèdent, du catathermal à l'épithermal, à la faveur de déformations pratiquement continues.

Ce gisement, qui présente des analogies avec Freiberg, se rattache très probablement aux étapes tardives de l'orogénie hercynienne.

II/ PROGRAMME PROPOSE

Les données, surtout documentaires, que nous avons exposées peuvent être présentées sous forme d'un tableau mettant en parallèle les différents éléments nous permettant de conclure à l'éventualité d'une reprise des recherches dans le secteur de Pontgibaud.

ELEMENTS POSITIFS	ELEMENTS NEGATIFS
Faisceau filonien important	Minéralisation limitée en "colonnes" espacées.
Production notable dans la partie méridionale de ce faisceau	Travaux miniers considérables effectués dans ces zones
Solutions de continuité importantes des recherches minières entre les trois zones productives, et de part et d'autre; d'où possibilité de gisements cachés à la prospection classique, sous le recouvrement	Prospection de surface apparemment sérieuse et exploitation souterraine approfondie des filons dans les zones minéralisées et au delà
Présence de haldes possiblement riches en Zn	Appauvrissement de la minéralisation en profondeur
	Importantes venues d'eau et de gaz

On peut conclure :

- d'une part que les lentilles minéralisées connues ont été soigneusement dépilées et leurs abords reconnus,
- d'autre part qu'il existe encore dans le secteur de Pontgibaud une possibilité d'existence de zones minéralisées cachées sous le recouvrement.

D'ailleurs la reprise des anciens travaux serait beaucoup trop onéreuse pour une découverte, hautement improbable, de minéralisation en profondeur. Les mêmes arguments sont valables pour une campagne de sondages, dont l'importance nécessaire serait disproportionnée avec les chances de réussite.

Mais il reste, dans la région géologiquement favorable de Pranal à Roure, soit sur une quinzaine de kilomètres en direction, la place pour des lentilles minéralisées de même importance (10 à 15.000 tonnes-métal) que celles qui ont été exploitées à Pranal, La Brousse, Rosier et Roure :

- d'une part au delà de la Sioule, au Nord de Pranal
- entre Pranal et La Brousse (hiatus de 2 km.)
- d'autre part au Sud de Roure (hiatus du même ordre entre Argentelle et SAYSoubre).

On a ainsi défini trois zones de 2 km. en direction, pour la recherche de lentilles minéralisées pouvant avoir de 100 à 500 m de long sur quelques mètres de largeur.

C'est là, à notre avis, un cas typique pour une prospection microchimique, les gisements connus dans toute la région arrivant pratiquement jusqu'à l'affleurement.

Aux trois secteurs ci-dessus représentant 1.200 prises d'échantillons à la maille 100 x 50 m., nous avons ajouté une petite zone en prolongement nord du filon principal méridional, à l'Ouest de La Brousse (figure I7).

Le total représente 14 à 1.500 échantillons, soit une dépense de l'ordre de 20.000 N.F.

Nous précisons enfin qu'il ne s'agit pas, dans cette prospection, de retrouver le prolongement des filons connus, suffisamment bien jalonnés pour apparaître en géochimie, mais bien d'y découvrir des zones lenticulaires plus riches, qu'il faudrait préciser ultérieurement à une maille plus serrée.

BIBLIOGRAPHIE

Archives B.R.G.M., départementales (Préfecture de Clermont-Ferrand), Nationales (F14, 8030, 8102, 8103 et 8104) et du Service des Mines.

AUBERT G. et CONTAMINE L. (1958).- Concession d'antimoine de Nades (Allier) Rapport d'étude, B.R.G.M., A.1401.

AUBERT G. et BURNOL L. (1958).- Recherche de Plomb et Zinc de Blot l'Eglise. Rapport inédit B.R.G.M., R.4002

AUBERT G. (1958).- Programme de sondages à Blot l'Eglise. Rapport inédit B.R.G.M., R.4000.

AUBERT G. (1959).- Résultats de la campagne de sondages de Blot l'Eglise (Mai - Décembre 1958). Rapport inédit B.R.G.M., A.1448.

AUBERT G. et BURNOL L. (1959).- Note inédite sur la schéclite de Tournebise

BEAUSOLEIL (Baronne de) (1640).- La restitution de Pluton, in Anciens Minéralogistes de Gobet (p. 363)

BILLIBIN I.A. (1955).- Provinces métallogéniques et époques métallogéniques, Moscou, Gosgeol.tekhizdat, trad. S.I.G., n° 1521.

CAILLAUX A. (1875).- Tableau général et description des mines métalliques et des combustibles minéraux de la France - Paris.

CHERMETTE A. (1927) - Le spath fluor dans le Massif Central - Autun.

CHERMETTE A. (1950) - L'exploitation du spath fluor en France au cours de la période 1938-1949. Rev. Ind. Min. Saint-Etienne.

DAUBREE A. (1868) - Aperçu historique sur l'exploitation des métaux dans la Gaule. Revue archéologique, t. 17 (Avril 1868).

DAUBREE A. (1881).- Aperçu historique sur l'exploitation des mines métalliques dans la Gaule (notice supplémentaire). Revue archéologique.

GEOFFROY J. (1955).- Métallogénie de l'antimoine dans les aires hercyniennes françaises. Bull. Assoc. Anc. Elèves Géol. Appl., Nancy.

GONNARD G. (1882).- Notes minéralogiques sur les environs de Pontgibaud. Mem. Ac. Sc., Belles-Lettres et Arts de Lyon, t. 26

GUENYVEAU M. (1822) - Notice sur les mines anciennement exploitées auprès de Pont-Gibaud, département du Puy-de-Dôme. Anc. Mines, t. VII

JOURDE G. (1958).- Etude géologique de la partie centre-nord de la feuille d'Ussel (Corrèze). DGP Clermont-Ferrand

JUNG J. (1946).- Géologie de l'Auvergne et de ses confins bourbonnais et limousins. Mem. Carte Géol. France. Paris.

- LACROIX A. (1913) - Minéralogie de la France et de ses colonies - Paris (5 vol.)
- LASSERRE A. (1951) - Les terrains cristallins de la partie sud-est du plateau des Combrailles. Rev. Sc. Nat. Auv., vol. 17.
- LAUNAY L. (1913) - Gîtes minéraux et métallifères, t. I et III, Paris.
- LE MONNIER M. (1739) - Des mines de l'Auvergne, in Anciens Mineralogistes de Gobet, t.II p.529.
- LODIN M. (1892).- Etude sur les gîtes métallifères de Pontgibaud. Ann. des Mines, 9<sup>e</sup> série, Mém. t I.
- MELOUX J. (1955).- Etude géologique de la partie orientale du massif de granite de Gueret (Creuse) - D.G.P. Clermont-Ferrand.
- MORIN P. (1952).- Antimoine, in géologie des gîtes minéraux marocains - XIX<sup>e</sup> Congr. Geol. Int. Rabat.
- N'DIAYE I. (1955).- Etude géologique du plateau cristallin à l'Ouest de la Chaîne des Pays entre la Sioule et la Dordogne. D.G.P. Clermont-Ferrand.
- ORCEL J. (1931).- Etude microscopique de quelques minerais métalliques du Massif Central. Congrès Soc. Sav., Clermont-Ferrand, p. 177.
- RICHARD J.-(1938).- Etude de la série cristallophyllienne renversée de la vallée de la Sioule aux confins de l'Auvergne et du Bourbonnais. Revue Sc. Nat. Auv., vol. 4, fasc. 1. Clermont-Ferrand.
- RIVOT M. et ZEPPENFELD M. (1850).- Description des gîtes métallifères, de la préparation mécanique et du traitement métallurgique des minerais de plomb argentifères de Pontgibaud. Ann. Mines, 4<sup>e</sup> série, t. XVIII, Paris.

Figure 1

# CARTE DE SITUATION ET CADRE GÉOLOGIQUE DE PONTGIBAUD

- Terrains volcaniques
- Oligocène de la Limagne
- Houiller et tufs anthracifères
- Terrains granitiques
- Schistes cristallins
- Gites et indices Filoniens connus

(Terminologie de la carte géologique)

Echelle : 1/200 000

0 2 4 6 8 10 km

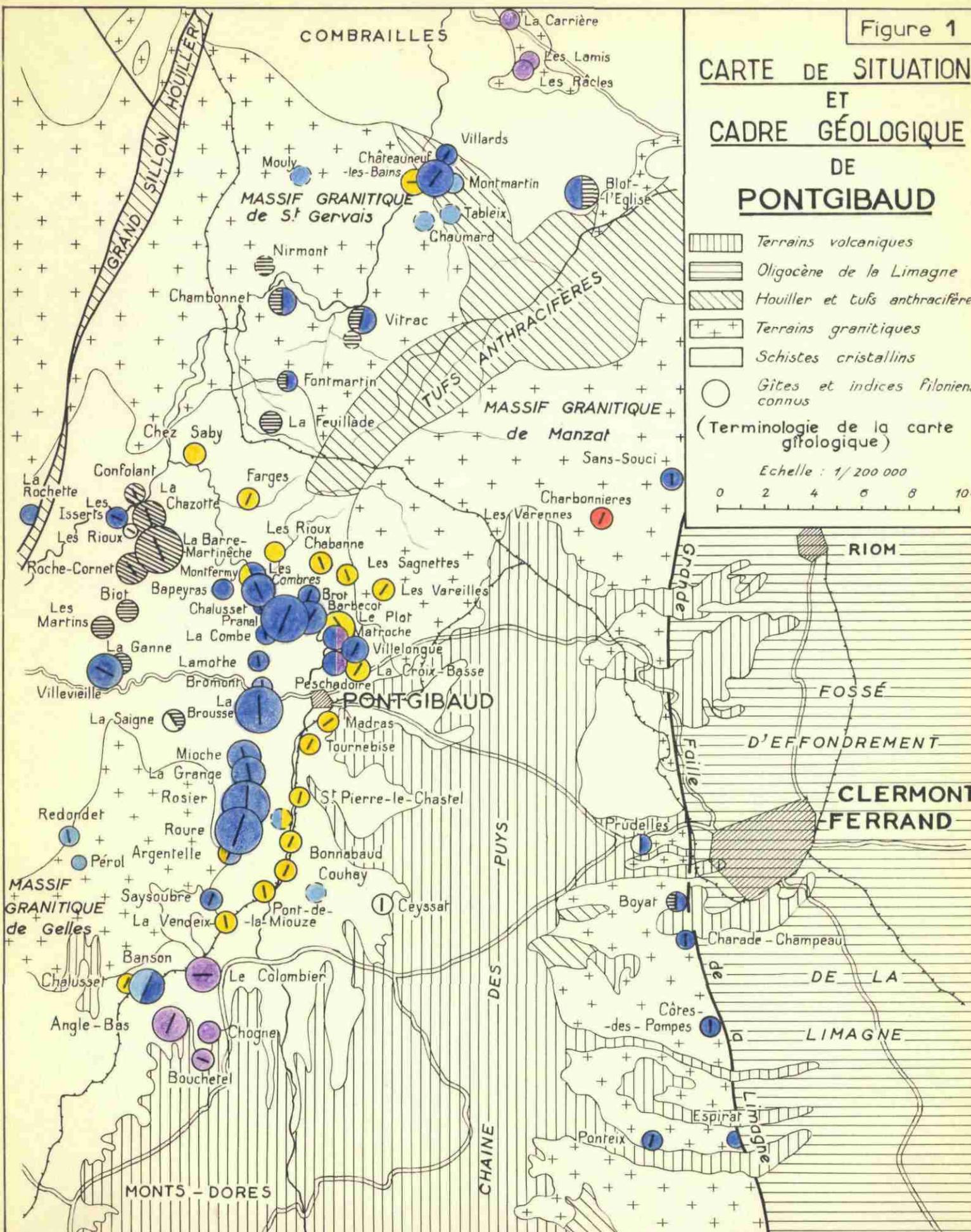
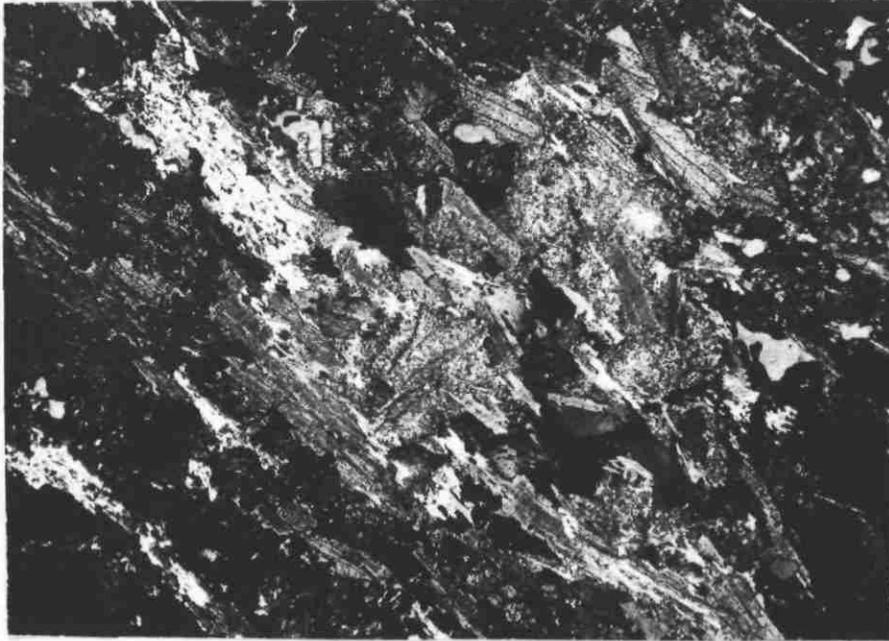
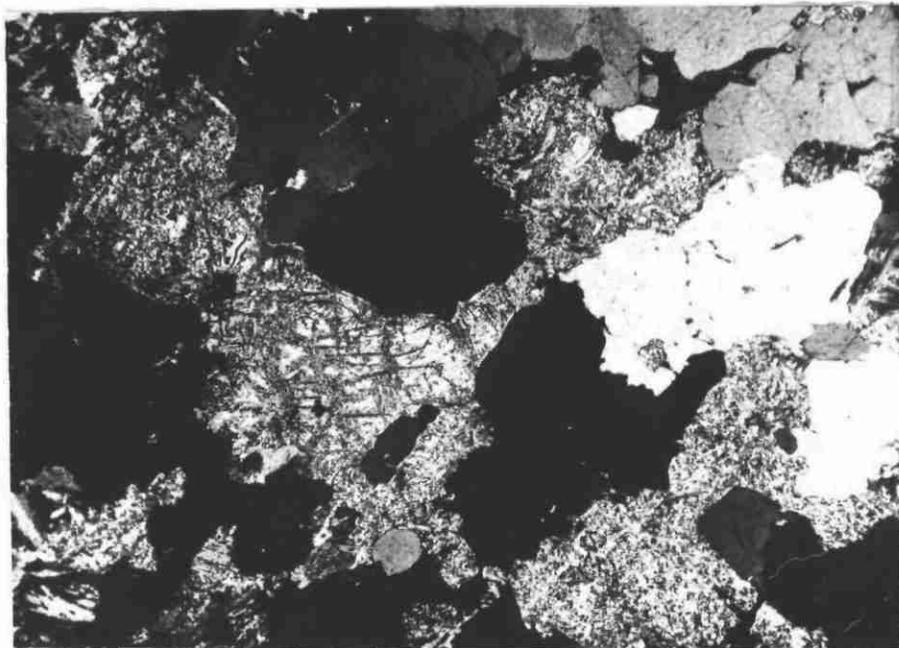


Figure 18

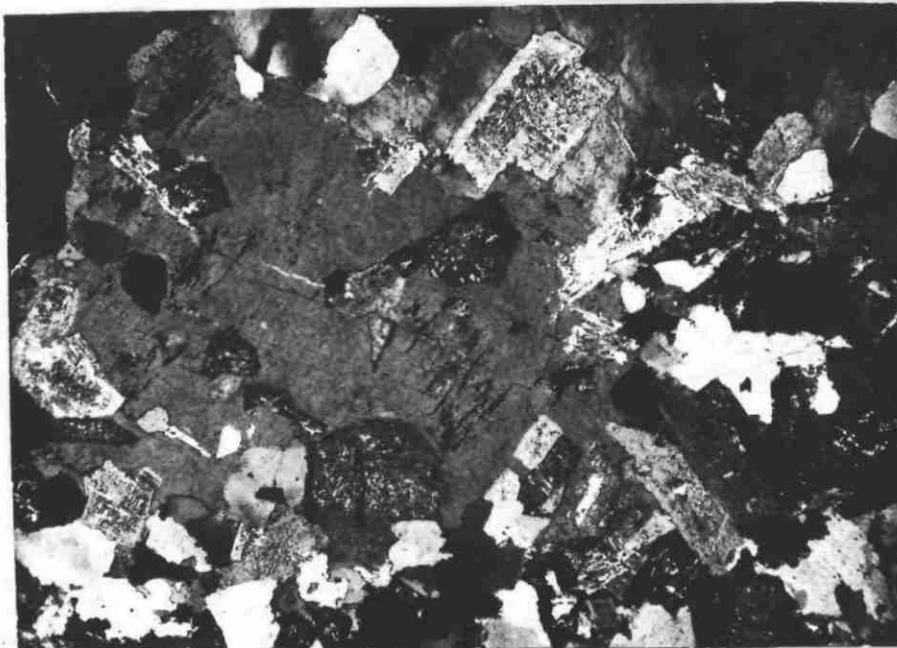


La Brousse, puits principal - Gneiss à biotite et cordiérite -  
La cordiérite, entièrement altérée en pinite (plages chagrinées), se  
développe au contact de la biotite (plages grises, clivées, paral-  
lèles entre elles), en même temps qu'un peu de muscovite (plages  
blanches, allongées) - LM A 1940, nicols croisés, gr. 35

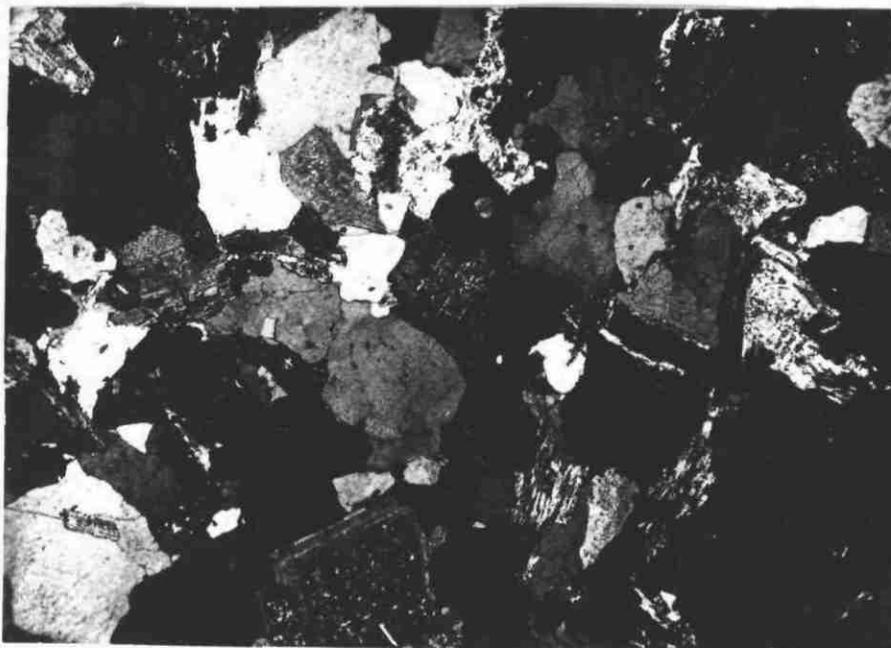


Roure, route - Anatexite à cordiérite - On voit surtout la cordiérite,  
altérée en pinite et le quartz ; mais la structure granoblastique est  
typique d'une anatexite, et très différente de celle du gneiss ci-  
dessus - LM A 1961, nicols croisés, gr 35

Figure 19

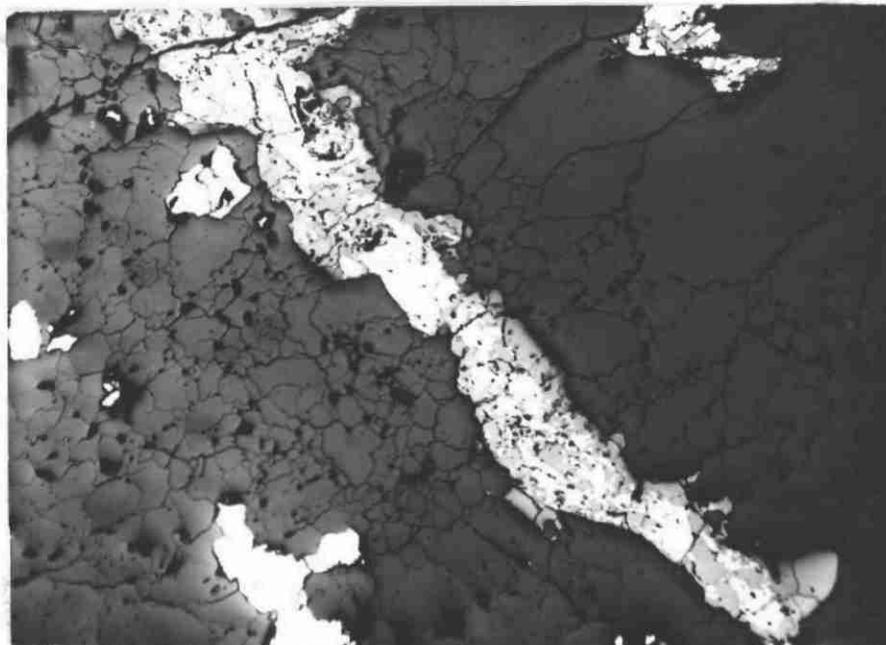


Pont de Villelongue - Granite filonien de type Manzat - Plagioclases automorphes et zonés, quartz et biotite altérée se détachent sur un fond de microcline perthitisé, qui les englobe poecilolithiquement - PM A 1982, nicols croisés, gr. 35

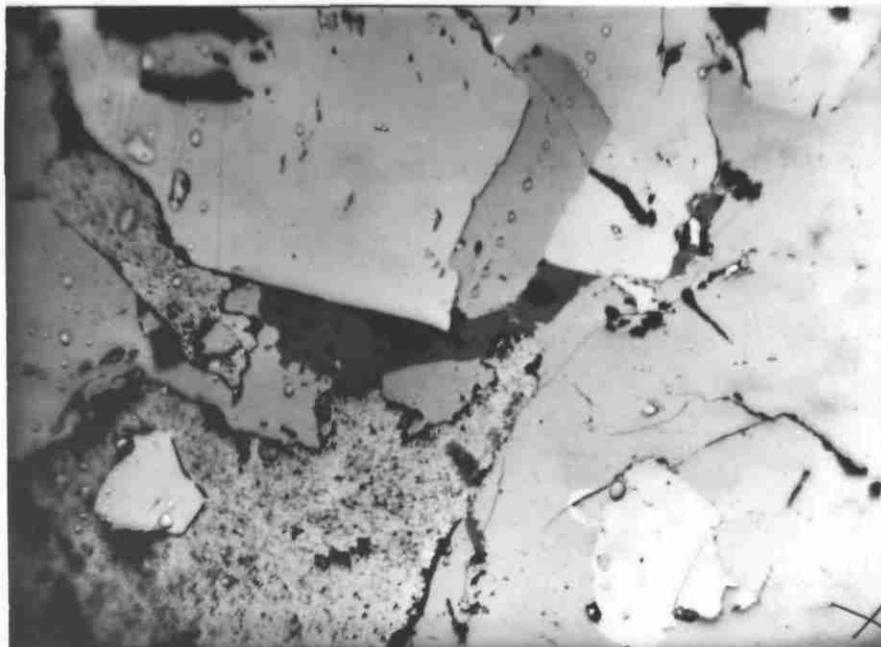


Mioche, puits - Granite filonien de type Gelles - La structure est équigranulaire, et tous les minéraux sont xénomorphes. On reconnaît, outre le quartz et les plagioclases, des associations de biotite, muscovite et cordiérite altérée - PM A 1948, nicols croisés, gr. 35

Figure 20



Moulin de Chabanne - Minéralisation de phase A - Etroite bande de wolfram (en blanc) et scheelite (en gris), au sein d'un dépôt de quartz à mouches éparées de mispickel (à gauche) et de pyrite partiellement limonitisée (à droite) - SP 1188, lum. nat., gr. 47

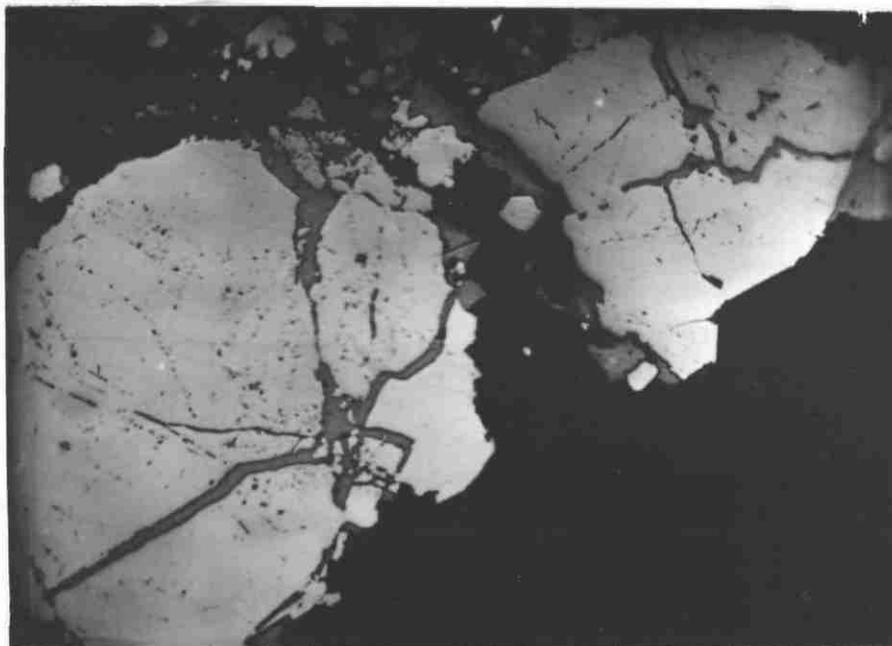


Redondet - Minéralisation de phase A - Petite plage de stannine (gris sombre, au centre) entourée de chalcopyrite (gris clair). Grandes plages de mispickel (en haut) et de pyrrhotine transformée en pyrite (en bas, à gauche). Noter la présence de bismuth natif (blanc) en inclusions dans la chalcopyrite, près des contacts avec le mispickel - SP 1333, lum. nat., gr. 200

Figure 21

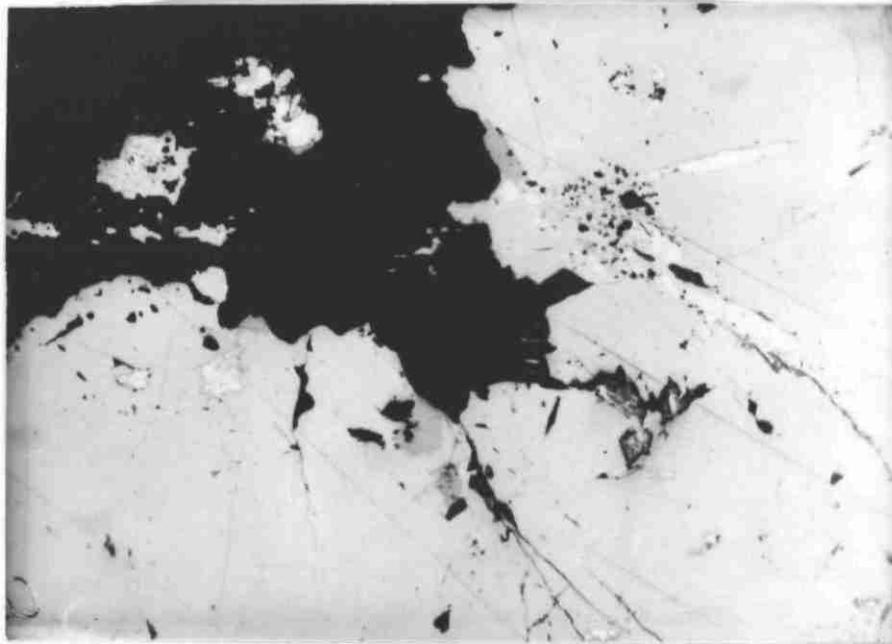


Chez Saby - Minéralisation de phase A - Blende à exsolutions de chalcopyrite, entourée de quartz. SP 1185, lum. nat., gr 140



Chez Saby - Minéralisation de phase B - Pyrite disloquée et injectée par de la bourmonite (gris sombre) associée à un peu de chalcopyrite (gris clair, au centre) - SP 1.185, lum. nat., gr.140

Fig. 22



Banson bas - Minéralisation de phase B - Petites plages de bismuth natif (blanc), associé à un peu de bismuthinite (gris clair), dans la chalcopyrite et dans le quartz ; deux ou trois plages de cuivre gris (gris sombre) dans la chalcopyrite. SP 1028, lum. nat., gr. 140

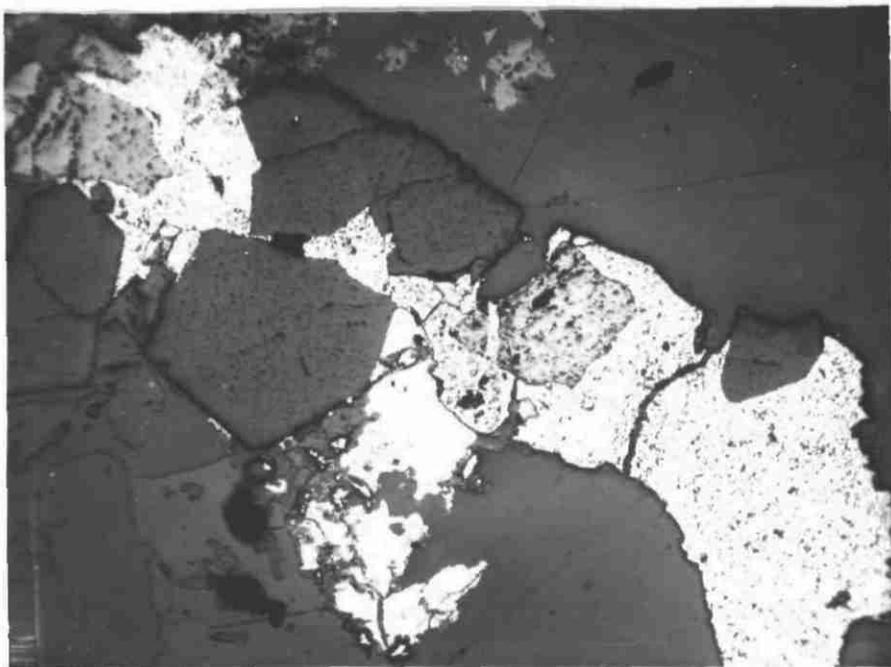


Bapeyras - Minéralisation de phase B - Jamesonite (gris clair, pléochroïque) injectant pyrite disloquée. La galène (en haut, à droite) accompagne la Jamesonite. SP 1244, lum. nat., gr. 47

Figure 23



Villevieille - Minéralisation de phase B - Galène zonée (échantillon prélevé dans la zone d'oxydation, et non attaqué sur section polie). SP 1007, lum. nat., gr. 47.



Chateauneuf (moulin de la Croix) - Minéralisation de phase B - Au centre : pyrargyrite (gris très pâle) associée à la galène (blanc) et à une gangue de calcite (en haut et en bas). Dépôt antérieur disloqué de pyrite (mal polie), blende (grise) et quartz SP 1013, lum. nat., gr. 47.

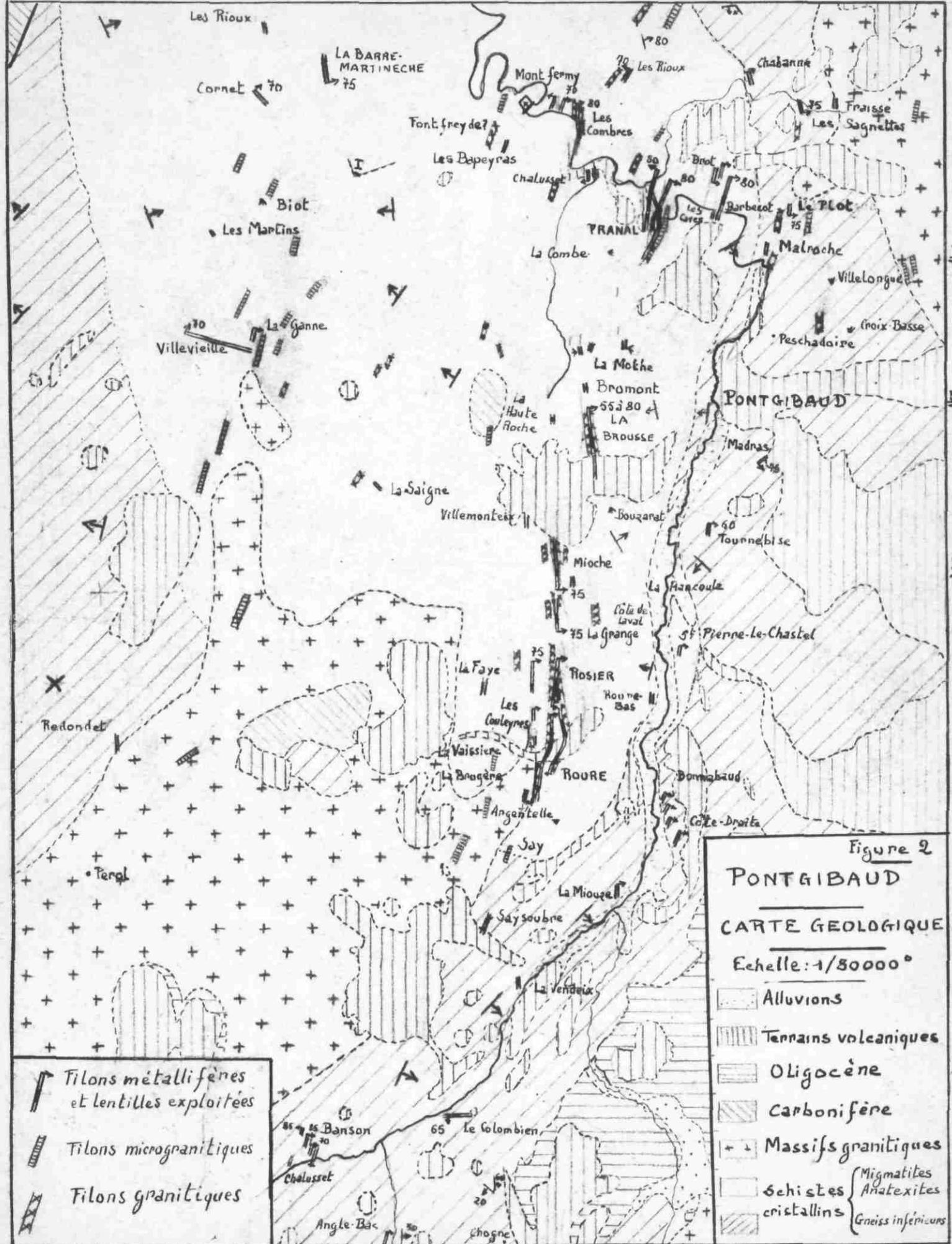


Figure 2  
**PONTGIBAUD**  
 CARTE GEOLOGIQUE  
 Echelle: 1/50000°

- Alluvions
- Terrains volcaniques
- Oligocène
- Carbonifère
- Massifs granitiques
- Schistes cristallins
- Migmatites
- Anatexites
- Gneiss inférieurs

- Filons métallifères et lentilles exploitées
- Filons microgranitiques
- Filons granitiques

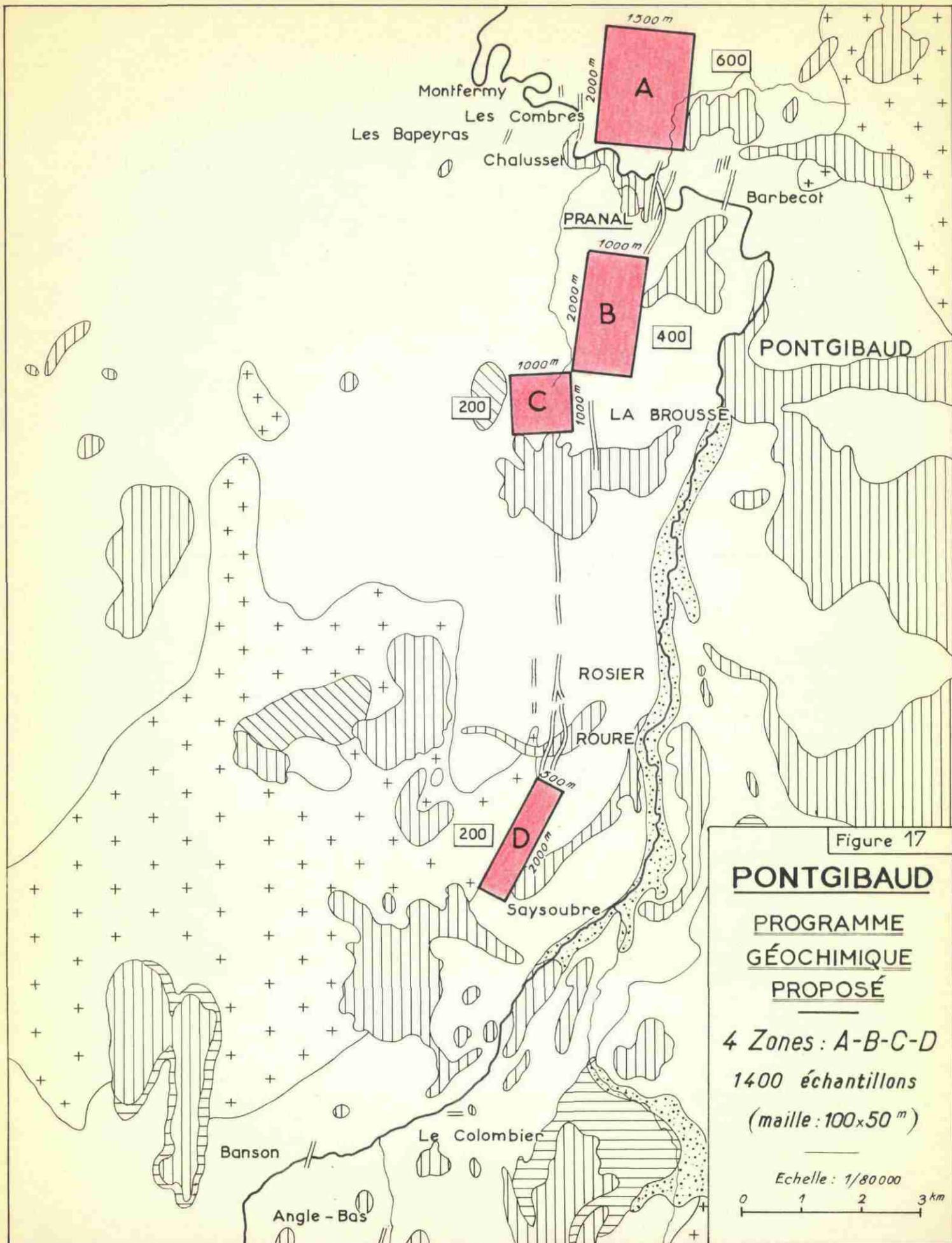


Figure 17

**PONTGIBAUD**

**PROGRAMME  
GÉOCHIMIQUE  
PROPOSÉ**

**4 Zones : A-B-C-D**  
**1400 échantillons**  
**(maille : 100x50 m)**

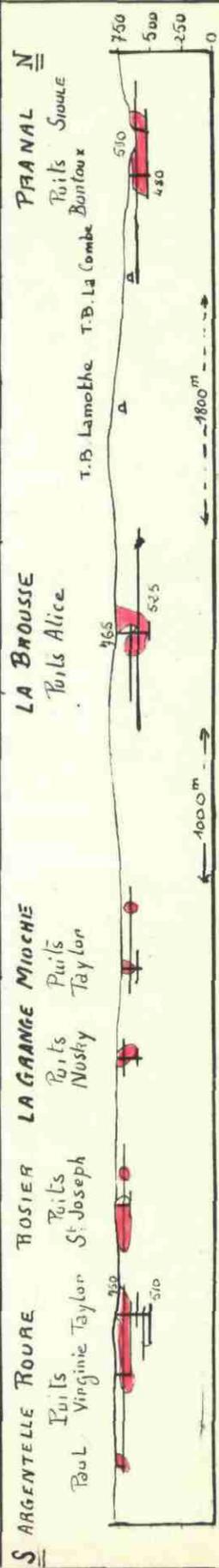
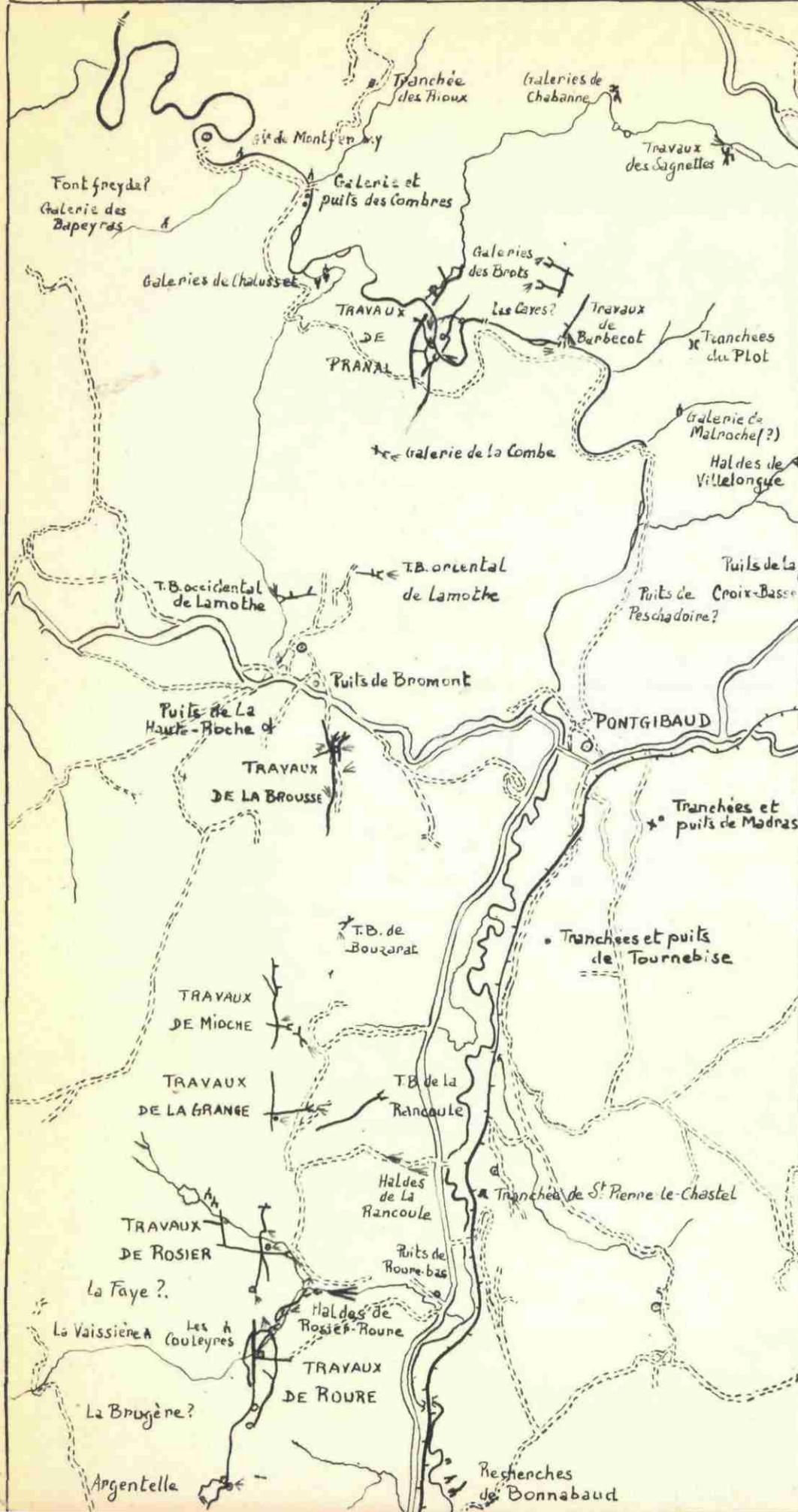
Echelle : 1/80000





Figure 4  
PONTGIBAUD

Travaux principaux du district  
Echelle: 1/50000°



## GITES ET INDICES DU DISTRICT DE PONTGIBAUD

## PARTIE SEPTENTRIONALE DU FAISCEAU FILONIFÈRE CENTRAL (ENTRE COMBRAILLES ET VALLEE DE LA SIOULE)

Groupe	Filon	Direc- tion	Pendage	Puissance moyenne	Longueur explorée	Colonnes exploitées				Gangue	Minéralisation		Teneurs	Epoque	Travaux Miniers		Observations diverses
						Hauteur	Long.	Puis.	Pitch		principale	accessoire			Données docum.	Etat	
Saint	Mouly									Q	Pb ?	Zn ?		1897	galerie dans ruisseau de Cubes non re- trouvée		
Servais	Nirmont	N - S								Q	Ba						feuille Gannat
Saint	Chambonnet	N 10 E		1 m	20 m	10 m				Q	Ba	B. G		1897	tranchées et galerie ouvertes		
Saint	Fontmartin	N-S(?)								Q	Ba				pierres volantes		
Saint	Le Feuillade	N-S(?)								Q	Ba						
George	Forges	N N E		2 à 3 m						Q	(Mispickel)			1907-09	tranchée		
C H A T E A U N E U F	Villards	(N N E	60° E	1m,50	50 m	30 m				Q Ba	Galène	B P C			galeries et puits		
		(NW-SE	NE							Q	Mispickel				tranchée		
L E S	Chateaucuf (stockwerk)	(N N E	75 à 80° ESE	1 à 50cm	60 m	50 m		qq cm	Q - Ba - Brèche carbonates	Galène	B P C Ag	30 % après 3 à 6 lavage	1880-90	5 galeries 2 puits éboulés Puits du Bac	Prod. 1000 t à 30 %		
		(E W		qq cm					Q	Mispickel	B.P.G.			Affleurement dans un poulailler du			
B A I N S	Montmartin	NNE		30 cm	50 m	25 m	20 m	30 cm	Brèche de tuf Ba	Galène	Pyrite	40 % 3	1880-90	tranchée et puits			
	Tableix	NNE							Q	(Pb ?)							
	Chaumard	faulle N10W									(Pb ?)						Feuille Gannat
	Vitrac (2 filons parallèles)	N30E	70° E	1 m à 1m,50	200 m	50 m			Brèche Q - Ba Fl	Galène	BPG - Ag	5 à 6% 0,5 à 3	1897 1926	galerie inférieure "des Malines" 2 galeries - tranchées	Prod. 10T à 6%		

## GITES ET INDICES DU DISTRICT DE PONTGIBAUD

## FAISCEAU FILONNIEN PRINCIPAL (PARTIE SEPTENTRIONALE)

Groupe	Filon	Direction	Pendage	Puissance moyenne	Longueur explorée	Colonnes exploitées				Gangue	Minéralisation		Teneurs		Travaux Miniers		Observations	
						Hauteur	Longueur	Puissance	Pitch		principale	accessoire	Pb	Ag	Epoque	Données		Etat actuel
L E S	Combres	N 15 E	75	2 à 3m ou 20cm						Q	B P G	Mispickel Boulangérite	3 à 3,5	XVIII <sup>e</sup> 1827-28	2 galeries (18 et 28m) 3 puits de 20 m 3 puits de 12 m	visibles	20 T minéral	
C O M B R E S	Montfermy Les Rioux	N - S (?)								Q Q	Pyrite Mispickel	Misp (Galène?)		1855 1888 1917-28	reprise tranchées rive dr. galerie 61 m avec bure tranchées ?	éboulée		
	Chalusset	NE ou N15E ?		40 à 50 cm	15 à 20m						galène		3 à 8		galerie de 15 à 20m	ouvertes	1 ou 2 filons ?	
	Fontfreyde				16 m					siliceuse	B - G		1917-27		galerie de 16 m			
	Bapeyras	NNE à NE								siliceuse	B P G	Mispickel Jamesonite	1917-28		galerie de 42 m	ouverte	plan	
B A R B E C O T	Barbecot	N 40° E	80° SE	60 cm à 2 m	600 m	50 m	100m	1m,60 ?	S ?	Brèche microgran. Q - Ba	E.P.G.	Cu-Mispickel Bournonite	3 à 4	XVIII <sup>e</sup> 1830-44 1853-63	2 niveaux 0 et 27 Puits Ste-Barbe 40m Puits Léontine avec niveaux -20 et -35	éboulés	plan et coupe	
	Brot	N N E	E	40 à 60 cm	120 à 180m	20 m				Brèche granitique Q - Ba	P.G.		0,5	1854-60	2 TB avec tracages	éboulés plan	2 filons	
	Les Cavea												1917-27		galerie de 42 m		si = Couchard	
	Henri	N 40° E	80° SE	0,6 à 1 m	600m +	50	100m	1 à 1,5	S		G	Bournonite vers l'in- tersection Henri St-Armand	1829-1844 1854-94	2 galeries d'écoul. Puits St-Martin et Chalard avec niv.-20,-50,-70				
	Saint-Armand	N 5 à 30 E	vert. à 75° E	0,3 à 0,8	150 m		100m		S	Brèche granitique Q, Ba	(P) G		8 à 12%	1,6 à 2,5	1854-94	Puits Bontoux niveau - 90 de 75m		Réunion des 3 filons vers Sud N 45 E exploré au niveau 0 sur 300 m Eau : 160m <sup>3</sup> /h 1140m
	Saint-Felix	N 5° E	E		60m } à } 500m				S				10 %	1,5		niveau - 50		
	Amantine	N 5° W	65 à 70° E	0,5 à 2 m			100m +		S	Br. gran. (Q) - Ba	(P) G		8 à 20%	2,5 à 3,5				
	Suzanne veine est	N 10° W N 20 à 45 E	70°	0,4 à 0,8			100m 200m			Br. gran. Q - Ba	(B.P.) G,		8 %	2,5	1858	niveaux 0, -50, -70		
	Saint-Mathieu	NE à NS	65 à 80° W	0,6 à 1,2	1200m	{ 100m 90m	500m 150m	0,6 à 1,2	N ?	Br. gran. Q	(B.P.) G	Bournonite Tetraedrite	5 à 6 %	1,8 à 2,5	1861	niv.-50,-70 et -110 Puits St-Georges -90		CO2 Affl. Chabanne à 500m au N Sioule
	La Fontaine	N 40 E			50m										1829-44	galerie de 50 m		
	Jour de l'An	N 40 E													1829-44			
	La Combe	N - S		0,5 à 0,6	20m					Br. gran. Q	B.G.	Mispickel	0,5 à 0,6	1880	galerie de 20 m		filon entre PranaletChalusset	
L A	Lemothe	{ 1 NS 2 N10W 3 N40E		0,5 à 1 0,6	40m 26m 15m	8m				veine argilueuse Arg. Q - Ba Arg. Q (Ba)	G G G		0,5 0,3 0,3	1885-88	2 TB de 200 et 330m et allongements		prol. La Brousse?	
B B O U S S E	Bromont	N 10 W								Arg. Q				1887	P. de 30m et TB de 45m		prol. La Brousse à 300 m N	
	La Brousse	N 6 à 12 W	55 à 30° E	granulite 15 à 20m v. toit 0,3 à 0,5 v. mur 0,8 à 1,5	1000m x 40m	{ N 210m 200m N à 40m S 100m 300 à 0	0,3 à 3m 0 à 3 m	N N		granite (au toit et au mur de laquelle 2 veines Q) Brèche Q - Ba (Ca) gneissique	(B.P.) G		6 à 12,5%	1,5 à 6	1862-96	Puits Basset 140 m  Puits Alice 240 m Niveaux 0 à 240 Puits d'aérage 100m		2 colonnes se réunissant à - 130 Rech. à -140 450mN et 750mS
	Tuileries			0,5 à 1	200m	25 m				Q	Fe (sérusite)			1868	Puits et galerie		ProL. Mioche	

## GITES ET INDICES DU DISTRICT DE PONTGIBAUD

PARTIE ORIENTALE ET MERIDIONALE (RIVE DROITE DE LA SIOULE ENTRE CHAPDES - BEAUFORT ET ROCHEFORT)

Groupe	Filon	Direct.	Pendage	Puissance moyenne	Long. explorée	Colonnes exploitées				Gangue	Minéralisation		Teneurs	Travaux Miniers		Etat	Observations diverses
						Hauteur	Long.	Puis.	Pitch		principale	accessoire		Epoque	Données doc.		
C H A P D E S - B E A U F O R T	Chabanne	NNW	ENE	50cm à 1m	50 m	20 m	50 m	99 cm		Quartz	Mispickel	(Pyrite Cu, Au (Ni?) Bi, W	1906	TB 17m avec all. de 25m Gal. de 29 m 3 trench. 1 puits	Ouverts	10 à 15 T minéral	
	Les Sagnettes (stockwerk)	NS&NNE	75 E	0 à 4 m	200 m	15 m	6 m	4 m		Quartz	Mispickel (Chalcopyr.)	B.P.G. Ag, Au (Sb?) Sn, Bi		réseau de galeries de 650 m	ouvertes	200 à 300 T minéral	
	Frayse									Quartz	Mispickel						
	Les Vareilles	NE - SW	Subvertical	80 cm						Quartz	Mispickel	P.C. Sn	1903	puits de recherche	éboulé		
	Le Plot	N 10 E			100 m	15 m		50 à 60 cm		Quartz	Mispickel	B.P. Ag, Au (Cu, Ni (?) Bi, Sn		2 tranchées		100 T minéral	
	Malroche	NNE		1 à 2 m						Brèche, Quartz	Pyrite	PGC (Sb ?)		galerie	éboulée		
	Villelongue	NE-SW		80cm à 1m, 50	20 à 25m	30 m				Brèche, quartz	Blende (galène)	Pyrite	1884	2 gal. et puits	éboulés		
	Peschadoire				12 m						Jamesonite	Ag	5	puits et gal.	introuvables		
	Croix basse	NE-SW								Quartz	Mispickel	Pyrite		petit puits	éboulé		
	Madras	NE-SW	75 à 80° E	80 cm	100 m					Quartz	Mispickel	P.C. (Au)	1886	4 tranchées et puits	visibles		
P O N T G I B A U D	Tournebise	N - S	60° W	1m, 25		30 m				Quartz	Mispickel	Au, Cu, W	1914	tranchée, gal. 23m	déblais		
	St-Pierre-le-Chastel	N 10 E		1 m						Quartz	Pyrite	Mispickel (W, Sn ?)	1923-24	descenderie 9m puits de 30 m	tranchée de qq mètres	visible	
	Bonnebaud (5 filonnets)	N N E	70° E	80cm à 2m, 50	10 à 127m	40m				Quartz	Mispickel	Pyrite (Au)	1909-12	TB de 105m gal. de 66 et 127m p. de 40 et 15m	déblais		
	Pont de la Miaize	N S	70 E	1 m	10 m					Quartz	Mispickel	Au (W, Sn, Bi)	1886	TB et traçage 6 m	visible		
	Couhay									Quartz	Blende (?)						
	Ceyssat	N S								Quartz	Mispickel	Pyrite (Sb?)		2 galeries	déblais		
	La Vendeix	N S								Quartz	Pyrite	Mispickel	1904	petites gal.	ouvertes		
	Le Colombier	E W	60-70° S	1 à 7m	500m	100m	70m	0 à 7m	W	Quartz, Ankérite	Stibine Berthiérinite	Mispickel	10 à 30% Sb 0,5 à 2% As	1905-18	9 niv. traçages 2 puits	déblais	Prod. 7600T minéral venue d'eau 30m <sup>3</sup> /h
	Angle-Bas	NNE croiseur NE	E	1 à 2m	300m	80m	100m	1 à 2m	NE	Quartz	Stibine Berthiérinite	Pyrite Mispickel		1780-1850 1906	3 gal. 1 puits 2 gal. et 1 TB	déblais	Prod. 360T " 30T minéral
	Chogae										Stibine			2 gal. 18 et 60m		" 0 T, 5	
S	Bouchetel	E-W (?)	N (?)	1 m	qqm					Quartz	Stibine		1906	gal. de 70 m			

TABLEAU VI

	Cassitérite	Wolfram	Scheelite	l'Blingite	Mispickel	Pyrrhotite	Pyrite	Chalcopyrit	Stannite	Cubanite	Valleriite	Bismuthinit	Bismut mati	Cosalite	Blende	Cuivre gris (parabase)	émergite	Galène	Bourmonite	Boulangérit	Jamesonite	Pyrrargyrite	Miargyrite	Polybasite	Marcasite	Stromeyerit	Argentite	Quartz	Cordiérite	Muscovite	Rutile	Béryline	Fluorine	Sidérite	Calcite		
<u>Partie occidentale</u>																																					
les Isserts								+							+	+	+	+																+			
Pontaurmur					+		+	+							+				+			+															
Villevieille							+	+							+	+	+	+	+						+		+	+							+		
Redondet					+	+	+	+	+				+	+	+										+		+	+									
<u>Faisceau filonien central</u>																																					
Villards							+	+							+	+		+							+									+			
Moulin de la Croix					+		+	+								+			+				+	+		+								+	+		
Croiseur de Chateaneuf					+	+	+								+				+																		
Montmartin							+												+																+		
Vitrac							+	+							+	+			+				+											+	+		
Chez Saby							+	+							+	+			+																		
Bapeyras					+		+								+				+						+												
Les Combres					+	+	+	+			+				+	+			+		+																
Barbecot					+		+	+							+	+			+						+										+		
Villelongue							+								+				+														+				
Pranal					+		+	+							+	+			+						+									+	+		
La Combe					+		+								+				+																		
Peschadoire					+																	+															
La Brousse							+								+				+																+	+	
Mioche							+	+							+	+			+																+		
La Grange					+			+							+	+			+																+		
Rosier, filon St-Joseph							+								+	+			+	+	+				+										+		
" St-Denis							+	+								+			+	+	+		+	+		+									+		
Roure, filon Agnès					+		+								+				+	+					+										+	+	
" Virginie					+		+	+								+			+	+					+										+		
Les Couleyres					+	+	+	+	+			+	+	+																						+	+
Roure Bas					+		+																												+		
Argentelle	+				+	+	+	+	+			+				+									+										+		
Banson bas					+		+	+				+	+	+	+	+			+						+										+		
Chalusset de Banson					+	+	+	+											+																+		
<u>Alignement oriental</u>																																					
Chabanne		+	+		+	+	+	+				+	+																						+		
Les Sagnettes					+	+	+	+	+	+			+		+	+									+									+			
Les Vareilles					+	+	+	+	+						+	+									+												
Le Flot					+	+	+	+	+			+			+										+												
Malroche					+	+	+	+											+						+										+		
la Croix Basse					+		+																												+		
Madras					+		+	+				+																							+		
Tournebise					+		+									+																			+	+	
Bonnabaud		+	+		+		+																												+	+	
Pont de la Miouse	+	+	+	+	+		+	+				+	+												+									+			
Rosier haut					+		+		+																										+		
Ceyssat					+		+																												+		
Banson moyen et haut					+	+	+	+	+						+										+										+		

PONTGIBAUD - Tableau récapitulatif des paragenèses des filons étudiés autres que ceux à stibine et berthiérine

NB : On n'a pas indiqué les minéraux d'oxydation, ni les minéraux de cémentation, à l'exception toutefois de la stromeyerite et de l'argentite.

## GITES ET INDICES DU DISTRICT DE PONTGIBAUD

## PARTIE OCCIDENTALE (ENTRE LE SILLON HOULLER ET LE FAISCEAU FILONNIEN PRINCIPAL)

Groupe	Filon	Direct.	Pendage	Puissance moyenne	Long. explorée	Colonnes exploitées			Gangue	Minéralisation		Teneurs	Epoque	Travaux Miniers Données Doc.	Etat	Observations diverses
						Hauteur	Long.	Puis.		Pitch	Principale					
PONTAUMUR	La Rochette				15 m	recherches sans résultat			Q	Galène				Galerie		
	Torbay	NNE					d°	-	Q	Pyrite	BGC Mispickel Jamesonite			Tranchées		trois filons (+ Ussel)
	L'Auvergne						d°	-	Q	Galène						
SAINT-JACQUES	Chez Saby	NNE			37 et 70m		d°	-	Q	Pyrite-blende	Chalco-bour nonite			2 galeries		tranchée route
	Confolant	NNW	Subvertical	1 m	25 et 75m		d°	-	Q - Ba	Fluorine	Galène			2 galeries	ouvertes	
	Les Isserts	(NNE NW-SW)		1m à 1m,50	200m					Q - Fl	Galène	Blende Chalcopryrite	vers 1860	3 gal. 1 puits 1 tranch. 2 TB (St-Jean et Magasin)	inaccessibles	
				1m,70	150m	reconnaissance en cours			Q	Fluorine	Galène		1945-60	2 sondages descenderie	en cours	affl. à 100 m au SE
	Les Rioux	N 15 W		50cm à 1m,40	80m	simple traçage sur 80m			Q - Ba	Fluorine			1945	galerie	ouverte	affl. à 250m N (stock de 150 tonnes)
	La Chazotte	N 25 W	60 à 70° E	2 m	150m	36 m	15 m	4 m	Brèche Q	Fluorine	Pyrite	85% Ca après triage	1940-45	TB, traçage et puits (prod. 3.800 tonnes)	ouvert	Prolong. possible du filon La Barre à 1500m au SSE
	La Barre-Martineche	N 10 W	75° E	60cm à 2m,60	400m	50 à 70m	100 à 150m	1 à 3m,50	Brèche-argile quartz	Fluorine	Pyrite	55 à 70% CaF <sub>2</sub>	avant 39 1945-47 (Prod. 100.000 tonnes)	Puits avec traçage 100.000 tonnes)		
Roche-Cornet	NW-SE	65 à 75° NE	1 à 2m	50m	35 m	12 à 24m	1 à 2m	Q	Fluorine		70% CaF <sub>2</sub> après triage	1938-41 (Prod. 7170 tonnes)	Puits de 44m et traçages			
DAMBUR	Biot					recherches sans résultat			Q	Ba						
	Les Martins	(NW-SE NNE)					d°	-	Q Q	Ba Pyrite				tranchée		Feuille Ussel
	Le Bost-Salmondèche						d°	-		Pb ? Sb ?	Ag					Arch. départ.
	La Gaune	NWE-SSW	ESE				d°	-		Ba (?)				descenderie	ouverte	
	Villevieille	WNW-ESE	70° NNE	20cm à 1m,50	1500m	85m	150m	60 à 70cm	Silice-Q (Ba, Fl)	Galène	BGC Ag	8 à 12 % Pb 1 kg Ag t.	1865-71 1878-81 1833-98 1926-29	P. Ste-Hélène ou St-Joseph 4 niveaux: 10,20, 40,60 P. St-Paul 85m 4 niv. 20,50,70,85 G. du Tessoux 600m	noyés fermés	Production moins de 1000 t. métal
GELLES	La Saigne	NNW-SSE		50cm à 1m		recherches sans résultat			Q - Ba	Galène	(Ag)	2 à 2,4	1880	2 puits inclinés de 20 m		
	Redondet	N 10° W		1 à 2m,50	250 à 300m		d°	-	Q	Chalcopryrite	B.P.M. Sn- Bi			tranchées et 3 TB		
	Perol						d°	-	Q	Mispickel	(Au)					N'Diaye

Figure 6

SECTEUR OCCIDENTAL

Plan et coupe  
des anciens travaux  
de VILLEVIELLE

Echelle: 1/5000°

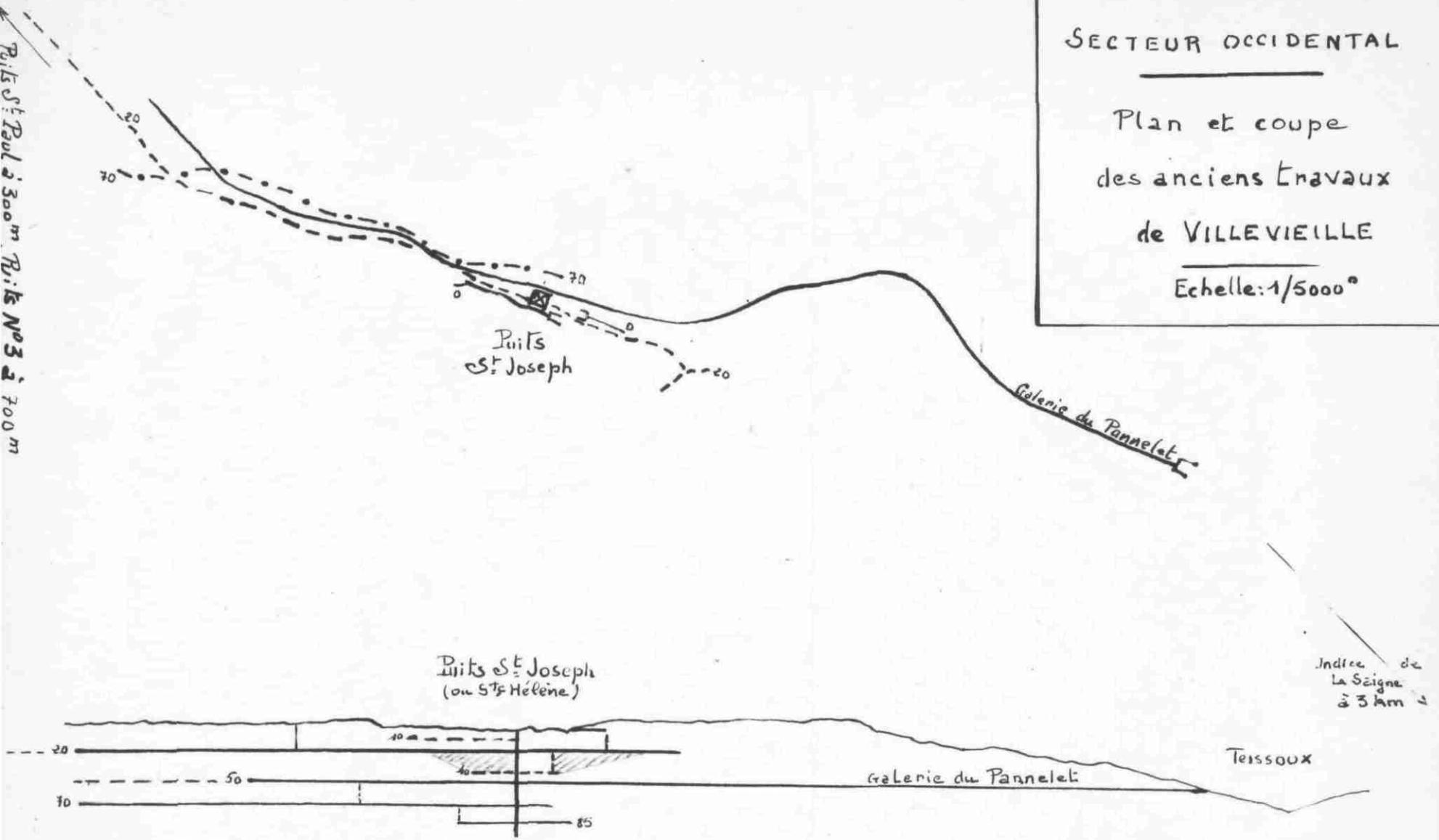
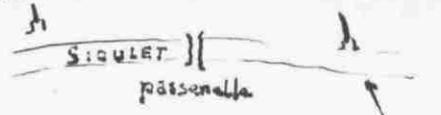
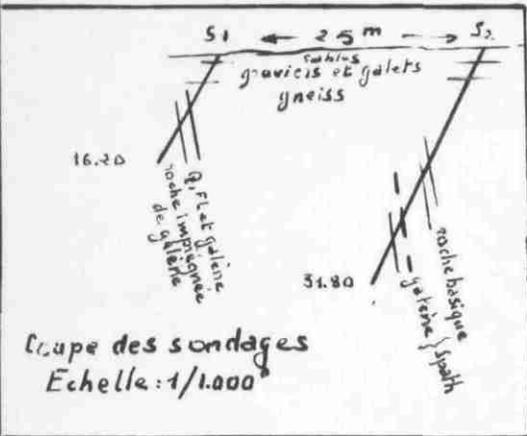


Figure 5

SECTEUR A FLUORINE  
DE  
SAINT-JACQUES D'AMBUR

Plan de situation  
des travaux  
Echelle: 1/5.000°

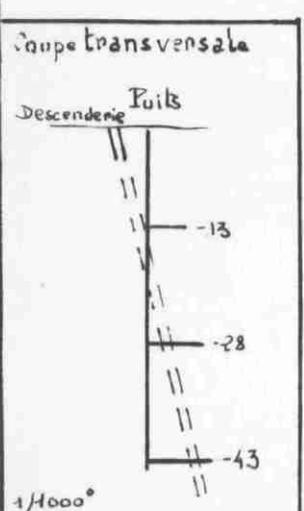
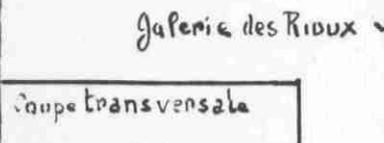
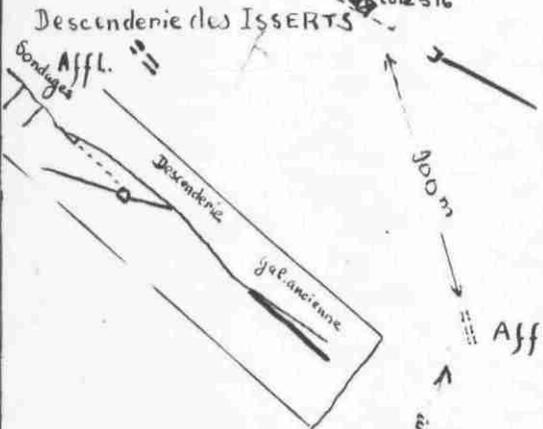
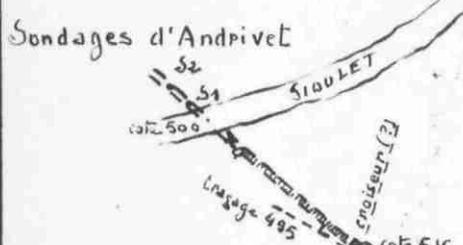
Galeries de Coazolant



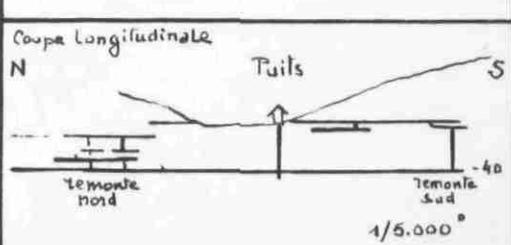
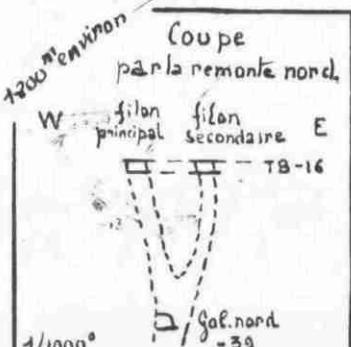
T.B. de LA CHAZOTTE

1000 m  
environ

2000 m  
environ



Puits de CORNET



N25W  
50 à 70°

# COUPES SCHEMATIQUES

## A TRAVERS LA FORMATION DE SCHISTES CRISTALLINS

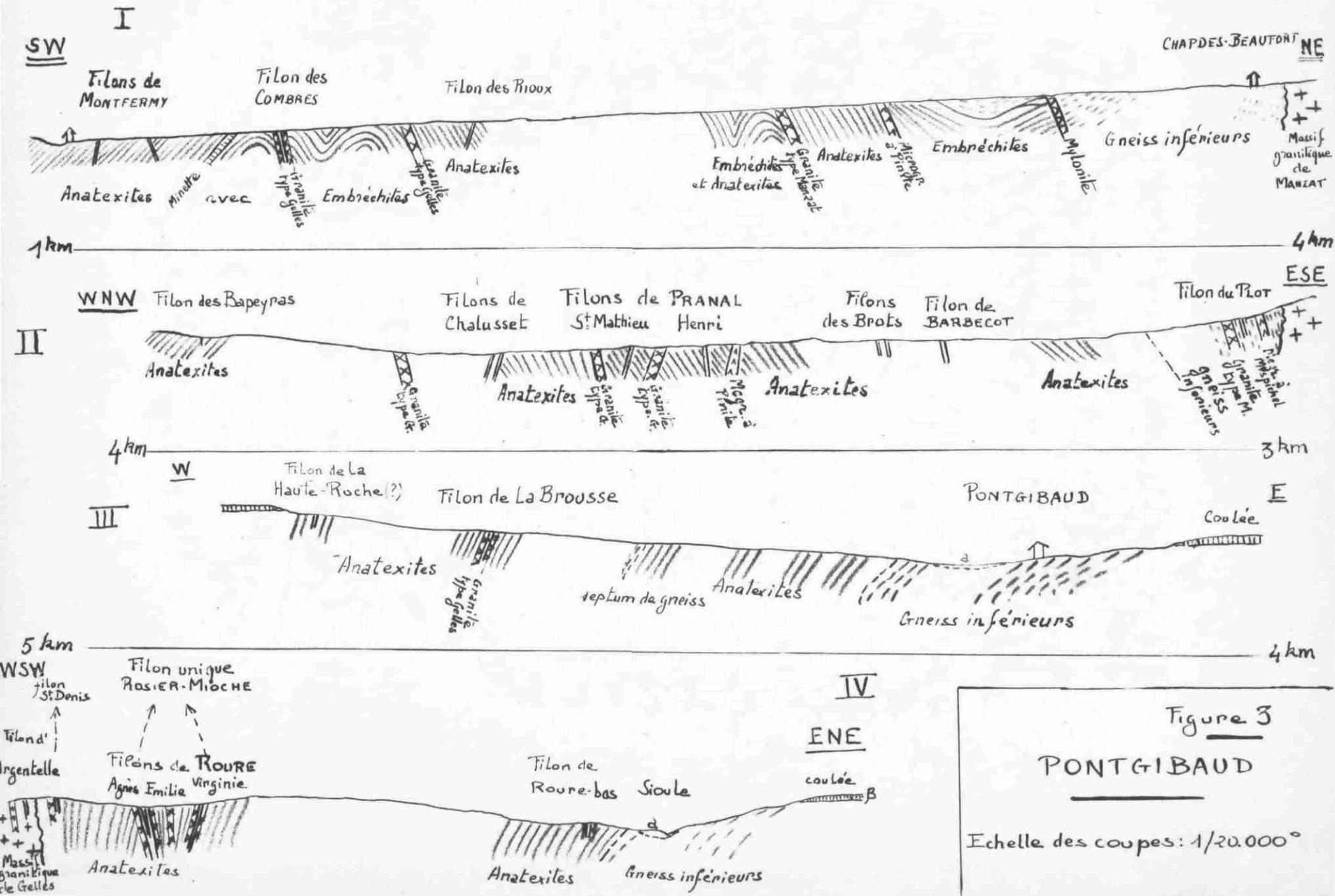


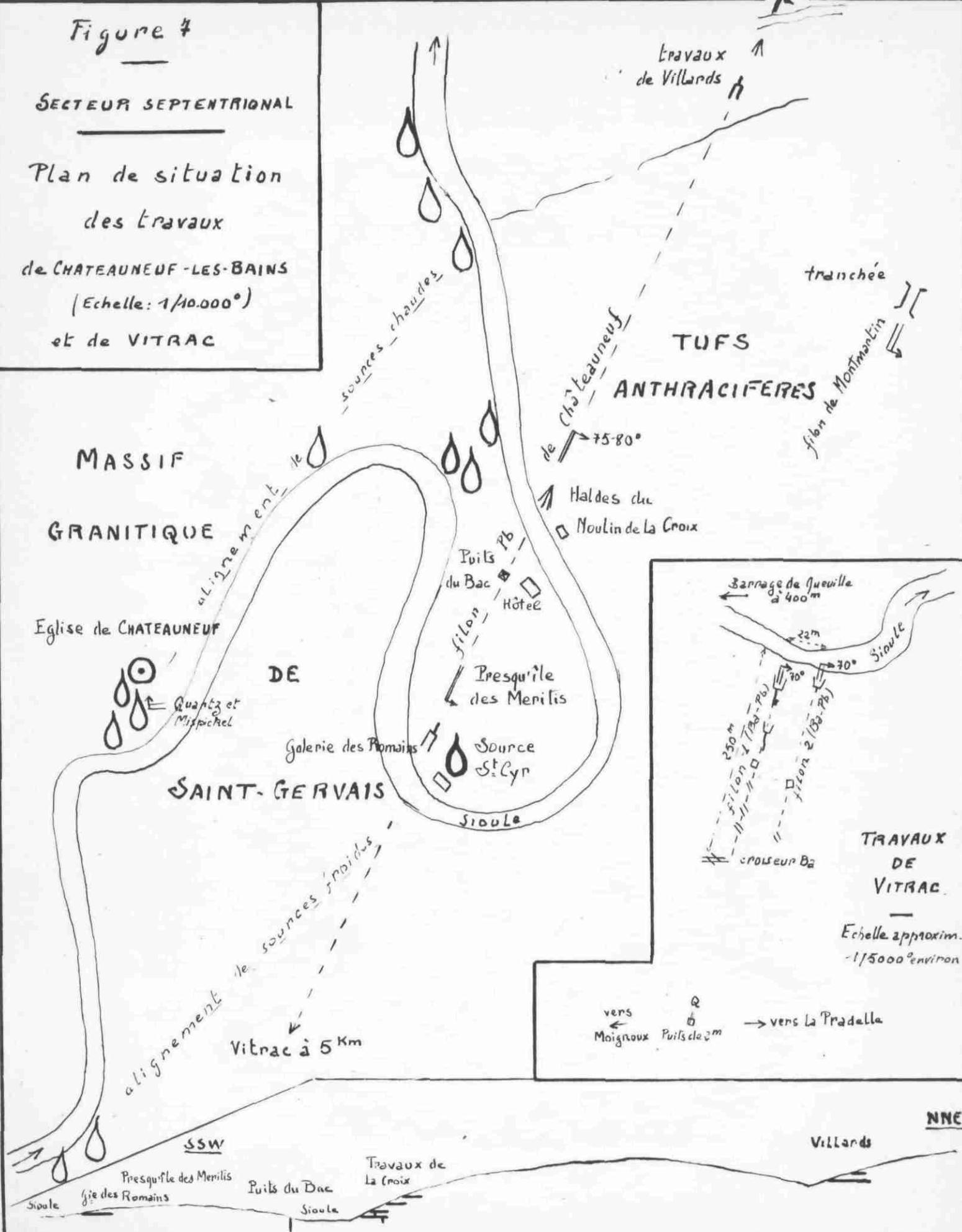
Figure 3  
**PONTGIBAUD**  
 Echelle des coupes: 1/20.000°

Figure 4

SECTEUR SEPTENTRIONAL

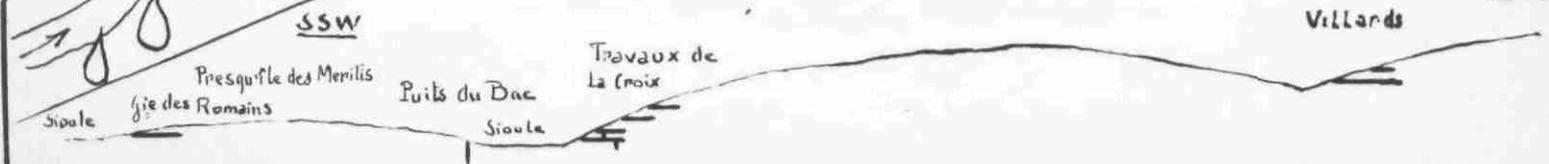
Plan de situation  
des travaux

de CHATEAUNEUF-LES-BAINS  
(Echelle: 1/10.000°)  
et de VITRAC



Echelle approxim.  
1/5000° environ

NNE



PONTGIBAUD

Schéma général du groupe septentrional du faisceau filonien principal

Echelle: 1/20 000e

Les dimensions des lentilles sont données dans l'ordre : longueur x hauteur x épaisseur.

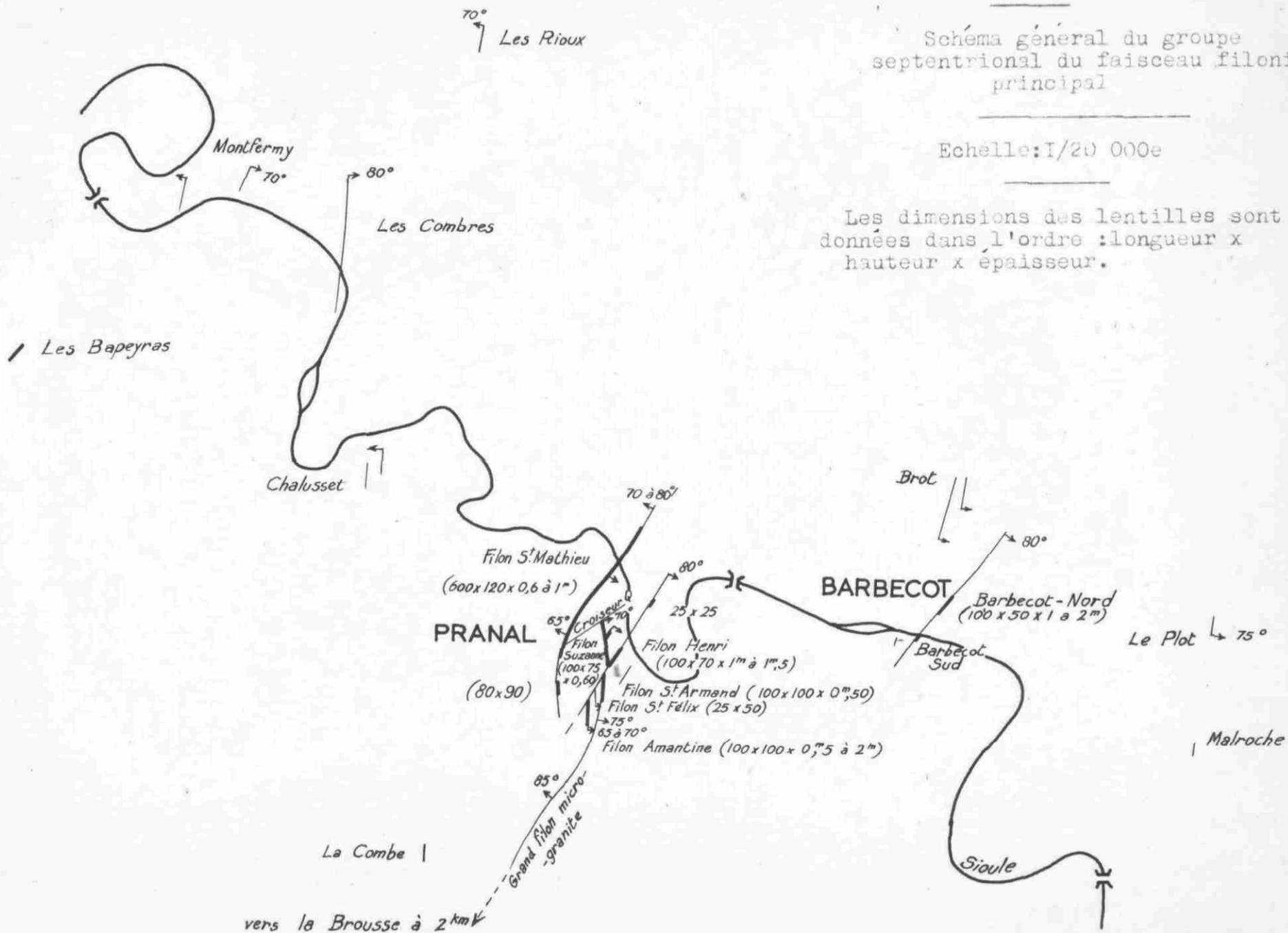


Schéma général du groupe méridional du faisceau filonien principal

Echelle: 1/20 000e

Les dimensions des lentilles sont données dans l'ordre: longueur x hauteur x épaisseur

longueur x hauteur x épaisseur

MIOCHE

vers Puits de la Haute-Roche à 2km

Filon Q stérile Mioche-Ouest

Colonne Mioche-Nord (70 x 50 m x 0,60)

Stockwerk Mioche-Sud (100 x 80 m x 0 à 75 m)

Filon Mioche-Est

70 à 80°

175 m

75°

Colonne La Grange (100 x 100 m x 0 à 6 m)

550 m

ROSIER

Filons Q stériles (40 x 40 x 0 à 1,5)

Filon St Denis

70 à 80°

Filon St Marc ou St Hélène (60 m de profondeur)

(80 x 80 x 0 à 2 m)  
Filon du Puits

(400 x 100 x 1 à 3 m)

Premier Croiseur (50 x 60 x 1 m)

Grand Marchepied (25 x 80 x 2 m)

} Filon n°3 ou B

85°

Filon Caroline

80°

Filon St Georges - St Léopold (50 x 80 x 0,5 à 5 m)

St Marie (100 x 100 x 0,75)

80° Filon Emilie Agnès

(500 x 60 x 3 à 4 m)

Stockwerk Virginie (150 à 200 m x 80 à 100 m x 0 à 30 m)

La Vaissière

Filon croiseur (100 x 60 m)

Croiseur stérile (rejet 40 m)

Virginie-Sud (270 x 60 à 80 m x 0,5)

ROURE

Massif granitique de Gelles

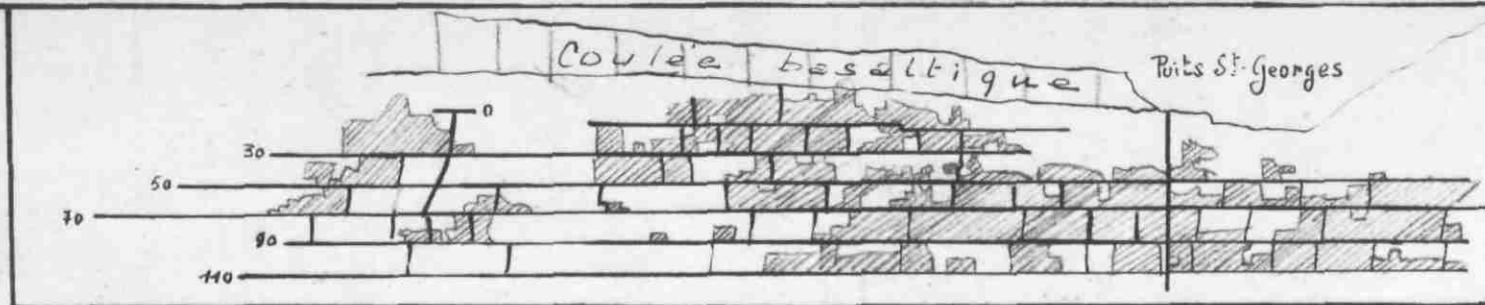
reine pyriteuse  
85°  
Filon Virginie

Croiseur à Mispickel (rejet 15 m)

ARGENTELLE

Saysoubre à 2 km

PRANAL  
Filon St Mathieu



PRANAL

Plan et coupes des anciens travaux

(d'après LODIN, 1892)

Echelle: 1/5.000<sup>e</sup>

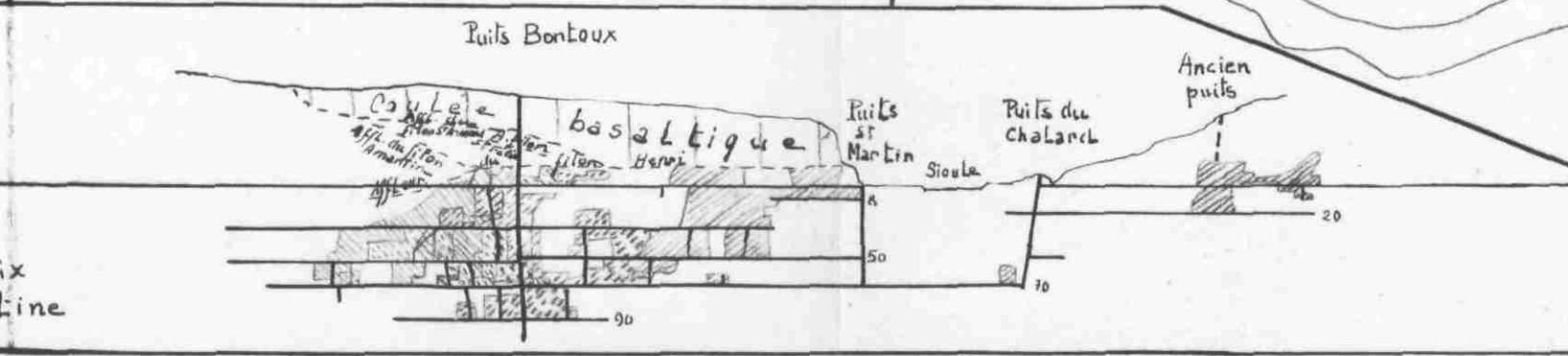
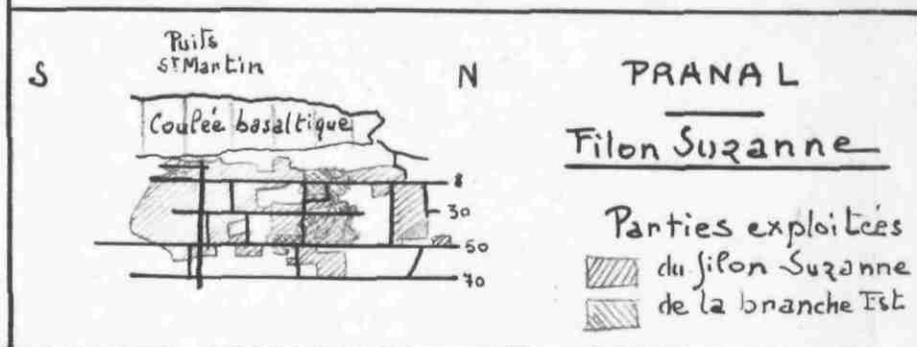
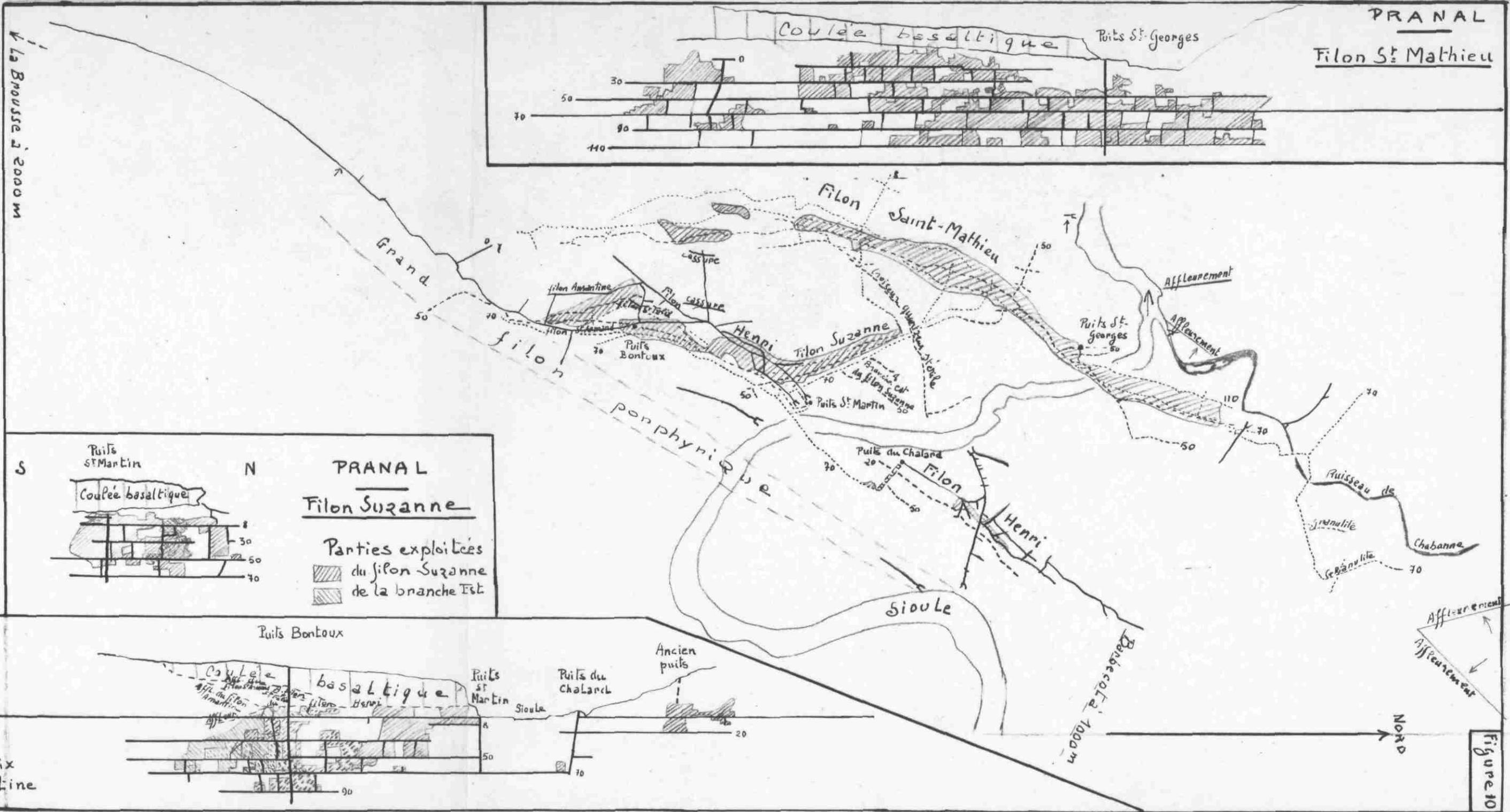
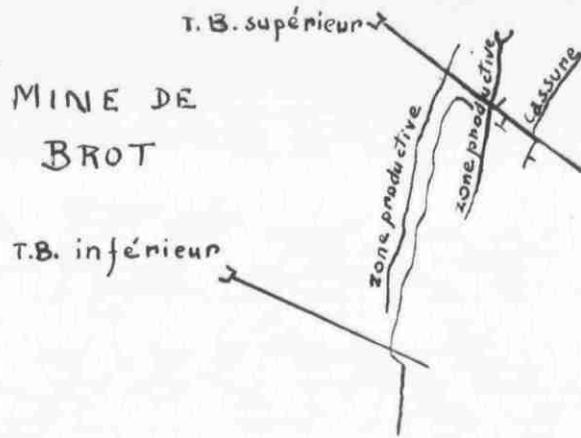


Figure 10

Figure 11

# BROT-BARBECOT

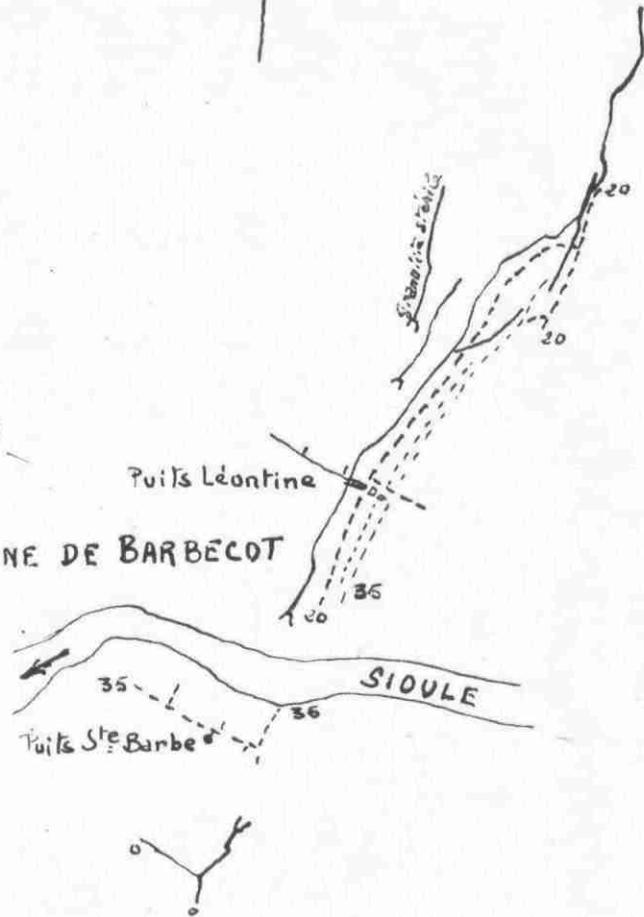
Plan et coupes  
des anciens travaux  
(d'après LODIN, 1892)  
Echelle: 1/5000<sup>e</sup>



← Filon Henri de Tranal à 1000 m

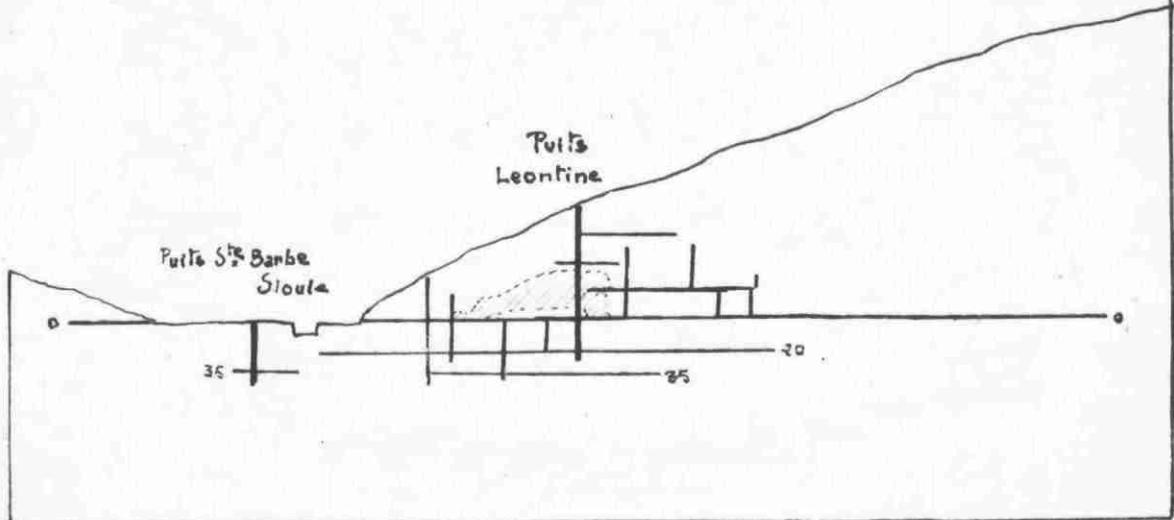
NORD

## MINE DE BARBECOT



## Puits Léontine

Puits Ste Barbe  
Stouta



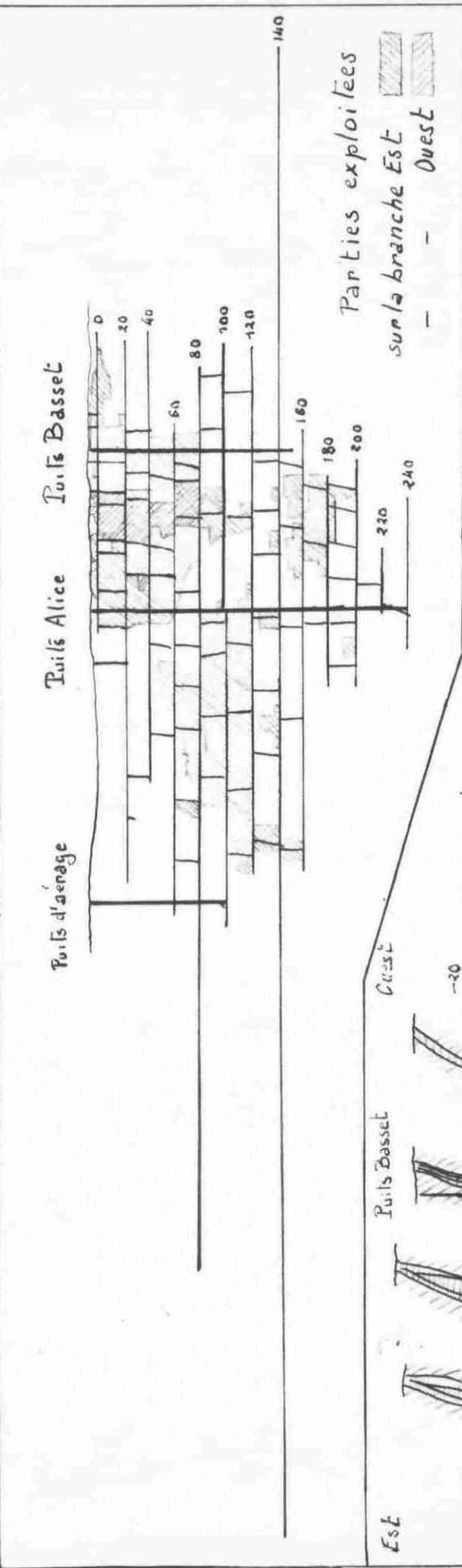
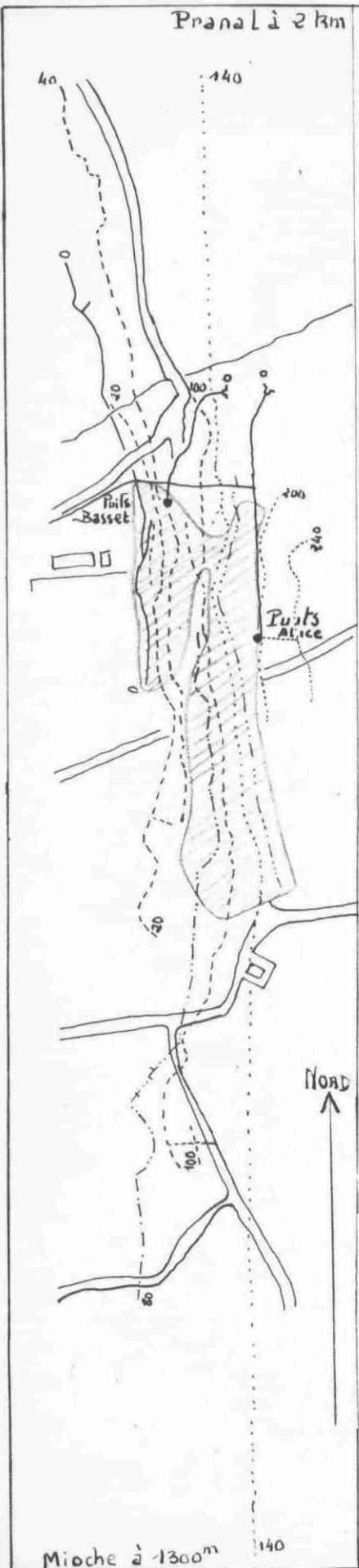
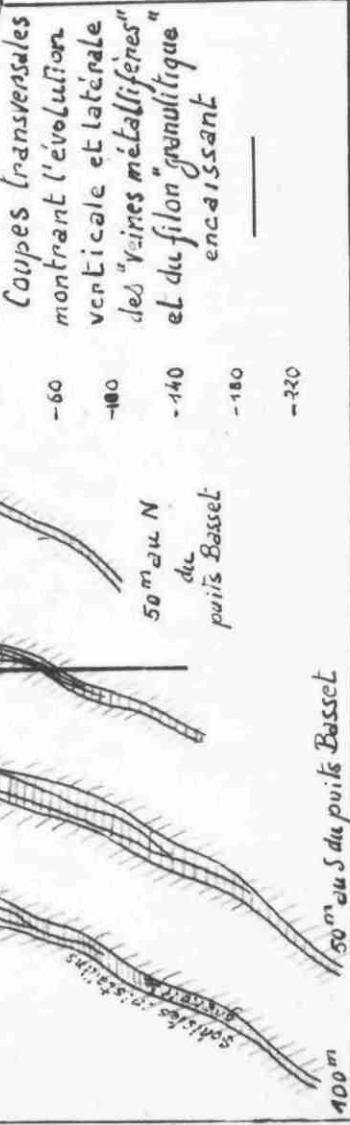
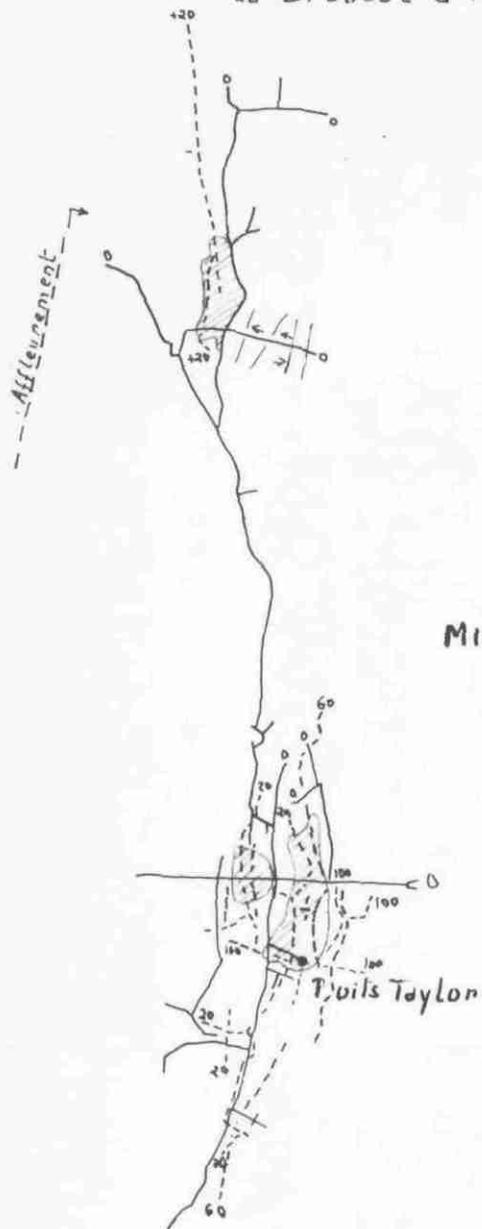


Figure 12  
LA BROUSSE  
Plans et coupes  
des  
anciens travaux  
(d'après LODIN, 1892)  
Echelle:  
1/5.000<sup>e</sup>



La Brousse à 1300m



LA GRANGE

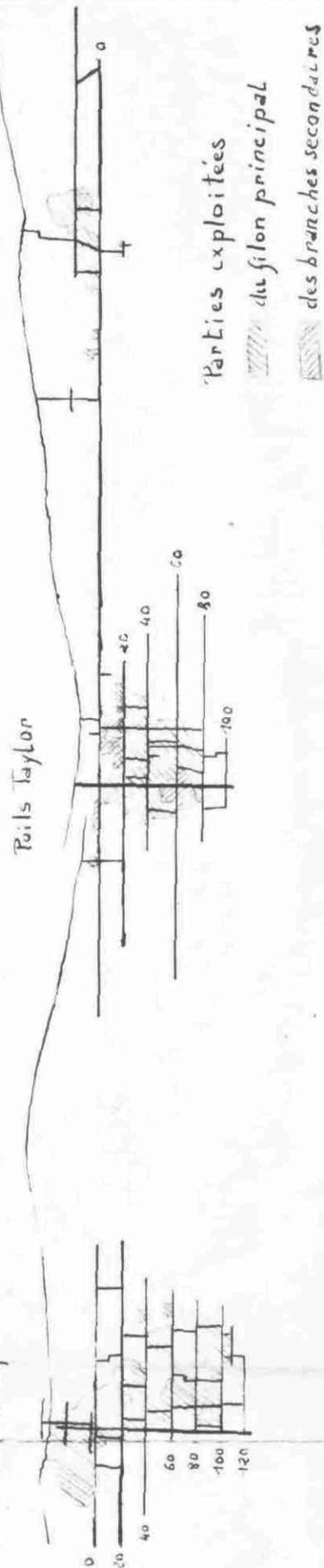


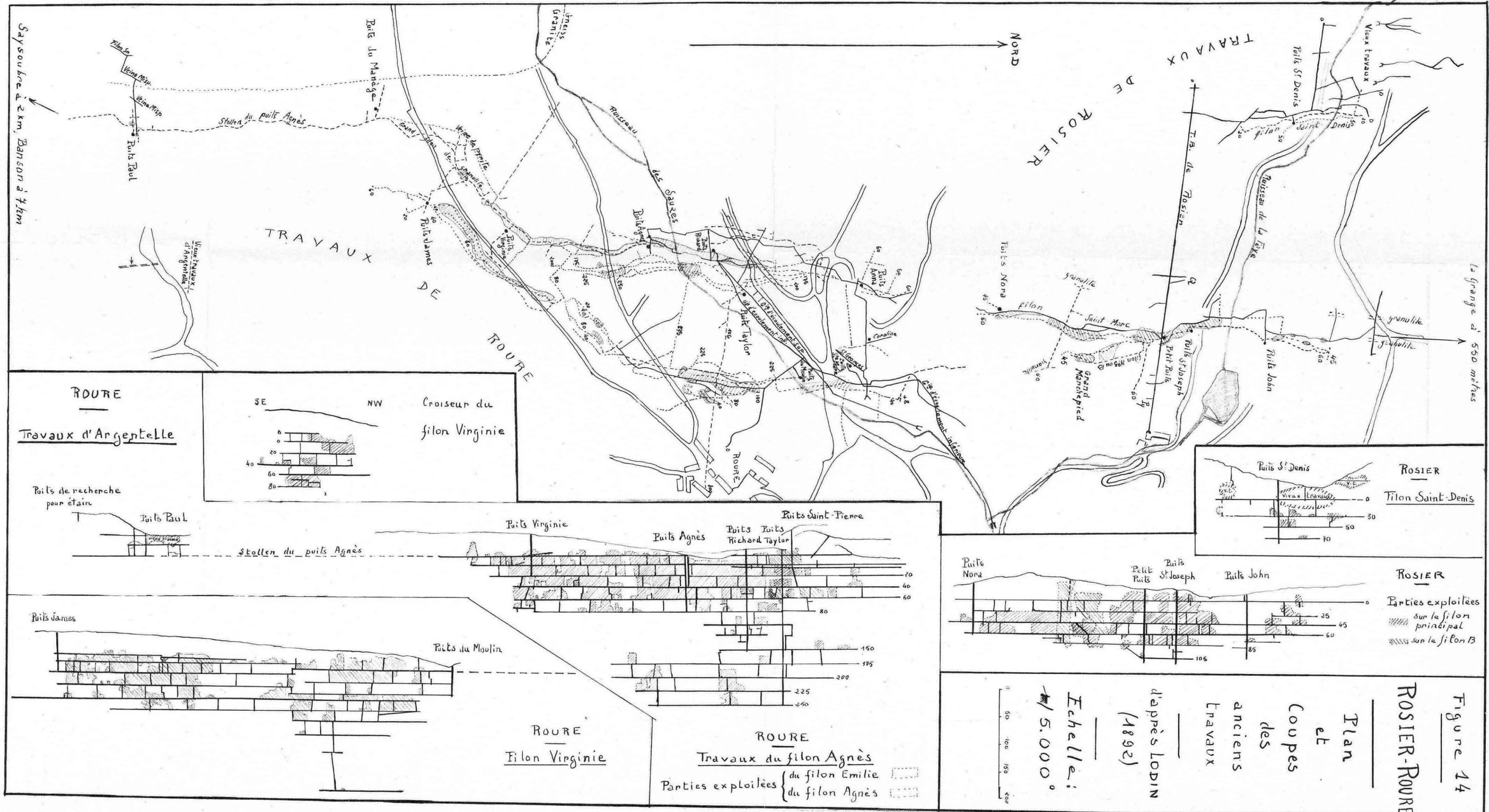
Figure 13

MIOCHE et LA GRANGE

Plan et Coupes des anciens travaux (d'après LODIN, 1892)

Echelle : 1/5.000<sup>e</sup>





Saysoubre à 2 km, Banson à 7 km

NORD

TRAVAUX DE ROURE

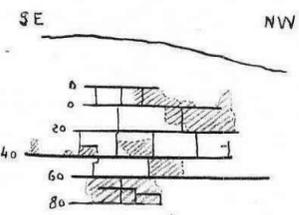
DE ROSIER

TRAVAUX DE ROSIER

La grange à 550 mètres

ROURE

Travaux d'Argentelle



Croiseur du filon Virginie

Puits de recherche pour étain  
Puits Paul

Stollen du puits Agnès

Puits Virginie

Puits Agnès

Puits Saint-Pierre

Puits Richard Taylor

Puits James

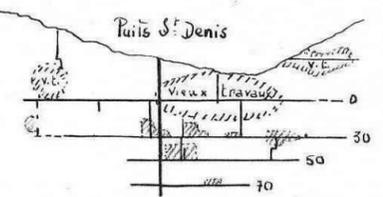
Puits du Moulin

ROURE  
Filon Virginie

ROURE  
Travaux du filon Agnès  
Parties exploitées { du filon Emilie  
du filon Agnès

ROSIER

Filon Saint-Denis



Puits Nona

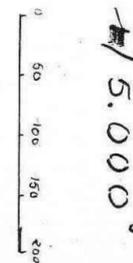
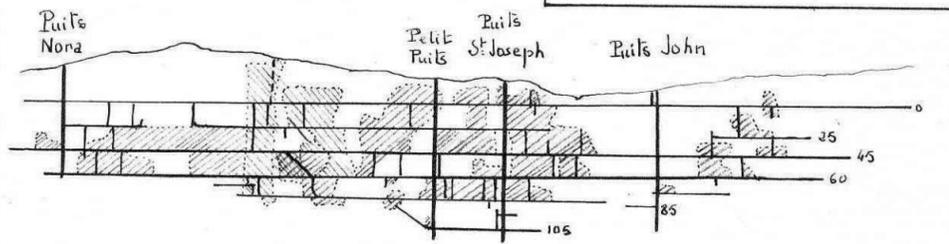
Petit Puits

Puits St-Joseph

Puits John

ROSIER

Parties exploitées sur le filon principal  
sur le filon B



Echelle: 1/5.000

d'après LODIN (1892)

Plan et Coupes des travaux anciens

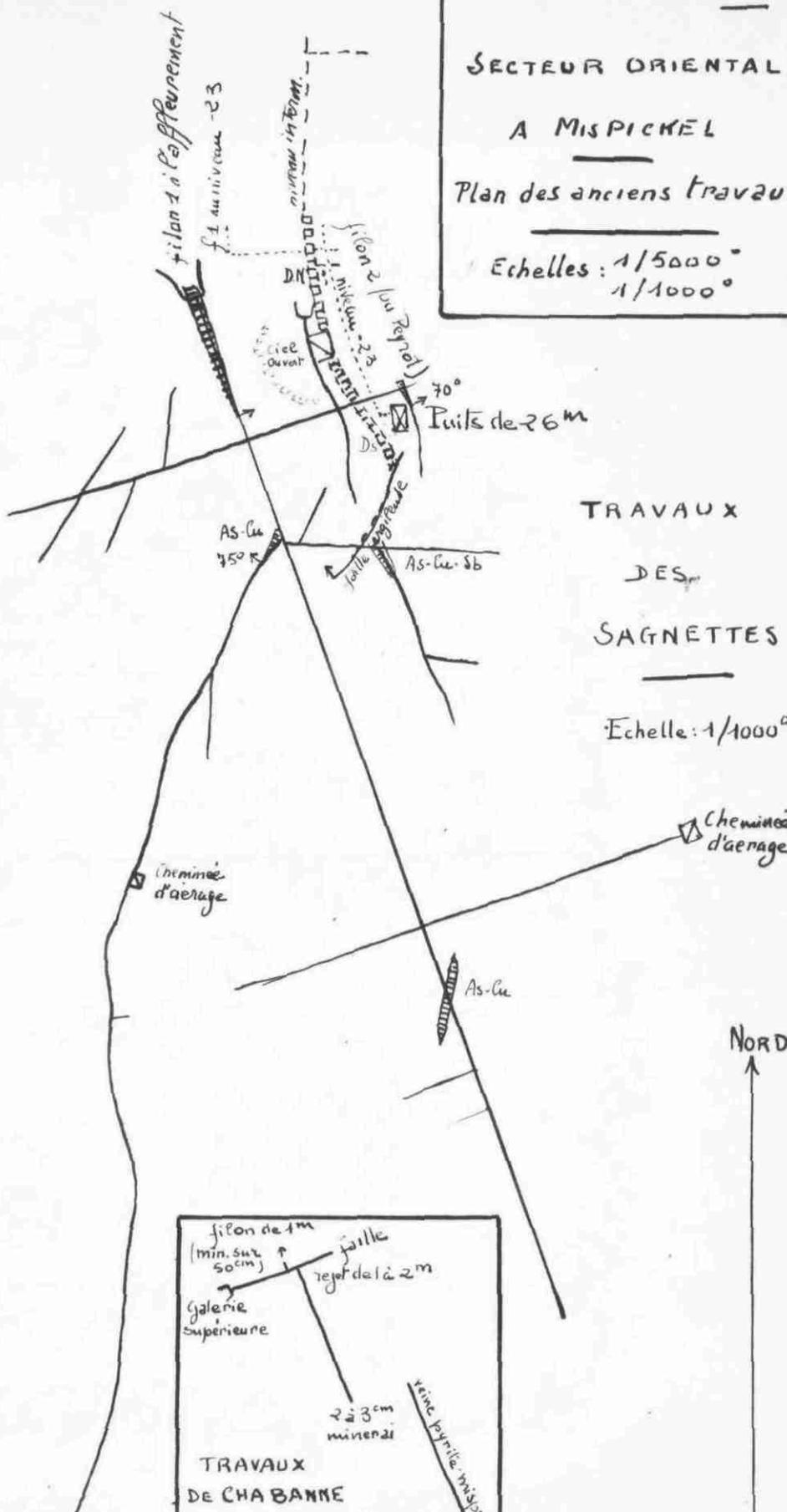
Figure 14  
ROSIER-ROURE

SECTEUR ORIENTAL

A MISPIKEL

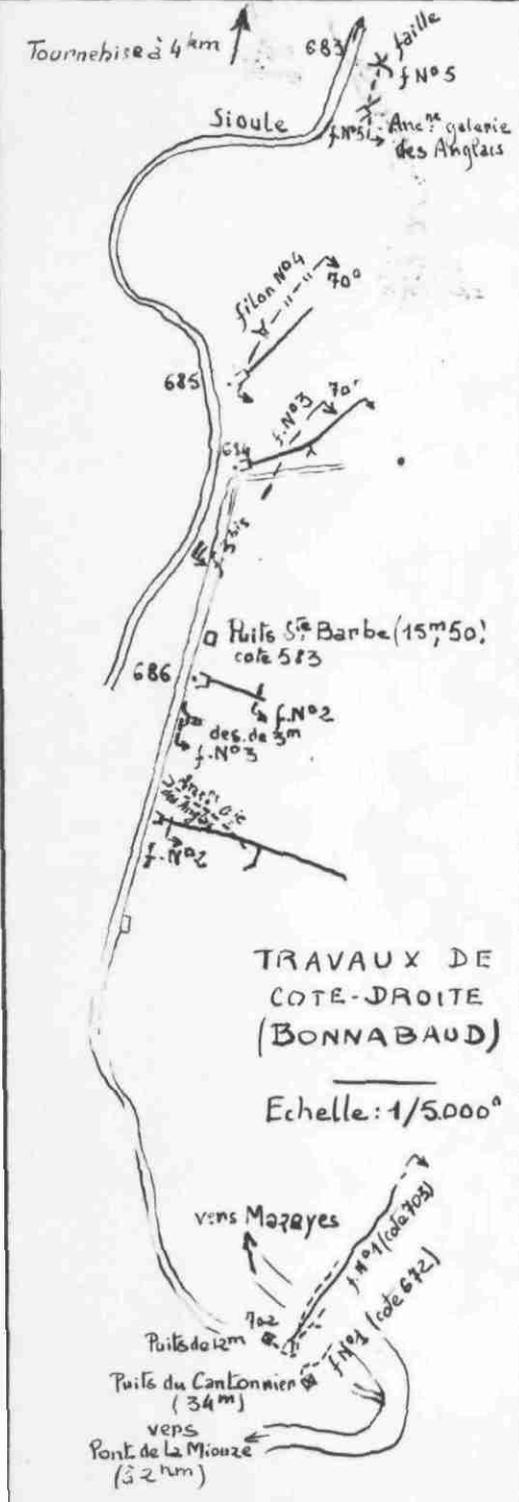
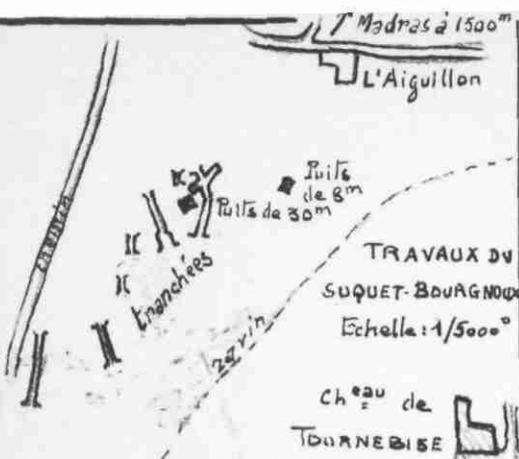
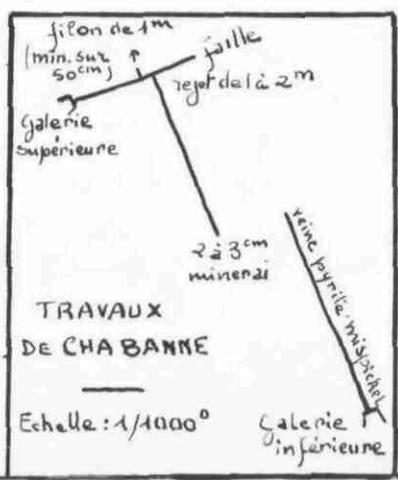
Plan des anciens travaux

Echelles: 1/5000°  
1/1000°

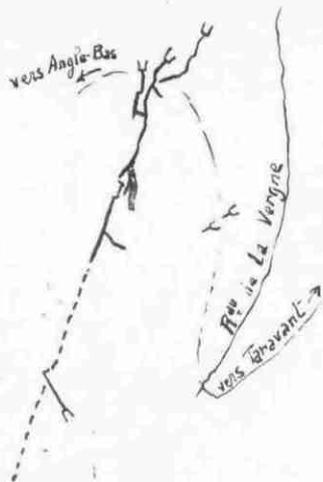
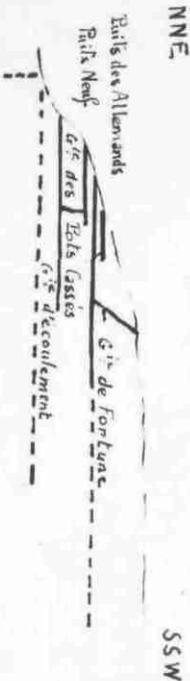


TRAVAUX  
DES  
SAGNETTES

Echelle: 1/1000°



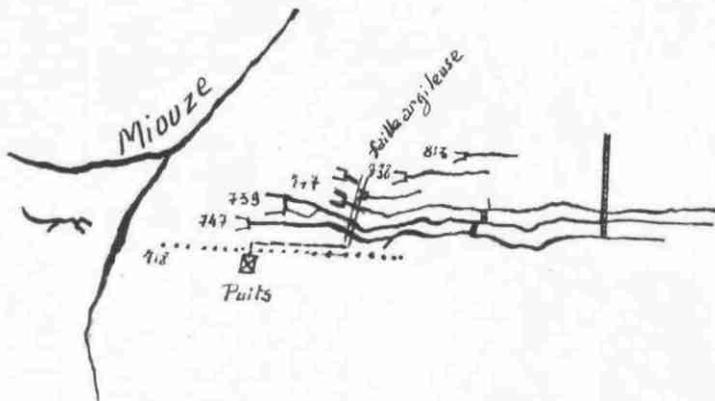
ANGLE-BAS



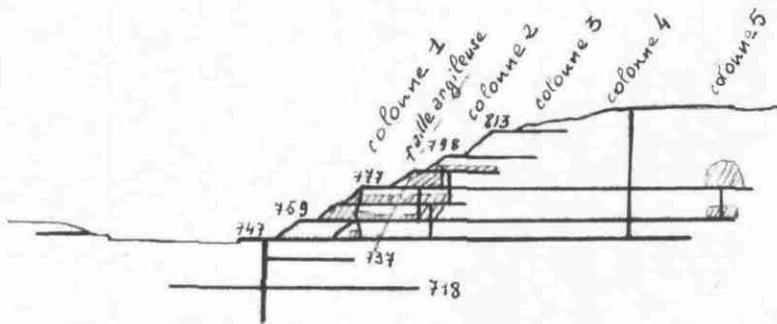
SECTEUR MERIDIONAL

Plans et coupes des anciens travaux

Echelle: 1/5.000<sup>m</sup>



LE COLOMBIER



BANSON

LES PLANCHETTES DE BOUCHETEL

2 fractures stériles  
filon Q  
entre 2 schistes  
minéralisés en Sb

