



HAL
open science

Etude géologique et minière du massif des Hurtières- Chaîne de Belledonne (Savoie) - Alpes françaises

Bruno Cabrol

► **To cite this version:**

Bruno Cabrol. Etude géologique et minière du massif des Hurtières- Chaîne de Belledonne (Savoie) - Alpes françaises. Autre. Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble, 1967. Français. NNT : . tel-00641201

HAL Id: tel-00641201

<https://theses.hal.science/tel-00641201>

Submitted on 15 Nov 2011

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Doctorat de 3^e Cycle
N° d'ordre

THÈSE

PRÉSENTÉE

3 + lt
7 JUL. 1975



A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE GRENOBLE

POUR OBTENIR LE TITRE DE

DOCTEUR DE 3^{ème} CYCLE DE L'UNIVERSITÉ

SPÉCIALITÉ : GÉOLOGIE APPLIQUÉE

PAR

Bruno CABROL

Étude géologique et minière du Massif des Hurtières
Chaîne de Belledonne (Savoie)



Soutenue le 1967 devant la Commission d'Examen

Président :	Monsieur	R. BARBIER	Professeur
Examineurs :	Messieurs	R. MICHEL	Professeur
		P. GIRAUD	Professeur
		H. DABROWSKI	Maître - Assistant

IMPRIMÉE AU LABORATOIRE
DE GÉOLOGIE ET MINÉRALOGIE
FACULTÉ DES SCIENCES DE GRENOBLE

6.2 CAB

CABROL (B.)

II



TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

	<u>pages</u>
I - Contexte géologique	5
II - Historique et récapitulation des études métallogéniques	7
III - But de cette étude et méthodes utilisées	7

ETUDE STRATIGRAPHIQUE - PETROGRAPHIQUE

I - Le granite d'Epierrre	10
II - Les ectinites de la Série Satinée	10
III - Le Carbonifère	11
IV - Le Trias	12
V - Le Quaternaire	13

ETUDE TECTONIQUE et ANALYSE STRUCTURALE

I - Le granite et le synclinal médian	14
II - Le synclinal houiller	14
III - La faille du Grésivaudan	16
IV - Schistosité des micaschistes	16
V - Schistosité du Lias	18

ETUDE DE LA MINE DE St GEORGES D'HURTIERES

I - Situation	21
II - Historique	21
III - Travaux d'exploitation	22
IV - Géométrie du gisement	23
V - Etude des fractures proprement dites	32
VI - Essai d'analyse structurale	36
VII - Caractères et distribution de la minéralisation	38
VIII - Etude des teneurs	43
IX - Tonnage extrait et réserves	45
X - Conclusion	48

ETUDE DE MINES DIVERSES

- Filon d'Aiguebelle - Thouvière - Bonfands - Pont - Combe ---	49
- Mine du Bordier	50
- Mine du Lénou	53
- Fosse du Clapier	56
- Mine des Gorges	58
- Filon de Noguillan	60
- Fosse Bafaillard - Fosse Villard	64
- Mine de l'Arbarétan	65
- Petite Fosse des Mouches	67



	<u>pages</u>
- Filon du Crochet -----	70
- Mines de Perellaz et Rebaïsse -----	71
- Mine du Reveyret -----	77
- Fosse Guerraz -----	80
- Mine de La Richesse -----	83
- Mine des Fruitiers -----	87
- Mine de Mont-Dondon -----	90
- Filon de Mont-Dondon supérieur -----	92
- Mine du Grand Bois -----	94
- Puits de Prévieux -----	96
- Filon du Pont de la Serra -----	98
- Filon de la Grande Montagne du Verneil -----	99
- Mine du Laurensaint -----	99
- Mine du Remoud -----	102
- Filon de Gargotton -----	110
- Mine de la Perrière -----	112
- Mine du Molliet -----	113
- Mine d'Orgeval -----	117

CONCLUSIONS GENERALES

I - Le problème de la géochimie du fer - manganèse - magnésium	120
II - Le problème de la géochimie de l'argent (galènes, chalcopryrite, cuivre gris, blende) -----	121
III - Le problème de l'or -----	124
IV - Origine de la sidérite -----	125
V - Origine des sulfures -----	125
VI - Origine de la barytine -----	126
VII - Direction et position de la minéralisation -----	126
VIII - Essai de classification -----	127
IX - Essai de chronologie de mise en place -----	129

BIBLIOGRAPHIE

131

RELEVES TOPOGRAPHIQUES et PLANCHES

	<u>Pages</u>
Situation du massif des Hurtières dans les Alpes -----	2
Coupes géologiques -----	4
Massif des Hurtières - position et direction des filons -----	6
Représentation des schistosités dans l'ensemble du massif -----	15
Diagrammes des schistosités des micaschistes et du Lias -----	17
Mine de St Georges d'Hurtières - Plan extérieur et position des galeries -----	20
" " " Plan des travaux -----	24
" " " Représentation du filon à 5 niveaux distincts -----	26
" " " Coupes transversales -----	28
" " " Coupe longitudinale -----	33
" " " Diagramme de diaclases -----	37
Mine du Bordier - Vue en plan -----	51
Mine du Lénou - Vue en plan -----	55
Filon de Noguillan - Vue en plan -----	63
Mines de la Perellaz et Rebaïsse - Vue en plan -----	72
" " " - Coupe schématique -----	73
Mine du Reveyret - Vue en plan -----	78
Fosse Guerraz - Vue en plan -----	81
Mine de La Richesse - Vue en plan -----	84
Mine des Fruitiers - Vue en plan -----	88
Mine de Mont-Dondon - Vue en plan -----	91
Mine du Grand Bois - Vue en plan et coupe -----	95
Puits de Prévieux - Vue en plan et coupe -----	97
Mine du Laurensaint - Vue en plan -----	100
Mine du Remoud - Vue en plan et coupe explicative -----	103
" " " -----	105
" " " -----	107
" " " -----	109
Mine du Molliet - Vue en plan -----	114
" " - Coupes -----	115
Mine d'Orgeval - Vue en plan -----	118

AVANT - PROPOS

Au moment de mettre un point final à cette thèse qui clôt mes études supérieures, je voudrais marquer tout l'enrichissement que m'ont apporté ces années passées à l'Institut DOLOMIEU, non seulement sur le plan des connaissances scientifiques, mais également sur le plan humain.

J'apprécie pleinement la chance qui, m'ayant fait naître dans notre région des Alpes, m'a conduit tout naturellement, par l'effet d'une vocation sans cesse affirmée, vers l'Institut de Géologie de Grenoble.

Cette vocation, je la dois à mon grand-père qui, ayant fait sa carrière dans les exploitations minières, a orienté mes curiosités d'enfant vers la géologie, et ensuite vers la spéléologie. Je ne pouvais manquer d'évoquer ici son souvenir.

En plus de l'affection et la reconnaissance que leur doit un fils, je voudrais que mes parents trouvent ici mes remerciements pour leur aide et leurs encouragements.

Que l'on me permette de rendre hommage aux éminents professeurs de l'Institut DOLOMIEU, à son directeur Monsieur BARBIER, à mes professeurs Messieurs MICHEL, DEBELMAS, GIRAUD. Dans ce cadre admirable qui développe sous nos yeux toute la gamme des formations géologiques, ils ont, au-delà de leur enseignement, su créer une ambiance et un esprit d'équipe dont leurs élèves restent profondément marqués.

Monsieur MICHEL a bien voulu accepter de diriger ma thèse ; je lui en suis reconnaissant.

C'est avec une émotion toute spéciale que je veux remercier Monsieur DABROWSKI. Au cours de ces dernières années, et plus particulièrement pour cette thèse, il a sans cesse suivi et soutenu mon travail, encourageant la passion que j'y apportais par son tempérament enthousiaste. Cet accord dans nos rapports de maître à disciple a été particulièrement fécond. En outre, il n'a pas limité son rôle au seul aspect académique de l'enseignement, mais il a orienté celui-ci vers la pratique de la recherche minière. Que Monsieur DABROWSKI veuille bien trouver ici, avec l'expression de ma reconnaissance, la certitude que l'intérêt et l'amitié qu'il a bien voulu me témoigner ne s'arrêteront pas avec la fin de mes études de 3ème cycle.

Je tiens à remercier également Monsieur CAPPONI qui m'a initié à la prospection minière dans le Beaufortin. Son dynamisme, son optimisme communicatif ont été un stimulant précieux. J'ai souvent eu recours à son expérience pour discuter des problèmes posés par le massif des Hurtières et lui en garde une profonde gratitude.

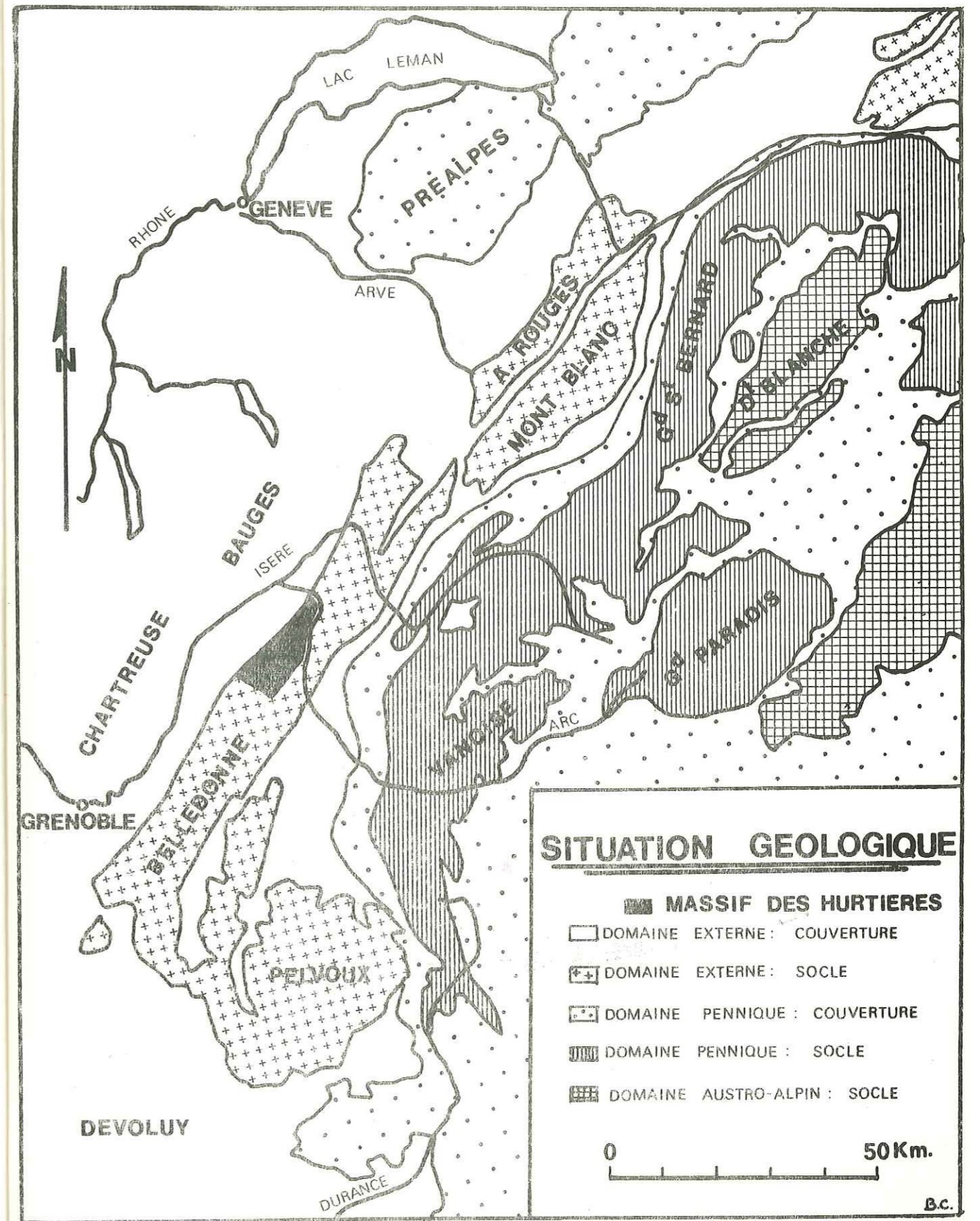
Monsieur LEMOINE, président de la société civile de recherches minières du Beaufortin, a largement contribué à aplanir les problèmes matériels et notamment ceux que posaient le déblaiement des galeries et l'échantillonnage. Dans l'exécution de ces travaux L. FREZZA s'est montré mineur aussi compétent que consciencieux et j'ai beaucoup apprécié son aide.

Je ne veux pas oublier non plus mes camarades A. VIAL, J.C. CHABOD, C. BRAVARD, P. COURT, qui se sont intéressés à mes recherches et ont largement contribué à l'établissement des relevés topographiques.

J'ai encore de nombreux remerciements à adresser ;

- au Laboratoire des Mines de Salsigne qui s'est chargé d'effectuer la plupart des analyses chimiques ;
- à Monsieur et Madame SARROT-REYNAULD qui ont eu l'amabilité de déterminer des spécimens de flore bouillière ;
- au Service des Mines de Grenoble qui a bien voulu mettre ses archives à ma disposition ;
- aux bibliothécaires des Archives départementales de la Savoie ;

Je ne saurais clore la liste de ceux qui m'ont aidé pendant ces années de travail. Beaucoup ne sont pas nommés qui ne sont pas oubliés.



INTRODUCTION

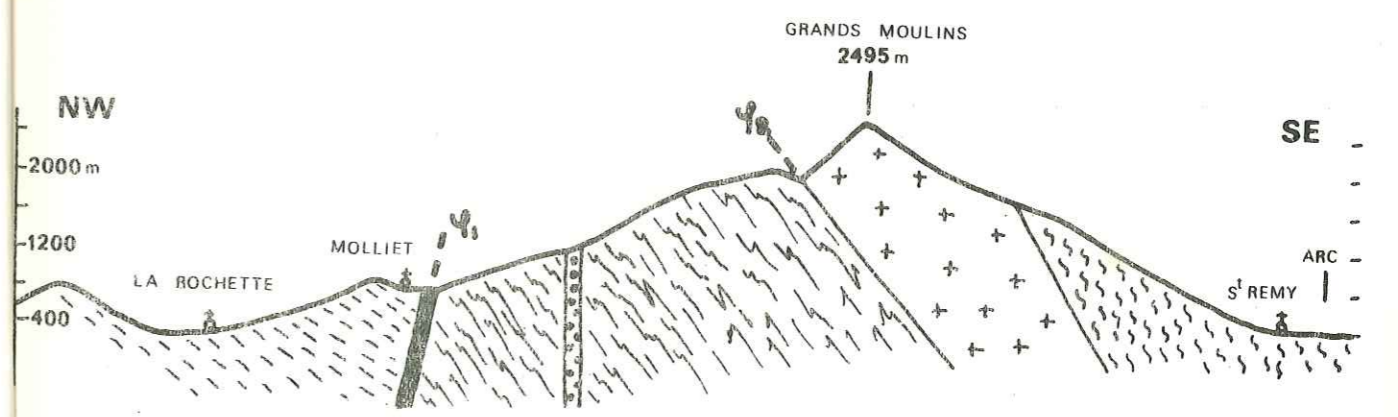
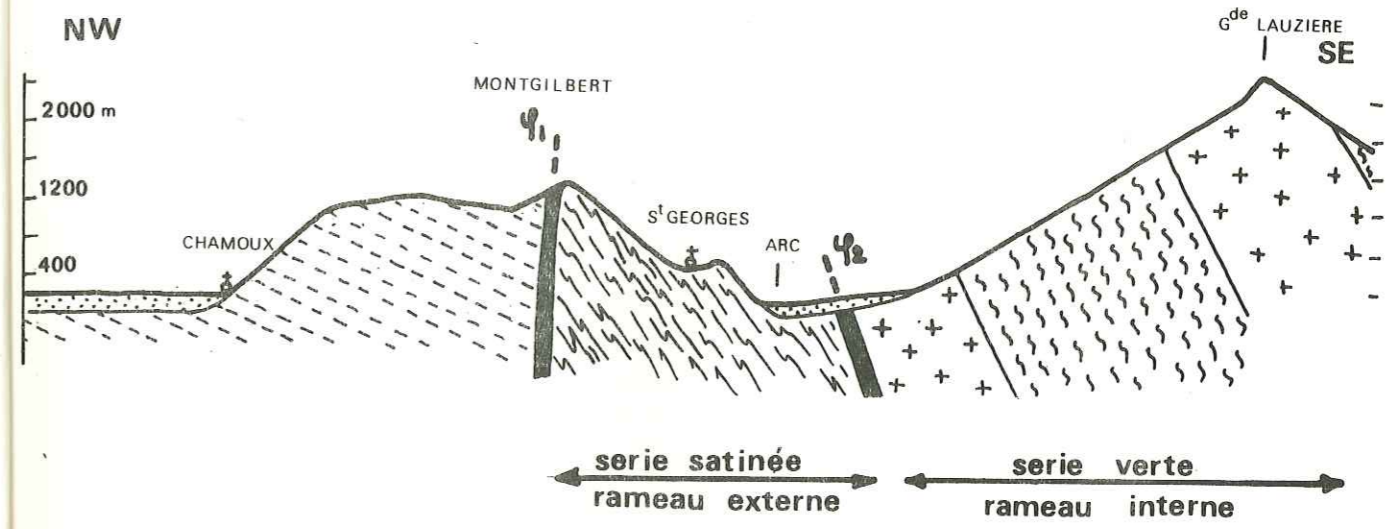
La chaîne de Belledonne, qui s'étend de Grenoble à Albertville, présente sur sa bordure ouest plus de 100 mines ou indices minéralisés. L'âge et le processus de mise en place des filons, la tectonique qui les affecte, les remobilisations dues aux différentes orogènes, sont autant de questions qui demandent à être élucidées. Leur étude peut en outre contribuer à éclaircir certains problèmes de tectonique générale.

La région étudiée forme une bande longue de 20 Km et large de 5 Km. Elle est délimitée au Nord et à l'Est par la vallée de l'Arc (Maurienne), à l'Ouest par la vallée supérieure du Gelon et au Sud par la vallée du Bens (St Hugon) le massif des Hurtières en forme l'épine dorsale dont l'altitude s'abaisse progressivement de 2495 m (aux Grands Moulins) à 320 m (Aiguebelle).

Les documents concernant les anciens travaux miniers étant - quand il en existe - très incomplets, ne pouvaient servir de base de départ à notre étude. Il était nécessaire dans tous les cas de se livrer sur le terrain à un travail original de reconnaissance, et aux levés topographiques et géologiques.

L'étude géologique et minière de la région considérée, jointe à celle de A. VIAL sur le massif d'Allevard, s'inscrit dans le cadre d'une étude générale entreprise par H. DABROWSKI sur l'ensemble des massifs Belledonne - Beaufortin.

COUPES GEOLOGIQUES



- | | |
|--------------------------|-----------------------|
| MORAINES | GNEISS - MIGMATITES |
| LIAS CALCAIRES SCHISTES | GRANITE |
| TRIAS GRES CARGNEULES | FAILLE DU GRESIVAUDAN |
| CARBONIFERE CONGLOMERATS | 'SYNCLINAL' MEDIAN |
| MICASCHISTES | |



I - Contexte Géologique

Le massif de Belledonne, déjà exploré vers 1860 par C. LORY, n'a fait l'objet d'une véritable synthèse qu'en 1957 : C. BORDET, dans sa thèse des "Recherches géologiques sur la partie septentrionale du massif de Belledonne" a pu distinguer d'Est en Ouest quatre unités distinctes :

- la "Série Verte" métamorphique et son granite de St. Colomban ;
- la "Série Satinée" métamorphique et son granite des Sept-Laux - Epierre ;
- la Série non métamorphique du Socle ;
- la Série non métamorphique de Couverture.

a) - La Série Verte comprend des gneiss amphiboliques à biotite et grenats, des prasinites, des leptynites et des schistes graphiteux (schistes carburés).

"L'origine sédimentaire de la série verte est prouvée par la disposition litée des couches de composition pétrographique différente. Elle est confirmée par l'existence de schistes graphiteux, de niveaux de microgrès et conglomérats, de bancs de cipolins. Certains échantillons, bien que partiellement transformés en prasinites, ont conservé une structure caractéristique de roche volcanique. Le granite de La Chambre-St Colomban n'est bien souvent qu'un faciès de différenciation des migmatites. Il est alors porphyroïde, avec mica noir et amphibole". (C. BORDET thèse 1957, p. 23).

Je n'aurai guère l'occasion de reparler de cette série pauvre en gîtes minéralisés, son étude sortant du cadre que je me suis fixé.

b) - La Série Satinée se divise en deux unités :

- A l'Est, le granite des Sept-Laux - Epierre
- A l'Ouest, les ectinites.

Elles sont séparées par le synclinal médian, important accident tectonique dans lequel le Trias se trouve pincé par endroits.

Les ectinites offrent un faciès très monotone ; ce sont essentiellement des schistes sériciteux, chloriteux, et des leptynites. Cette série, probablement d'origine sédimentaire, dériverait de sédiments schisto-gréseux de type Flysch. Ces micaschistes constituent la partie centrale de la zone étudiée ; la minéralisation, à gangue carbonatée, est particulièrement abondante dans cette série puisque 30 mines ont été étudiées sur 100 Km².

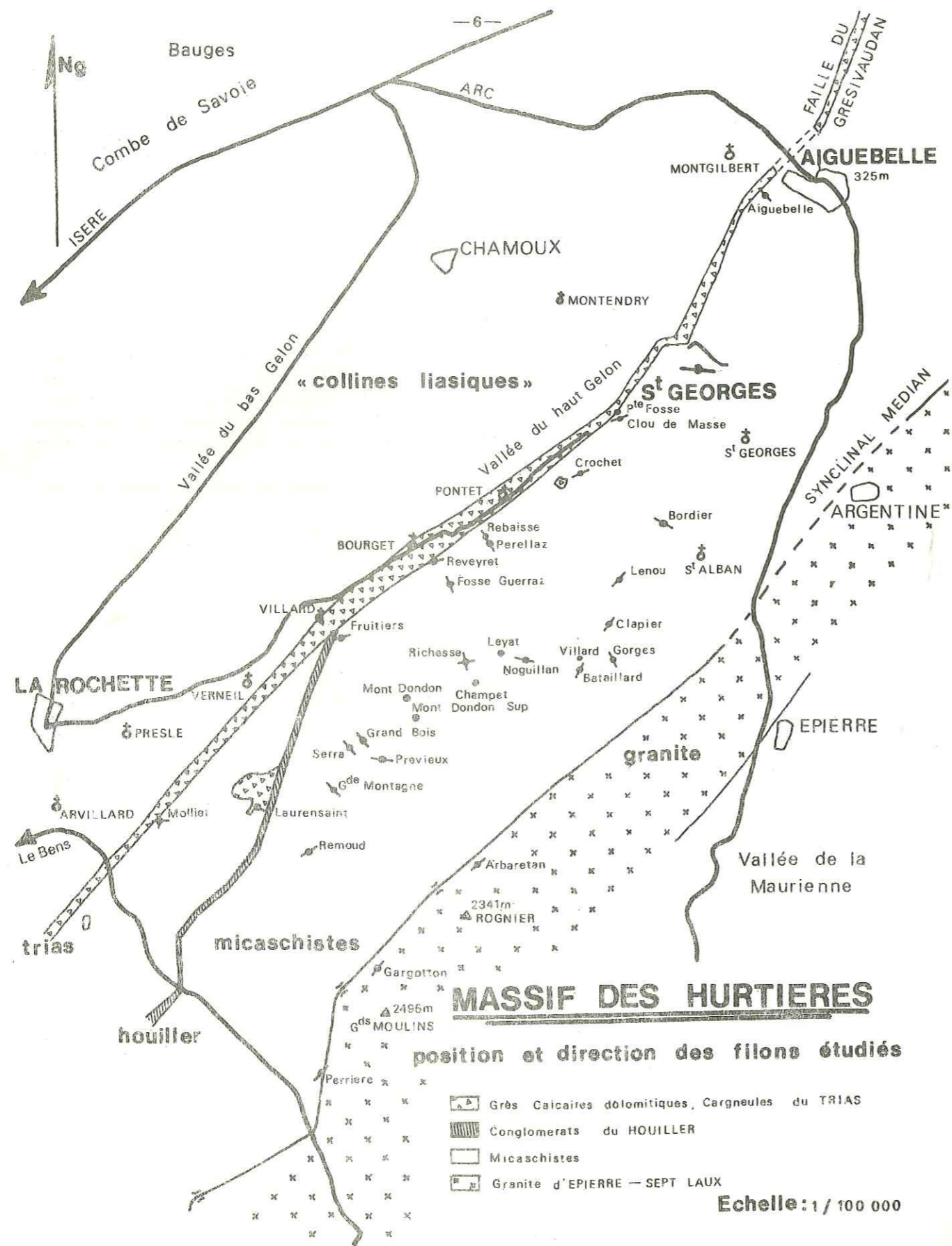
c) - La Série non métamorphique du Socle - Le rameau externe de Belledonne est lardé par des synclinaux houillers très pincés. Les roches qui le composent sont essentiellement détritiques, formées d'une alternance de conglomérats et psammites. Pour C. BORDET, ces synclinaux contiendraient aussi du Permien ancien en concordance stratigraphique avec le Stéphaniens (daté) dont nous venons de parler ; l'ensemble serait recouvert en discordance par du Permien récent (daté) et du Trias. Le pincement de ces synclinaux correspondrait donc à la phase saaliennaise.

d) - La Série non métamorphique de Couverture - Le Permien supérieur est connu dans la région d'Alleverd sous forme d'une série schisto-gréseuse verte ou lie de vin ; mais il n'est pas présent dans le massif des Hurtières.

Le Trias débute par des grès arkosiques ou conglomérats à quartz rose ; il se poursuit par des dolomies, cargneules et gypses qui ont servi de niveau de décollement à la couverture Jurassique. Il jalonne notamment la "faille d'effondrement du Grésivaudan" qui met en contact le Lias contre les micaschistes de la série satinée.

Le Lias reste encore mal connu car il manque de niveau repère, et de plus la schistosité masque toute stratification. On admet qu'il se divise en Lias inférieur calcaire et Lias supérieur schisteux.

Notons dès maintenant que le Lias de bordure du massif des Hurtières ne présente aucune minéralisation.



II - Historique et Récapitulation des Etudes métallogéniques

En 1934, H. Th. HUTTENLOCHER propose une synthèse métallogénique des Alpes. La zone étudiée concerne les massifs cristallins externes et les nappes supérieures penniques. Il différencie les gisements métamorphisés encaissés dans les roches cristallines de ceux non déformés de la couverture mésozoïque. A cette différenciation dans l'espace correspond une différenciation dans le temps : les gisements métamorphisés seraient d'âge prétriasique et, au cours de l'orogénie alpine, ils auraient été tectonisés, remobilisés, et d'autres mis en place.

Après avoir admis l'existence de gisements hercyniens rajeunis à l'Alpin, il restait à étudier le processus de cette reprise : ce fut l'objet de la récente thèse de P. YPMA (1963). Cette étude concerne toutes les mines de la zone s'étendant de la vallée de la Tarentaise à celle de la Romanche, l'étude du Dôme de La Mure ayant été entamée par J. SARROT-REYNAULD (1957).

P. YPMA a utilisé diverses méthodes, dont la thermométrie des inclusions fluides dans le quartz, les teneurs en Mg, Fe, Mn, Ca des ankérites et sidérites, les teneurs en Ag, Bi, As, des galènes, en FeS des blendes, et enfin une série de datations absolues des galènes.

a) - La thermométrie des inclusions fluides - La plupart des minéraux non opaques montrent, sous fort grossissement ($\times 500$), la présence de cavités contenant un liquide ($H_2O + CO_2$). En chauffant ces inclusions, la température à laquelle le liquide s'évapore serait la température minimum de cristallisation. L'emploi de ces inclusions fluides comme "thermomètre géologique" suppose des inclusions primaires, c'est-à-dire l'absence de fuites et l'impossibilité d'additions ultérieures. Etant donné que la description du cristallite produit généralement avant d'avoir atteint la température d'homogénéisation, P. YPMA a opéré sur des minéraux peu clivables tels que le quartz. En fait, dans le massif des Hurtières, il n'a pu effectuer que de rares mesures car le quartz, très tectonisé, a laissé échapper la plupart des inclusions ; mais dans l'ensemble de la chaîne de Belledonne il a pu distinguer deux types d'inclusions : les unes correspondant à des dépôts épithermaux (270° à 310°), les autres à des dépôts mésothermaux (300° à 350°).

b) - Les analyses des ankérites reportées sur un diagramme ont montré qu'elles pouvaient être regroupées en plusieurs catégories ; citons en particulier :

- les ankérites caractérisées par une faible teneur en Fe, Mn, qui seraient un produit de remplacement de la sidérite par des solutions calciques (Richesse - St Georges - Les Gorges) ;

- les ankérites qui marquent un déficit en Fe, Mn, et une forte teneur en Mg, et que l'on trouve notamment dans le Trias.

Elles datent probablement de l'orogénie alpine.

c) - Partant du principe que, de tous les sulfures, la galène est le minéral qui recristallise le plus facilement, P. YPMA a pensé que, s'il y avait eu reprise de la minéralisation à la phase alpine, les galènes auraient dû perdre leur bismuth, argent et arsenic (E. SCHROLL 1955). Les dosages en bismuth ont donné une teneur anormalement élevée pour St Georges et Argentine, ce qui laisserait penser que ces deux gisements n'ont pas été "rajeunis". Des analyses en argent effectuées par le laboratoire des mines de Salsigne ne concordent malheureusement pas avec les résultats publiés par P. YPMA. Le dosage systématique de toutes les galènes de Belledonne pour ces trois éléments serait à poursuivre et donnerait sans doute des résultats fructueux.

d) - Les blendes noires, riches en fer (Orgeval) indiquent en principe une température de formation de l'ordre de 300° à 350° (G. KULLERUD 1953). Un rajeunissement devrait s'accompagner d'une perte en Fe S et de l'apparition de petites gouttelettes d'exsolution de chalcopryrite. Malheureusement, la blende n'a pas une facilité de recristallisation aussi grande que la galène ou les carbonates.

e) - Les datations absolues de galènes, effectuées par la méthode du plomb total, ont donné des âges moyens de 230 ± 50 millions d'années, c'est-à-dire un âge hercynien (Permocarbonefère).

En définitive, cette étude représente un travail de laboratoire considérable. P. YPMA est certainement le premier à avoir poussé aussi loin l'étude des inclusions fluides. Si le phénomène de rajeunissement semble probable pour les carbonates, il est beaucoup moins évident pour les sulfures. Encore faudrait-il que plusieurs méthodes appliquées à un même filon donnent des résultats concordants.

Par ailleurs on peut se demander si cet éventuel rajeunissement serait véritablement d'âge alpin ? - Ne pourrait-il pas être permien, c'est-à-dire tardi-hercynien ?

III - But de cette étude et méthodes utilisées

Nous venons de passer en revue les travaux de C. BORDET en matière de géologie générale et ceux de P. YPMA pour ce qui concerne l'étude en laboratoire des minéraux d'origine filonienne. Entre ces deux thèses apparaît une lacune : l'étude des filons eux-mêmes. Leurs directions, puissance, extension, teneurs, leurs relations avec les terrains encaissants, ... sont autant d'éléments qu'il est intéressant d'exploiter.

Dans une série métamorphique monotone où manquent les niveaux repères, le filon, bien que sensiblement vertical, peut suppléer au manque de stratigraphie et enregistrer déformations, schistosité, métamorphisme...

Le but recherché est double : d'une part, accumuler une somme de renseignements précis basés sur des relevés indiscutables qui permettront de bâtir une synthèse et de préciser en particulier l'évolution tectonique de Belledonne, d'autre part, sur le plan pratique, apporter des documents permettant d'orienter la prospection et, éventuellement, l'exploitation minière.

Dans notre région, peu de géologues miniers ont opéré dans cette optique : M. LELIVEC (1803-1806) et DE VERNEILH (1807) ont établi un précieux inventaire des mines en activité. Mais depuis cette époque, M. GRILLET (1807), G. De MORTILLET (1858), V. BARBIER (1878), E. BOREL (1889), D. HOLLANDE (1911), J. REVIL (1916), L. MORET (1925), et A. BORDEAUX (1925) n'ont fait que synthétiser ou vulgariser ce qu'ont écrit les anciens ; leurs documents n'apportent rien de nouveau.

Les documents des Archives départementales de la Savoie ont été compulsés, mais ils fournissent plutôt des renseignements administratifs ; les documents techniques, lorsqu'ils existent, se trouvent surtout aux Archives du Service des mines de Grenoble.

Il est probable que bon nombre de mines ou indices exploités jadis demeurent actuellement inconnus et même introuvables. En effet, le filon n'est généralement plus visible en affleurement car il a été exploité à ciel ouvert ; une fois les lèvres des tranchées refermées il ne subsiste aucun indice témoignant de la présence d'un filon qui, cependant pourrait présenter des enrichissements sous la zone d'altération.

Ayant entrepris cette étude de géologie minière de la région des Hurtières où nous savions trouver les vestiges de nombreuses mines exploitées, certaines, depuis plusieurs siècles, nous avons eu la chance de "redécouvrir" dès le début les vastes exploitations du filon de St Georges d'Hurtières. Les galeries, contrairement à notre attente, se sont révélées pénétrables dans leur quasi totalité (au prix, il est vrai, d'un important travail de désobstruction). Il nous a été ainsi permis de suivre en continuité sur un développement considérable et d'étudier "in situ" le comportement d'un filon et ses rapports avec les roches encaissantes.

Les anciennes mines et filons retrouvés ailleurs, entre La Rochette et Aiguebelle, sont loin d'avoir une ampleur comparable. Leur étude a néanmoins été effectuée dans toute la mesure des possibilités matérielles ; la compréhension en a été graduellement facilitée par les enseignements tirés du filon de St Georges.

Outre le repérage des anciennes exploitations qui s'est avéré difficile en raison de la couverture végétale et de la moraine, il a fallu déblayer les entrées, puis effectuer un levé topographique des galeries à l'échelle du 1/500 e. Lorsque les galeries étaient complètement éboulées il a fallu se contenter d'une topographie reliant les entonnoirs d'effondrement pour connaître la direction du filon. A St Georges d'Hurtières les affleurements ne reflètent absolument pas l'importance des exploitations, et la tectonique du gisement n'aurait jamais pu être comprise si le gisement était resté impénétrable.

Les levés topographiques ont été effectués au théodolite ou à la planchette autoréductrice pour l'extérieur,

et à la boussole pour les galeries et dépilages (la présence de carbonate de fer n'a jamais donné d'anomalie magnétique sensible). Pour la mine de St Georges qui offre d'importantes dénivellations (520 m) et des conditions difficiles, les "bouclages" des cheminements à la boussole n'ont pas dépassé une erreur de 1 %. A chaque bifurcation a été tracée une lettre de l'alphabet (A. 6 - F. 23...) rendant le repérage plus aisé.

Une fois la topographie restituée au laboratoire, il a fallu retourner dans la mine pour reporter la géologie. L'oxydation de la sidérite qui donne des parois uniformément noires rend l'observation difficile. Dans les zones intéressantes, pour décaper les parois et procéder également à un échantillonnage systématique, nous avons eu recours au dynamitage en utilisant les anciens trous de mine...

Les échantillons recueillis ont été broyés et préparés par nos soins au laboratoire de Grenoble. Les analyses ont été effectuées soit, par spectrographie, au laboratoire de Fontenay-aux-Roses du Centre d'Energie Atomique, soit, par analyses chimiques, au laboratoire des mines de Salsigne (Aude).

Pour fixer les idées, la topographie de St Georges nous a demandé 3 mois de travail sur le terrain, autant pour la restitution et 1 mois pour les dynamitages et désobstructions. L'ensemble des relevés effectués pour cette étude représente 10 Km de cheminements extérieurs et 23,5 Km de galeries topographiées. Un travail de cette importance, exécuté dans des conditions généralement inconfortables, n'a pu être mené à bien que grâce à une technique apprise au cours d'une longue carrière spéléologique.....

Etant donné la complexité de la géométrie du gisement de St Georges, qu'il était impossible de faire apparaître clairement par une série de plans ou coupes, nous avons jugé intéressant d'établir une maquette à l'échelle du 1/1000 e qui permet de se représenter aisément le comportement du filon.

N.B. - Sur nos topographies nous avons conservé le Nord magnétique, il fait un angle de 4° à l'Ouest de Ng et 7° à l'Ouest de NL. Tous les angles sont exprimés en degrés dans le sens des aiguilles d'une montre.

ETUDE STRATIGRAPHIQUE ET PETROGRAPHIQUE

Dans ce chapitre nous reprendrons l'étude des différents faciès déjà évoqués.

Le Granite d'Epière

Ce granite orienté NE - SW est la terminaison septentrionale du granite des Sept-Laux. Il forme un massif qui domine les ectinites de la série satinée (Grands Moulins 2495 m). Il est limité au NW par le synclinal médian, et au SE par une zone écrasée beaucoup plus importante qui le met en contact avec les schistes de la série verte.

Un échantillon prélevé à Epière, en rive gauche de l'Arc, montre un granite leucocrate à grain moyen, gris clair. Les biotites lui confèrent une légère orientation.

Au microscope (LM n° 6), les gros cristaux de quartz, broyés en petits éléments sur leur pourtour, sont enrobés par des biotites très peu chloritisées et de la muscovite. Leur disposition donne une légère orientation à la roche. Le broyage du quartz et le cloisonnement des micas donnent une structure en mortier. Les feldspaths plagioclases sont tantôt automorphes et zonés, tantôt aux contours corrodés et saupoudrés de séricite. Les feldspaths potassiques, beaucoup plus rares, sont représentés par du microcline xénomorphe (myrmékite fréquente). La structure en mortier, l'extinction onduleuse du quartz, témoignent de contraintes mécaniques. Les feldspaths automorphes et zonés caractérisent les granites intrusifs.

Ce granite serait intrusif et syntectonique.

L'examen sur le terrain de l'extrémité de ce granite nous avait fait penser à un passage progressif du granite à des orthogneiss. En fait, la lame mince n° 15 (prélevée entre Epière et La Chaudanne) montre qu'il s'agit d'une mylonite, l'échantillon ayant été prélevé probablement trop près du synclinal médian. Des échantillons prélevés 4 Km au NE, en rive droite du torrent de Montartier, semblent appartenir à un granite à amphibole contenant également de la biotite et des phénocristaux de microcline (jusqu'à 1 ou 2 cm de côté).

En fait, la terminaison de ce granite d'Epière n'est pas encore éclaircie. Faut-il invoquer une variation de faciès du granite, ou bien un ennoyage de celui-ci et apparition de migmatites riches en ferromagnésiens... ? C'est peut-être ce que C. E. EHRSTROM arrivera à résoudre prochainement.

Par ailleurs, en faisant allusion à la classification série satinée - série verte de C. BORDET, il semble que le synclinal médian constitue une limite beaucoup plus franche et importante que le passage du "foit" du granite à la série verte.

Les ectinites de la Série Satinée

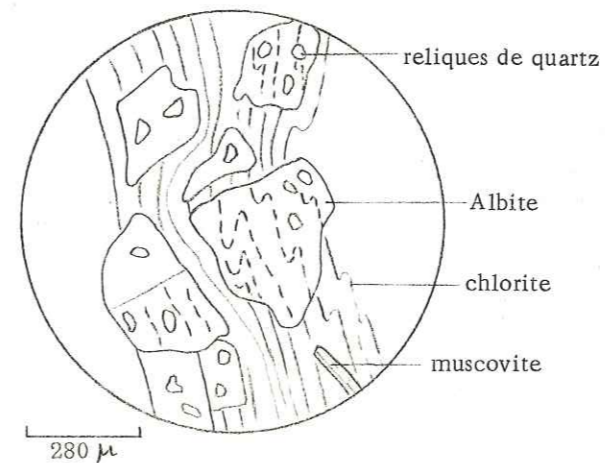
On les groupe communément sous l'appellation de micaschistes ; effectivement nous verrons que les faciès en sont peu différents. Nous avons cherché à distinguer des variations de faciès qui auraient pu servir de niveaux repères et permettre ainsi de connaître la tectonique qui affecte cette série. En fait nous n'avons trouvé ni conglomérat, ni cipolins, ni trace d'ancienne roche volcanique.

Etude de la lame mince 19

La structure est granolépiblastique. - Le quartz qui se présente en plages isogranulaires a recristallisé. - Feldspaths et calcite sont totalement absents. - La chlorite et la muscovite représentent les minéraux phylliteux répartis en lits allongés suivant la schistosité.

Cette roche est donc un micaschiste chloriteux dérivant probablement d'un sédiment pélitique.

Etude de la lame mince 20



Les phyllites, le quartz et les feldspaths donnent à la roche une structure granolépiblastique. On distingue surtout un chevelu plissé de chlorite et muscovite interrompu par des plages de grandes albites très abondantes. Celles-ci sont généralement automorphes ou en amandes allongées suivant la linéation.

Elles sont caractérisées également par la présence de fines inclusions opaques plissotées qui matérialisent l'ancienne prolongation des phyllites. Ces albites contiennent également des granules de quartz, relique de l'ancienne roche.

En quelque sorte, on serait en présence d'un ancien chloritoschiste dans lequel l'albite se serait surimposé à l'ancienne structure. Cette albite constitue-t-elle une remobilisation ? ; un apport ? ; à quelle époque remonte sa formation ? . Nous ne pouvons le préciser.

Cette roche est un micaschiste quartziteux albitisé.

L'étude microscopique de ces micaschistes montre qu'ils dérivent d'une roche pélitique de type Flysch et que l'intensité du métamorphisme qui les affecte est faible ; elle correspond à la zone des micaschistes supérieurs. L'âge de cette série est antécarbonifère puisque des synclinaux houillers (Westphalien daté) reposent en discordance sur ces micaschistes. Il est toutefois permis de les comparer à la série des schistes siluriens de la Montagne Noire.

Le Carbonifère

Les anciennes cartes au 1/80 000 e mentionnent plusieurs lambeaux houillers pincés dans le socle. En fait il existe un seul synclinal NNE - SSW que l'on suit en continuité depuis Villard-La Table (où il est sectionné par la faille du Grésivaudan) jusqu'au Collet d'Allevard, et il se poursuit bien au-delà au Sud. Ce synclinal est vertical, étroit et très profond, il mesure 150 mètres de large et se suit sur 600 mètres de dénivelée en rive gauche de la vallée du Bens. En rive droite de cette vallée il subit un décrochement de 700 mètres vers le Sud. En fait, il ne s'agit pas d'une faille mais d'un décrochement en flexure de l'ensemble du socle.

Le remplissage de ce synclinal comprend une alternance de schistes ardoisiers psammites et conglomérats. Au microscope on s'aperçoit que ces faciès n'ont pas subi le métamorphisme affectant le socle, les micas visibles étant des muscovites d'origine détritique. Toujours est-il que, sur le terrain, en l'absence de conglomérat, la différenciation des micaschistes et schistes houillers reste pratiquement impossible.

Dans le conglomérat, la dimension des galets peut atteindre 20 cm de diamètre. Ils sont constitués en majeure partie par des micaschistes de la série satinée, du quartz et du gneiss dont nous ignorons la provenance (peut-être série verte). En tous cas, les migmatites amphiboliques et le granite des Sept-Laux sont des faciès absents parmi les galets houillers.

L'âge houiller de cette série a été déterminé par analogie avec les faciès datés du Collet d'Allevard, Bouthières, St Mury... et surtout par la flore que j'ai découverte aux Ramiettes.

Mine d'Anthracite des Ramiettes :

Les anciens travaux (datant de 1839 et 1860), d'ailleurs tous éboulés, s'ouvraient sur le bord nord-est du sentier entre les châlets des Ramiettes et la Chapelle de Prodin. Trois galeries (niveau 0 m bord du chemin, 50 m de long - niveau + 5 m, galerie de 50 m - niveau + 24 m, galerie de 10 m) ont reconnu une couche d'anthracite sur 7 m environ. Sa direction est N 34 - 60° SE et sa puissance atteint 1,50 m. Pendant la dernière guerre, un travers banc de 160 m a été attaqué 100 m en aval. pendage, au point x = 899,980 y = 355,800 z = 1210 m. A ce niveau les couches seraient orientées différemment, soit N 170 - 60° E, et l'anthracite n'aurait pas été retrouvée.

Près des anciens travaux, 20 m au-dessus du sentier, la flore recueillie dans la roche en place est la suivante :

- Callipteridium pteridium
- Asterophyllites equisetiformis (déterminations J. SARROT-REYNAULD)
- Alethopteris grandini

L'âge probable de cette série serait donc : Stéphanien inférieur

Le Trias

Comme nous l'avons déjà dit, les grès sont à rattacher à la base du Trias et non au Permien supérieur qui comprend des schistes verts ou lie de vin, formation absente dans le massif des Hurtières. Cette distinction est basée sur l'analogie avec le Dôme du Barrot où la base du Trias est définie par le passage des grès rouges au conglomérat blanc à gros galets.

Le Trias se trouve généralement pincé dans la grande faille verticale du Grésivaudan, parfois aussi dans le synclinal médian ou aux "épontes" du synclinal houiller. On le trouve également en placages autochtones sur le socle : au Laurensaint (Prodin), au Molard (Le Pontet), et sur l'arête au sommet de la mine de St Georges.

- Un échantillon gréseux bicolore prélevé à Montgilbert (lame mince n° 21) montre au microscope des grains de quartz arrondis, voire même fusiformes, envahis par un ciment pélitique. Ce grès a été très nettement étiré (quartz à extinction onduleuse), mais ne possède pas de traces de métamorphisme. Les rares muscovites et chlorites présentes sont d'origine détritique.

- Lorsque le Trias est plus conglomératique, comme au Molard, il ne peut être confondu avec le Houiller, les galets étant composés uniquement par du quartz blanc ou rose.

- Les calcaires dolomitiques jaunes sont généralement bréchifiés et mélangés avec les cargneules. Dans la vallée du Gelon ils donnent lieu à de nombreux entonnoirs d'effondrement.

- Le gypse a été exploité à Beauvoir (Torrent du Buisson), au Villard (Les Landes) et surtout à Randens (Les Durnières). Malheureusement il forme des lambeaux très discontinus et se trouve fréquemment associé à l'anhydrite.

En définitive, le Trias, grâce à sa plasticité, a servi de niveau de décollement, facilitant ainsi le glissement de la couverture liasique.

L'étude stratigraphique du Lias débord du cadre de notre travail ; elle a été étudiée par A. MICHAUD (1959) qui a découvert une série continue depuis le Réthien jusqu'au Dogger dans la région de La Table.

Le Quaternaire

Le massif des Hurtières, situé au confluent du glacier de la Maurienne et de celui de la Combe de Savoie, présente un recouvrement morainique particulièrement abondant. La dernière glaciation ne devait guère recouvrir la chafne car la nature des dépôts diffère d'un versant à l'autre.

Sur le versant rive gauche de l'Arc, la moraine s'est déposée sur des replats (Noguillan 1300 m, St Georges, les Champs 700 m) qui correspondent peut-être à différents stades de retrait. Les galets prédominants sont formés de granite arraché lors du franchissement du verrou d'Epière, et surtout des amphibolites de la série verte. Les blocs atteignent parfois 50 tonnes (route du col du Cucheron), et l'épaisseur moyenne du recouvrement est de 10 mètres.

Sur le versant Gelon, la surface recouverte est encore plus importante ; bon nombre de filons se trouvent certainement masqués. Les galets diffèrent de ceux du versant est ; ils comprennent du granite (type Epière), du conglomérat houiller, des micaschistes et parfois des cargneules.

Les torrents actuels n'ont fait que reprendre ces matériaux ; il se trouve de spectaculaires cônes de déjection de part et d'autre de l'Arc (le Bottet, Argentine, la Chaudanne, la Corbière).

ETUDE TECTONIQUE ET ANALYSE STRUCTURALE

Dans ce chapitre nous aborderons l'étude de quelques problèmes où nous pensons apporter des données nouvelles.

I - Le granite et le synclinal médian

Pour autant que l'on puisse se fier à la datation des granites par la méthode du Rubidium-Strontium, le granite d'Epierre a donné un âge de 260 ± 20 millions d'années (P. YPMA 1963). Mais ce chiffre risque d'être sous estimé car il correspond à l'âge de formation des micas et non de la roche proprement dite.

Les zircons, par contre, résistent beaucoup mieux au métamorphisme et deux mesures ont donné pour le granite de St Colomban un âge de formation de 423 et 525 millions d'années (datations R. CHESSEX - M. DELALOYE - D, KRUMMENACHER - M. VUAGNAT 1964). On peut concevoir qu'il en est de même du granite d'Epierre situé à proximité et qui lui est analogue.

Leur âge de formation serait donc Silurien.

Le synclinal médian, fracture qui a remonté le granite par rapport à la série satinée, contient du Trias pincé aux deux extrémités de notre terrain : au NE à Mongodios et au SW au col de Claran.

La position actuelle du granite est due probablement à la phase alpine.

Notons à cet égard que cette fracture, pentée 70° SE sur le versant de St Pierre de Belleville, prend à partir du Gargotton, en direction des cols de la Perrière et de Claran, un pendage de 45° SE. Dans la vallée du Bens, cette cassure semble subir également un décrochement de 700 m vers le Sud, parallèlement à la flexure subie par le synclinal houiller de St Hugon.

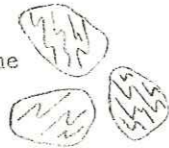
II - Le Synclinal Houiller

L'examen de la carte des schistosités ci-jointe montre de façon évidente que le synclinal houiller recoupe, en direction comme en pendage, la schistosité du socle.

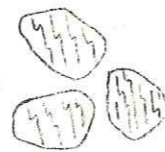
D'autre part, le conglomérat houiller contient une majorité de galets de micaschistes de la série satinée ; ceux-ci présentent des plissotis et un aspect analogues aux micaschistes actuels.

De plus, cette schistosité a une direction différente pour chaque galet ; il n'y a donc pas eu de métamorphisme récent qui se serait surimposé à l'ancien.

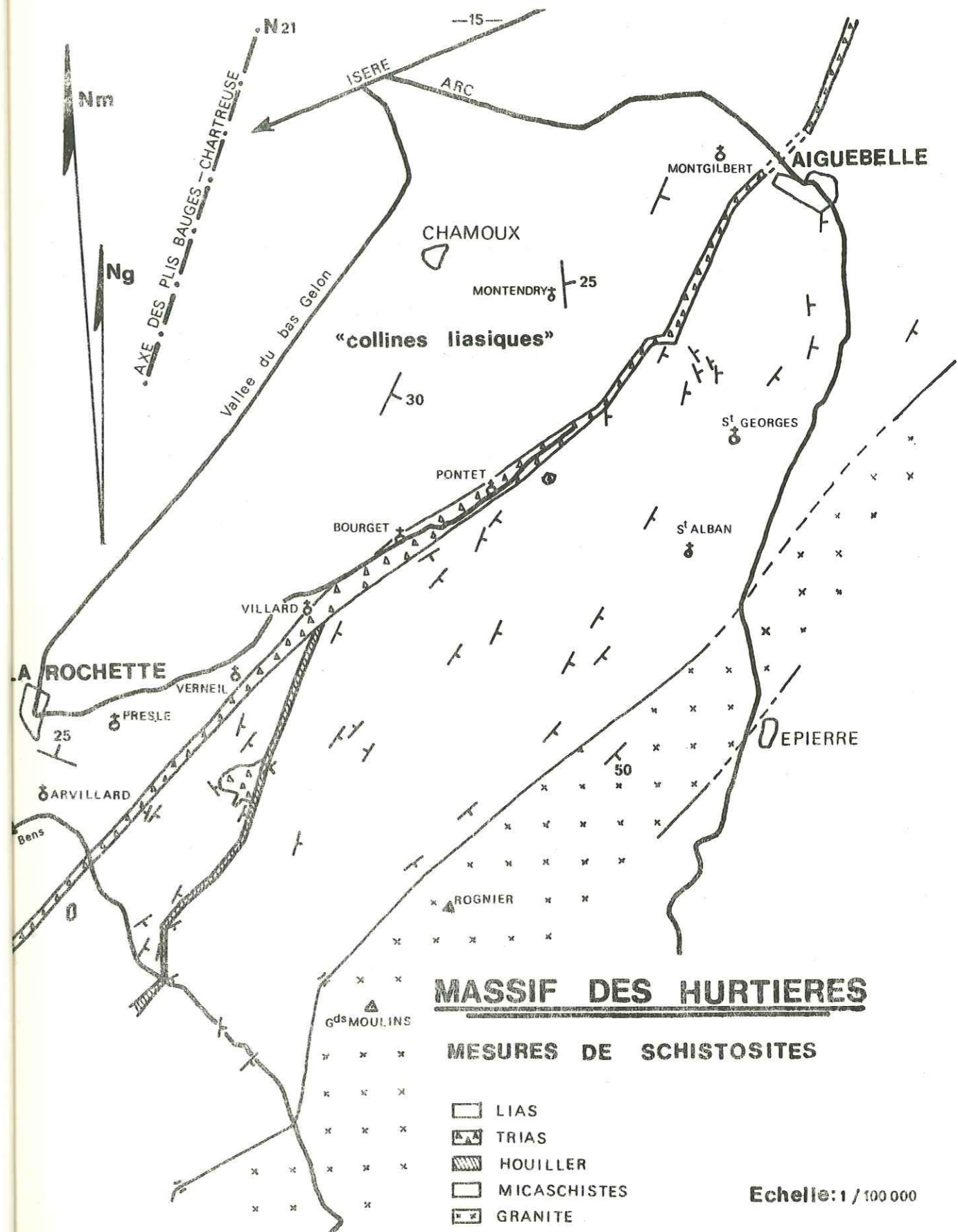
Si métamorphisme
anté-houiller
cas présent



Si métamorphisme
post-houiller



En conclusion, nous sommes portés à admettre que la schistosité de la série satinée est d'âge anté-houiller.
N.B. - Ce synclinal houiller a certainement dû jouer à l'Alpin si l'on tient compte du Trias qui lui est accolé (Prodin et le Villard-La Table).



III - La Faille du Grésivaudan

Cette énorme fracture qui évolue parallèlement au synclinal médian borde la série satinée, le compartiment NW étant bien entendu effondré.

Le Lias se trouve en contact avec le cristallin par l'intermédiaire d'un bourrage de grès, calcaires, cargneules triasiques dont l'épaisseur peut varier de 500 m (Le Bourget en Huile), à 50 m (Les Mouches). Le rejet est supérieur à 1100 m puisque à Montgilbert les micaschistes montent jusqu'à 1450 m, tandis que, au niveau de l'Arc, on ne retrouve toujours pas le socle cristallin du panneau effondré. D'ailleurs, un sondage effectué en 1966 près de Theys est resté dans le Lias sur 800 m de profondeur ; il a été stoppé sans avoir atteint le Trias. La vallée du Grésivaudan et la Combe de Savoie constituent un véritable graben.

Si le contact cristallin-Lias est nettement chevauchant dans la région de Theys-Allevard, il tend à se redresser vers Montgilbert (75° SE), puis à prendre un pendage NE vers Albertville. Encore plus au Nord cette fracture n'est plus individualisée, la structure en petits graben est de règle (clavaux de C. BORDET), et la couverture épouse la déformation du socle.

Dans la région que nous étudions, tout n'est pas aussi simple :

- Dans le torrent du Bard, le contact schistes-Trias est vertical, mais le Lias repose à 20° sur les cargneules ; plus en aval dans le torrent, un petit anticlinal de Lias laisse apparaître de nouveau les cargneules.
- Dans le torrent du Bens, la fracture est verticale.
- Dans la vallée du Joudron, la faille pentée à 50° WNW s'observe dans la mine du Molliet.
- Au Reveyret, que ce soit dans la mine ou dans le torrent (80 m au NE), les micaschistes chevauchent horizontalement le Trias. Faut-il invoquer un important fauchage de couches ?
- Au blockhaus de Crépa, (Bonvillaret), cet accident est penté 60° E.

L'âge de cette fracture est post-liasique, probablement alpine ; mais il n'est pas impossible qu'elle ait été préexistante à l'hercynien.

IV - Schistosité des Micasschistes

Notre étude structurologique n'a porté que sur la mesure des schistosités, à l'exclusion des diaclases, linéations et axes de plis ; les résultats reposent sur environ 1000 à 1500 mesures.

Le but recherché est multiple :

- déterminer s'il existe une ou plusieurs directions de schistosité ;
- cette direction est-elle constante dans le massif ? évolue-t-elle à l'approche du filon ?
- comparer la direction avec celles des axes de plis des Bauges-Chartreuse et des grandes fractures.

Pour figurer les plans de schistosité nous avons utilisé la projection stéréographique sur un plan méridien (canevas de WULF). Ces plans sont ainsi représentés par leurs pôles ; ainsi, il est commode de prendre un point moyen qui correspond à la schistosité moyenne du lieu.

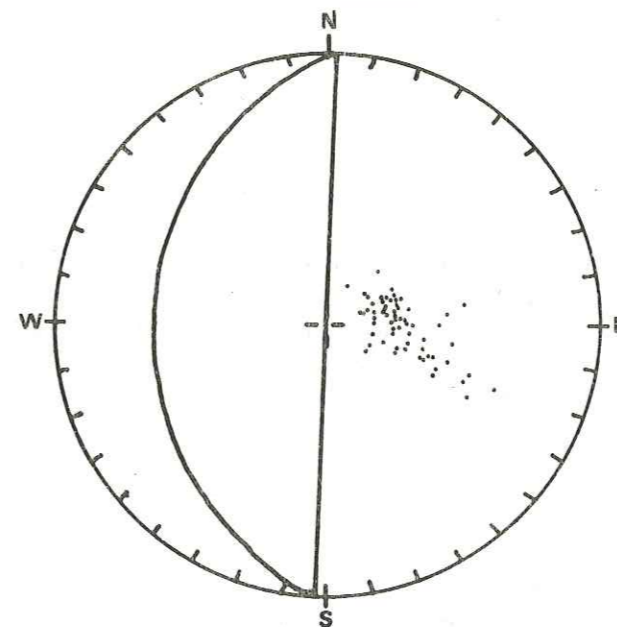
Le report des directions moyennes sur la carte ci-jointe montre que la schistosité est unique (N 35 - 55° SE), qu'elle est oblique par rapport au synclinal médian, au synclinal houiller, à la faille du Grésivaudan et aux axes de plis des Bauges-Chartreuse. Ceci confirme qu'il s'agit d'une schistosité ancienne, probablement hercynienne.

Toutefois, dans le secteur de la mine de St Georges, se produit une anomalie : la schistosité oscille de 20° de part et d'autre de N, 0°. Au-delà, et de l'autre côté de la vallée de l'Arc, la schistosité reprend sa direction normale.

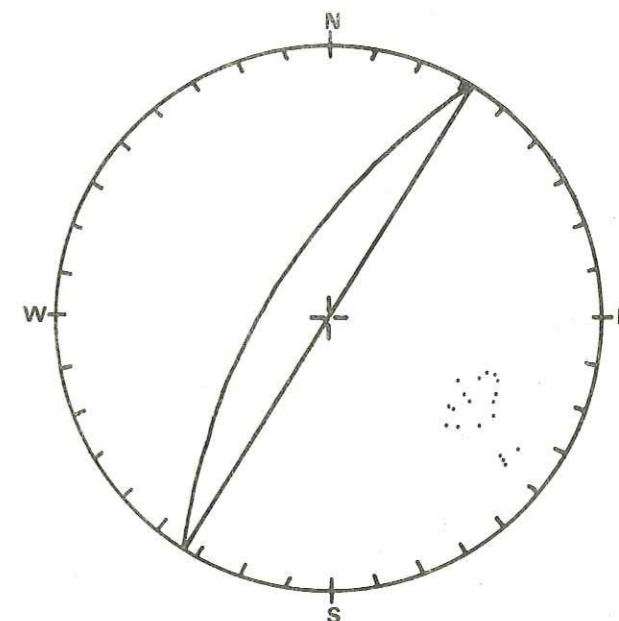
Il est curieux de constater que cette torsion coïncide avec le gros filon plissé de St Georges et également avec un décrochement du Trias au Fort de Montgilbert.

Nous aborderons de nouveau ce problème à propos de la mine de St Georges dans le paragraphe "Datation du filon par rapport à la schistosité".

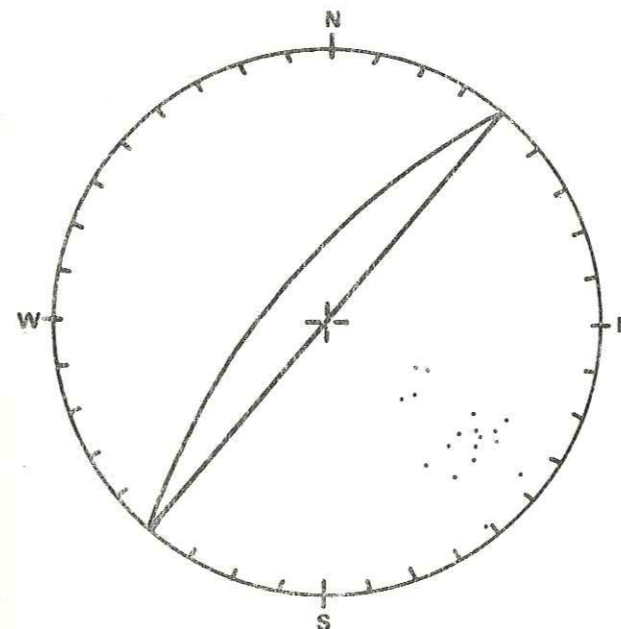
DIAGRAMMES DE SCHISTOSITES



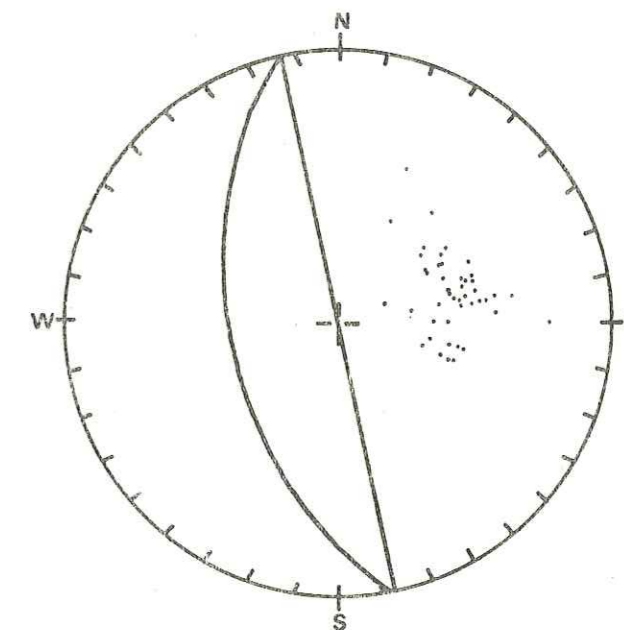
LIAS N.02 25 E
route de MONTENDRY



MICASSCHISTES N.32 65 SE
MONTSAPEY route des TAILLIS



MICASSCHISTES N 40 67 SE
500 m au N. de S^t GEORGES



MICASSCHISTES N 168 47 E
mine de S^t GEORGES (Pierre Aigüe)

Un deuxième exemple de torsion de schistosité s'observe à St Hugon en rive droite du Bens. Nous savons qu'en ce point le synclinal houiller subit une flexure qui le décroche de 700 m vers le Sud ; cette flexure se détecte également dans les terrains encaissants puisqu'à cet endroit la schistosité varie de N 32° à N. 0°.

V - Schistosité du Lias

Ici le nombre de mesures est moindre, mais néanmoins suffisant pour constater que la schistosité du Lias, bien que capricieuse, est différente de celle des micaschistes.

On s'explique assez mal le pendage 25° vers l'Est, alors que la coutume veut que ce Lias ait été entraîné vers l'Ouest par le glissement des massifs des Bauges et Chartreuse. P. VIALON pense "qu'il pourrait exister deux séries : l'une autochtone plissée sur place, l'autre chevauchante et glissée depuis son substratum oriental". Dans ce cas, chaque unité devrait posséder sa schistosité propre, la schistosité de la série supérieure étant discordante sur celle de la série autochtone. Il s'agit là d'une hypothèse qui pourrait servir de point de départ pour une étude détaillée.

En conclusion,

La schistosité des micaschistes a été recoupée par le synclinal médian ; elle est anté-houillère.

La schistosité du Lias diffère de la précédente, et sa direction correspond peut-être à celle des axes de plis des Bauges.

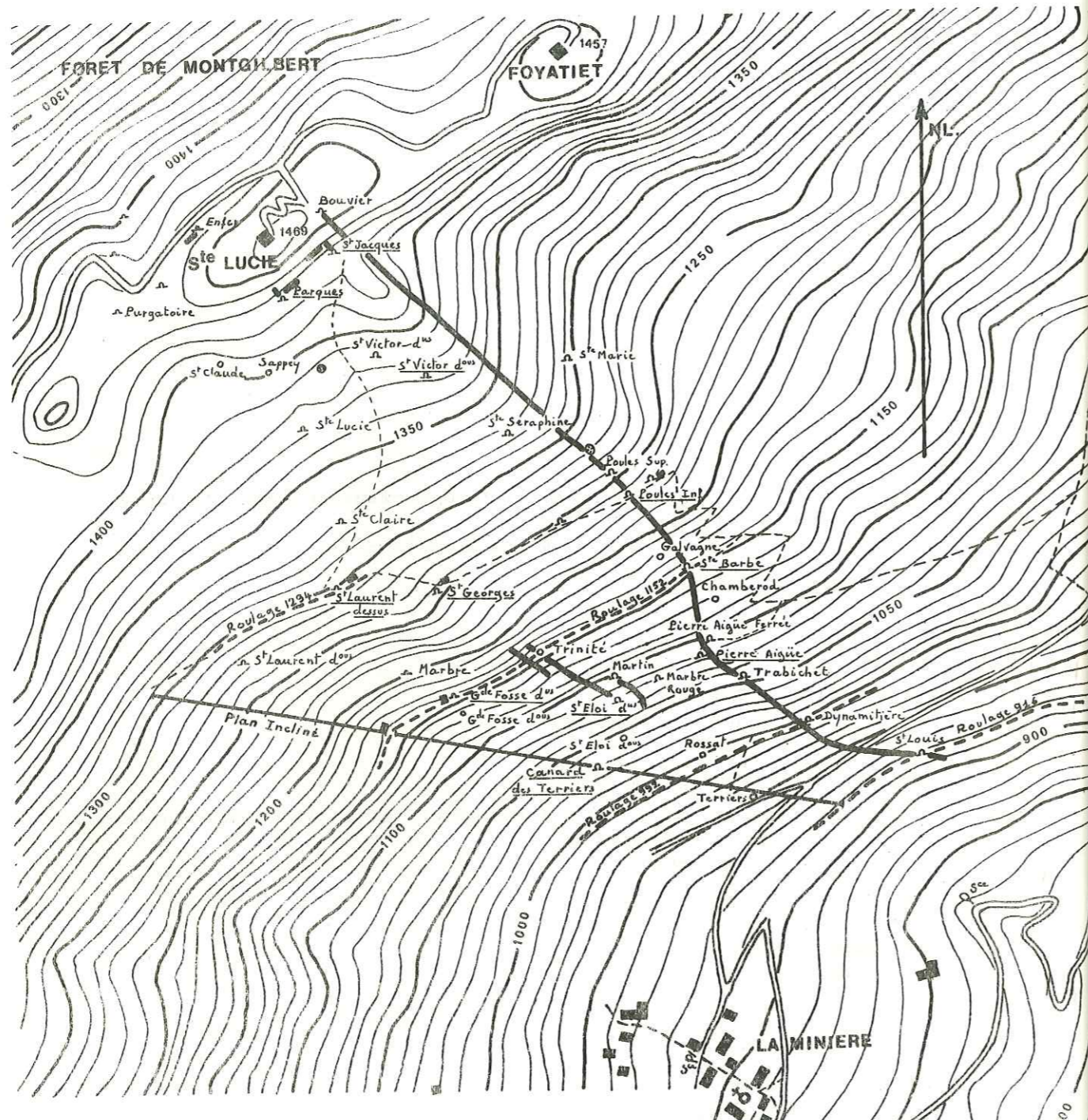
Pour le territoire étudié, les valeurs sont les suivantes :

- Micaschistes : Schistosité N. 35 - 55° SE.
- Synclinal médian : N. 50 - 45 à 70° SE.
- Faïlle du Grésivaudan : N. 47 - 70° SE à 70° NW.
- Lias : Direction de schistosité très variable - Pendage constant 25° E.
- Synclinaux Bauges-Chartreuse : Axe N. 22.

ETUDE DE LA MINE DE SAINT-GEORGES D'HURTIERES

SOMMAIRE

- I - SITUATION
- II - HISTORIQUE
- III - TRAVAUX D'EXPLOITATION
- IV - GEOMETRIE DU GISEMENT
 - A - Les Grandes Unités : Les Poules, Ste Barbe, Trinité, Grande Fosse, St Georges, Plan Canova.
 - B - Le problème de la morphologie du gisement.
 - C - Profil du gisement - Dédoublément du filon de la Grande Fosse.
- V - ETUDE DES FRACTURES PROPREMENT DITES
 - A - Les Epontes
 - B - Les Diaclases
 - C - Les Failles : Crochon - Pli - Rejet - Stries - Réfraction.
- VI - ESSAI D'ANALYSE STRUCTURALE
 - A - Détection des directions de failles importantes
 - B - Datation du filon par rapport à la schistosité
- VII - CARACTERES ET DISTRIBUTION DE LA MINERALISATION
 - A - Les Minéraux, leur mode de gisement : sidérite, ankérite, calcite, gypse, quartz, barytine, galène, blende, cuivre gris, pyrite, chalcopryrite.
 - B - Etude de quelques sections polies.
- VIII - ETUDE DES TENEURS
 - A - Teneurs en fer, manganèse
 - B - Teneurs en cuivre
 - C - Teneurs en barytine
 - D - Eléments divers
- IX - TONNAGE EXTRAIT ET RESERVES
 - A - Sur la continuité du filon en profondeur
 - B - Tonnage extrait
 - C - Panneaux de sidérite à demi-découpés
 - D - A propos du cuivre
 - E - Barytine disponible
 - F - Extension du gisement en aval pendage
- X - CONCLUSION



MINE DE S^t GEORGES

POSITION DES GALERIES: \bullet ouvertes
 \circ fermées

AFFLEUREMENT DU FILON: \



MINE DE SAINT GEORGES D'HURTIERES

I - SITUATION

Entrée Grande Fosse : x = 907,720 y = 64,820 z = 1152 m

Cet énorme filon de sidérite est situé à l'entrée de la Maurienne, sur le versant rive gauche de l'Arc, à 4 Km au Sud-Ouest d'Aiguebelle, sur la commune de Saint Georges d'Hurtières. Il se suit en affleurement sur le versant SE de la montagne, depuis la crête (altitude 1438 m), jusqu'au hameau de la Minière (altitude 916 m) où il disparaît sous la moraine. Le filon est entièrement encaissé dans les micascistes et bute à sa partie supérieure contre les grès de la base du Trias.

Les exploitations et travaux de recherche s'étendent sur 522 mètres de dénivellation ; les entrées de galeries peuvent être atteintes soit par le bas, grâce à la route forestière de la Minière, soit par le haut, depuis l'ancienne batterie Ste Lucie que l'on atteint par la route de Montendry.

Pratiquement tous les travaux communiquent entre eux ; les dépilages sont tous accessibles, ils n'ont pas été remblayés. Il a ainsi été possible d'effectuer un relevé topographique complet de ces anciens travaux qui comportent 20,5 Km de galeries et 700 bifurcations.

II - HISTORIQUE

Les documents que nous avons utilisés pour reconstituer l'histoire de ce gisement sont ceux de De VERNELH (1807), de G. De MORTILLET (1858), pour les exploitations antérieures au 19^e siècle, et les Archives du Service des mines pour les travaux plus récents.

La tradition fait remonter l'exploitation à l'occupation des Sarrasins, voire même à l'époque romaine (mines de Salluste). Le plus ancien document mentionnant le cuivre de St Georges est une lettre patente du Comte AMEDEV V de Savoie adressée à URGOLIN BERICHI le 1er juin 1289.

En 1344, le Comte AMEDEV VI, dit le Comte VERT, et le Seigneur Pierre HURTIERE décident de se partager les redevances des mines ; mais, en 1349, une épidémie de choléra éclate parmi les ouvriers et le chômage qui en résulte durera 150 ans.

En 1497, le Comte de LA CHAMBRE est investi de la totalité des droits sur la mine. Le minerai est extrait au Sappey (ou Fosse des Sapins), à St Joseph et à la Grande Fosse. Sa teneur en manganèse donne d'excellents aciers (marque Eléphant), propres à la fabrication d'armes, de ressorts, de bandages...

En 1687, le Prince de Savoie CARIGNAN, héritier, vend ces mines au Baron de CHATEAUNEUF ; ce dernier pousse activement les exploitations et la métallurgie.

En 1776, la Compagnie VILLAT devient concessionnaire du cuivre (le fer étant à la disposition des gens du pays), et ouvre les galeries de façon rationnelle : St Laurent, Ste Lucie, Le Sappey. L'exploitation, commencée aux niveaux supérieurs, se poursuit en descendant et, pour trouver du cuivre, on ouvre Les Poules, Ste Barbe, La Trinité, Pierre Aigüe. Mais, compte tenu que fer et cuivre se trouvent intimement mêlés, ceux qui exploitent du cuivre extraient également du fer et vice versa. C'est pour cette raison qu'en 1802, lorsque la Compagnie VILLAT vend ses avoirs à la famille GRANGE, un conflit éclate entre les différents propriétaires GRANGE, CHATEAUNEUF, BALMAIN, PORTIER, ... 400 ouvriers exploitent alors la mine. En 1860, à la suite d'un long procès, GRANGE

devient concessionnaire à perpétuité.

En 1875, la vente du minerai étant de plus en plus difficile, GRANGE amodie la concession à la Compagnie du Creusot qui construit des plans inclinés depuis l'altitude 1280 m jusqu'aux hauts fourneaux de La Pouille (altitude 430 m) où le minerai est grillé puis exporté au Creusot pour traitement. La mine est enfin exploitée rationnellement (par chambres et piliers) et de manière rentable. Les principaux dépilages sont St Laurent-dessus, La Grande Fosse dessus, La Trinité, Ste Barbe.

De 1875 à 1886, 257 000 tonnes de sidérose sont extraites ; de nouvelles exploitations avaient été préparées à Plan Canova et au Canard des Terriers quand l'extraction doit être stoppée. En effet, le prix de revient élevé ne peut soutenir la concurrence des minerais de Lorraine (par suite de la découverte du procédé de déphosphoration Thomas). Les plans inclinés sont alors démontés et transportés à Allevard.

De 1886 à 1888, seule l'exploitation du cuivre est poursuivie : 10 ouvriers entretiennent la mine et extraient 50 à 100 tonnes de minerai de cuivre par an.

De 1888 à 1895, le Creusot poursuit ses recherches au Canard des Terriers, puis abandonne la concession.

De 1917 à 1923 la Société des Aciéries et Fonderies Electriques de Saint-Chamond exploite le fer et devient locataire des usines de La Pouille. Pour le cuivre, elle se borne à des glanages dans les anciens chantiers.

En 1923, la Société des Mines Métalliques de Maurienne reprend les travaux et se donne pour but de remettre en état l'exploitation de la zone cuivreuse de Ste Barbe Galvagne.

En 1926, la Société HORME et BUIRE amodie le gisement et exploite avec intérêts cuivre et galène à Ste Barbe.

En 1928, la société des Mines de Maurienne entreprend des travaux de recherche pour cuivre uniquement, mais la chute du cours du cuivre amène l'arrêt des recherches en 1930.

En 1937, cette même société demande une subvention au gouvernement pour exploiter le fer du Canard des Terriers dans l'intention d'utiliser le procédé de fusion directe au four électrique qui permet d'économiser 2/3 du charbon nécessité par le traitement ordinaire ; mais en 1939 la guerre survient et la demande n'a pas de suite.

Le bail expire en 1947 et, en vertu de la législation sarde, les héritiers GRANGE restent concessionnaires à perpétuité.*

III - TRAVAUX D'EXPLOITATION

Les premiers mineurs se sont contentés d'exploiter le filon à ciel ouvert ; celui-ci affleurait en un chevelu de part et d'autre de l'arête de Montgilbert et surtout sur le versant de La Minière. De l'affleurement de la "branche" des Poules et de celle de la Grande Fosse - Saint Eloi, il ne reste que des tranchées jalonnées par d'énormes blocs de quartz décapés de leur sidérose.

Ensuite, comme dans toutes les vieilles exploitations, les mineurs ont opéré par descendries dans le filon, mais jamais par galeries en travers-bancs. La section de 1 m x 1,60 permettait à peine le passage d'un homme chargé d'une hotte de minerai ; parfois il se trouve des traçages qui ne permettent qu'une progression à quatre pattes. L'abattage devait être extrêmement difficile étant donné la dureté de la sidérose injectée de quartz : en 1800 un mineur extrayait 56 Kg de minerai trié par jour. Malgré tout, ceci ne les a pas empêchés de pratiquer d'énormes excavations comme La Grande Fosse-dessous qui n'a pas moins de 110 m de longueur sur 7 m de largeur et 50 m de hauteur.

L'aérage était suffisamment assuré par les fractures ouvertes qui lézardent la montagne. Quant à l'hexhaure, elle ne devait poser aucun problème étant donné la rareté de l'eau ; on la trouve uniquement à St Laurent en B₂₃.

* - La concession est entièrement située sur la commune de Saint Georges d'Hurtières.

dans la galerie de recherche au SW du Plan Canova (1153 m) et à l'extrémité ouest du Canard des Terriers.

Le minerai ainsi sorti était grillé une première fois sur le carreau de la mine dans des fours coniques. La sidérite partiellement transformée en oxyde était cassée, séparée du quartz, mise en sacs et descendue en trafneaux dans la vallée, notamment à Epierre, Argentine, Randens, Crans, ou transportée dans les Bauges à Aillon, Bellevaux. Pour achever le premier stade d'oxydation, la sidérite grillée était soumise à l'action de l'eau courante pendant deux ou trois ans. Ensuite elle était fondue avec du charbon de bois dans la proportion de 5 quintaux de charbon pour un de fer. Pour finir, la fonte de gueuse obtenue était réduite en fer dans les "martinets".

La présence du manganèse explique l'excellente qualité des aciers obtenus.

A partir de 1875 la société du Creusot a rationalisé l'exploitation. Les panneaux de minerai étaient reconus par montages et allongements, puis exploités par chambres et piliers, les piliers étant choisis de préférence dans les parties les plus quartzeuses. Les dépilages n'étaient pas remblayés, ce qui d'ailleurs n'était pas nécessaire lorsque les exploitants prenaient soin de laisser 1 mètre de quartz au toit du filon pour soutenir les micaschistes. Le minerai préalablement trié était chargé dans des wagonnets évacués par des plans inclinés intérieurs, puis sortis au jour par des travers-bancs. Ces derniers étaient reliés au grand plan incliné extérieur par des roulages horizontaux (St Louis 916 m - Rossat 990 m - Grande Fosse - Trinité-Ste Barbe 1152 m - St Laurent-dessus 1294 m). Le minerai ainsi descendu au fond de la vallée était grillé aux usines de La Pouille sur la rive gauche de l'Arc, près d'Aiguebelle. Les oxydes obtenus étaient expédiés au Creusot pour être réduits dans les hauts fourneaux.

A l'heure actuelle, l'abattage resterait assez onéreux en raison de la dureté du minerai et, par suite, de la grande quantité d'explosif à utiliser. Par contre, le transport serait facilité par les routes forestières établies récemment. Le traitement du minerai, lui aussi, serait plus aisé ; d'une part les procédés de flottation permettraient de séparer la sidérose du quartz et des sulfures ; et, d'autre part, la transformation directe de la sidérose en acier au four électrique permettrait d'économiser du charbon et abaisserait le prix de revient de la fusion.

IV - GEOMETRIE DU GISEMENT

L'orientation du filon de Saint-Georges a, de tous temps, été très contestée. Les anciens rapports de visite d'ingénieurs indiquent chacun des directions différentes ; ceci tient au fait que chacun visitait une partie différente du gisement, et qu'aucun n'en possédait une vue d'ensemble. Nous avons donc été conduit à éclaircir ce problème et à rechercher s'il existait un lien entre les différents filons de la mine.

Pour ce faire nous avons, en premier lieu, établi un relevé topographique précis, à l'échelle du 1/500 e, comportant plus de 3 000 points cotés, document de base que ne possédaient pas les anciens exploitants.

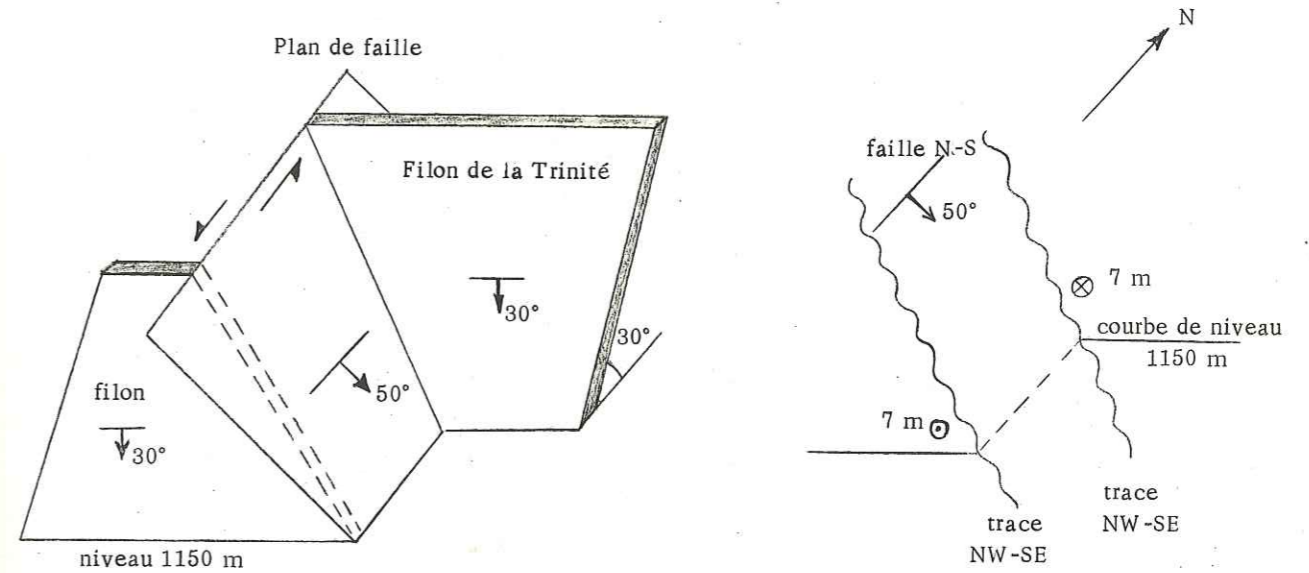
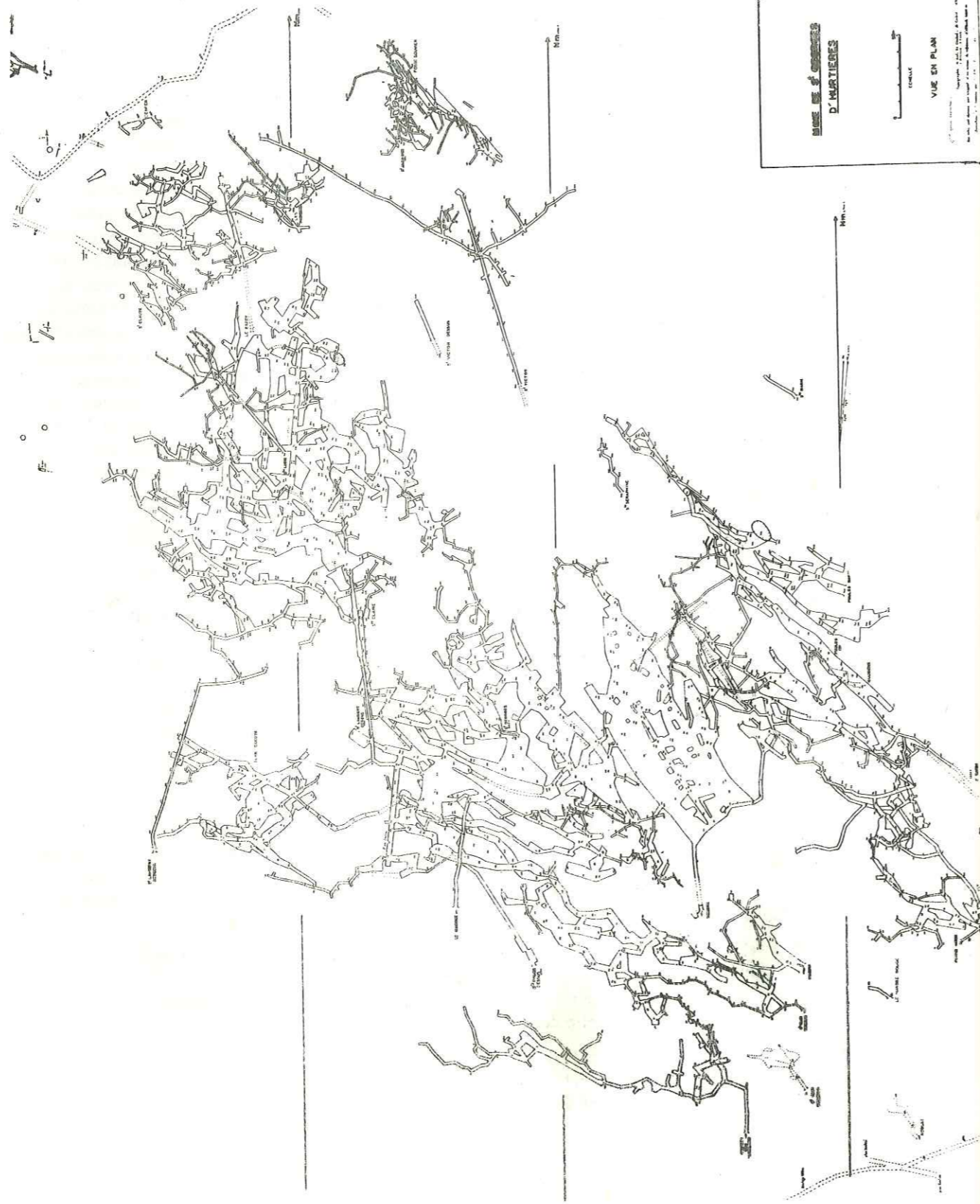
Le tracé des courbes de niveau de la surface du filon a fait apparaître des panneaux de directions différentes, séparés par des zones de torsion ou d'interruption. Ces zones tectonisées ont particulièrement été examinées sur place et les fractures reportées sur le fond topographique.

Avant de présenter les résultats, il nous a paru utile d'expliquer l'aspect inhabituel du tracé de certaines failles sur la topographie. En effet, lorsque l'on carte à grande échelle, au 1/20 000 e par exemple, on ne représente que l'intersection de la faille avec la surface topographique, et cette intersection se matérialise par une seule ligne. Ici il en est différemment, car il faut représenter l'intersection du plan de faille d'une part avec le panneau en place, et d'autre part avec le panneau rejeté :

- si la faille est verticale, sa trace n'est représentée que par une ligne dont la direction est celle de la faille ; il n'y a pas de problème.

- si la faille est oblique, sa trace sur les deux panneaux est représentée par deux lignes, et la direction de la fracture ne correspond pas du tout à celle de l'une ou l'autre trace.

Par exemple, la grande faille inclinée "Trinité ouest" qui intersecte un filon penté 30° a, sur la topographie, un tracé NW - SE : en fait, la direction d'une horizontale de cette faille n'est pas NW - SE mais N - S. L'écart est d'autant plus accentué que la faille est plus inclinée.



Chaque fois qu'il a été possible de l'observer dans la mine, nous avons noté le sens du rejet et son amplitude en utilisant les symboles classiques d'une flèche vue, soit de l'arrière ⊗ soit de l'avant ⊙. La valeur de la composante verticale du rejet est indiquée en mètres près de ce signe.

A - Les Grandes Unités

En reliant les deux extrémités de l'exploitation d'un même niveau, l'orientation du filon apparaît Est-Ouest. L'extrémité est affleure au jour suivant une ligne qui recoupe presque normalement l'arrête de la montagne, tandis que l'extrémité ouest pénètre au cœur du massif.

Lorsqu'on trace les courbes de niveau du filon, celui-ci est loin d'apparaître rectiligne ou continu : en fait, il est découpé par 5 grandes fractures ou axes de plis, orientés parallèlement suivant une direction moyenne N160 (entre N 150 et N 180), avec un pendage 60° E. Chaque panneau constitue ainsi, dans le sens vertical, une branche bien individualisée que l'on suit pratiquement du haut en bas du gisement (toutefois, vers 1400 m, il existe probablement un accident qui rend difficile le raccordement de la structure de Ste Lucie avec celle des Parques).

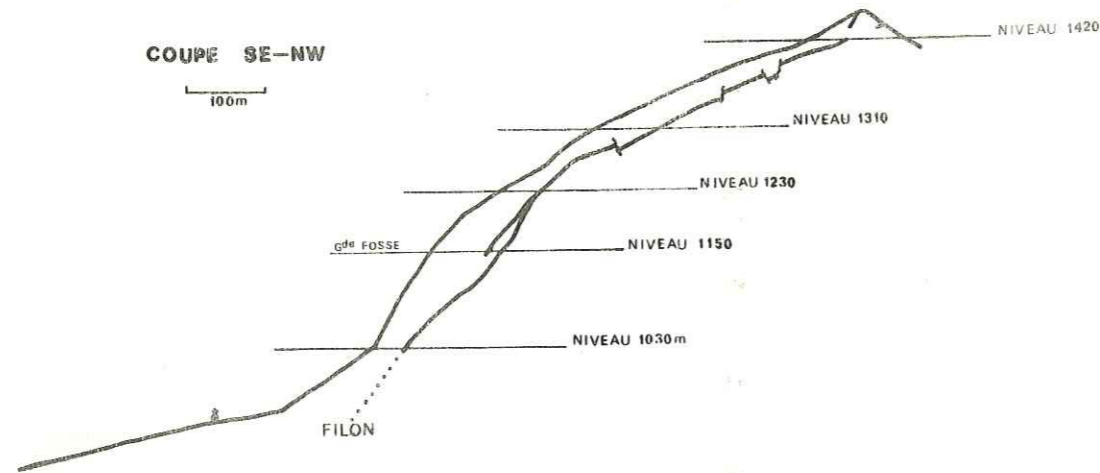
Le schéma ci-joint où nous avons découpé successivement des tranches horizontales du gisement espacées de 100 m en dénivellation, met bien en évidence les branches filoniennes avec leur orientation,

Dans le texte qui va suivre nous allons tracer les grandes lignes de ces branches ; les nomenclatures sont celles des travers-bancs et dépilages correspondants.

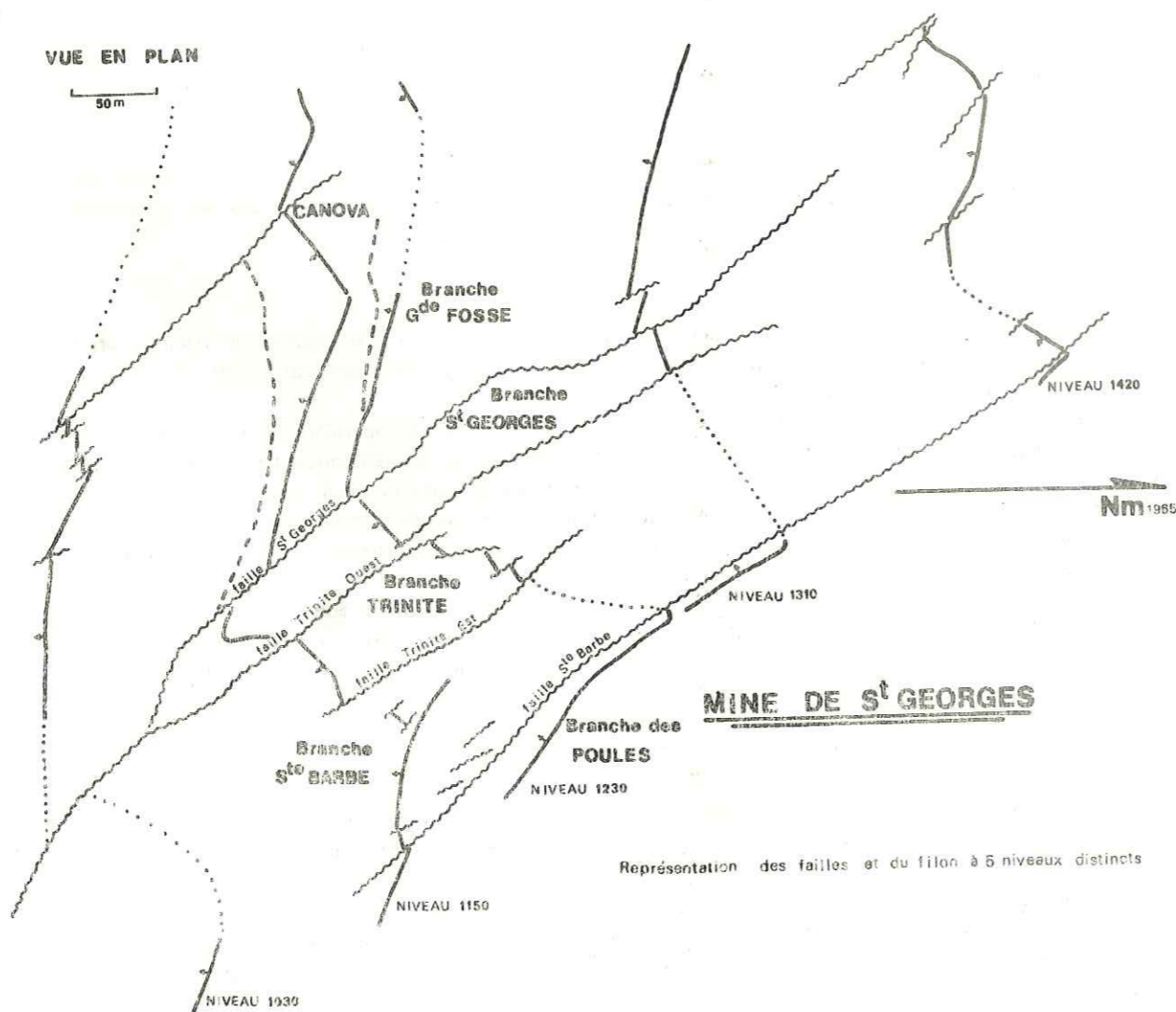
D'Est en Ouest nous avons :

1° - La Branche des Poules : très continue en affleurement, elle comprend de haut en bas : La Fosse Bouvier, - St Jacques - St Victor - Ste Marie - Les Poules - Galvagne. Ce filon, orienté NW - SE et penté 70° SW, se suit en allongement au maximum sur 140 m (aux Poules supérieures), puis se trouve interrompu par la "faille Ste Barbe" qui, nous le verrons plus loin, est en fait une charnière.

Au sommet de la montagne celle-ci retourne le filon à angle droit comme une cornière et s'ouvre progressivement vers le bas pour disparaître vers le niveau 1150 m. Le filon désormais rectiligne se poursuit en aval pendage par la branche Ste Barbe. Sa puissance oscille entre 5 et 10 m. Notons également que la barytine ne semble pas descendre au-dessous des travaux Ste Marie.



Coupe schématique montrant la position des 5 niveaux représentés ci-dessous



Représentation des failles et du filon à 5 niveaux distincts

2° - La Branche Ste Barbe : elle se distingue de la précédente par une brusque variation de pendage (45° au lieu de 70°) et de direction (grosso modo N-S). En allongement, le filon se suit sur 100 m, puis on bute sur une charnière qui le retourne en direction de La Trinité.

Cette branche n'a pas été complètement exploitée en amont pendage ; il semble qu'on puisse la raccorder avec St Jacques au sommet de la montagne. En aval pendage, Ste Barbe se poursuit par Pierre Aigüe, Trabichet, la Dynamitière. Plus bas, il a été récemment mis à jour dans le talus de la nouvelle route forestière La Minière - Montgilbert, il se retrouve également très quartzeux à la petite attaque de St Louis (916 m).

3° - La Branche de La Trinité : elle n'est pas en contact direct avec Ste Barbe ; des îlots de filons encadrés de failles forment une transition.

Le magnifique défilage de La Trinité, dont la puissance varie de 5 à 8 m, est limité de part et d'autre par deux grandes failles évoluant parallèlement à 50 m l'une de l'autre, dénommées "Trinité Est" et "Trinité Ouest". En aval pendage ce filon se poursuit par Martin et, peut-être, Rossat ; mais son orientation tourne progressivement de NE - SW à NW-SE.

En amont pendage, le filon semble se pincer et n'est matérialisé que par un miroir de faille jalonné par des lambeaux de sidérose, comme s'il avait été étiré dans sa propre structure. . . . Il réapparaît enfin, avec une puissance plus faible (3 m), mais avec la même direction et le même pendage, à 1435 m dans un petit défilage au NE de l'entrée des Parques. Entre Trinité et les Parques, il existe donc une importante lacune. Les recherches de St Victor n'ayant pas recoupé la structure, ne peut-on pas invoquer une faille qui aurait rejeté le filon au jour, au-dessus de la surface topographique.

4° - La Branche de St Georges : surélevée de 8 m par la faille de La Trinité ouest, et bordée de l'autre côté par la faille St Georges, cette branche, véritable bande large de 40 m découpée dans le filon, se suit du haut en bas du gisement. En partant du haut les défilages se succèdent ainsi : Le Sappey - Ste Lucie Est - La Bataille - Bérard - Le Plan St Georges, puis cette branche disparaît complètement à St Eloi-dessus par suite de jonction des deux failles qui la bordent. Mais le processus de cette terminaison n'était pas évident et, fort heureusement, cet extrait d'un rapport de 1884 nous a apporté des éclaircissements : "... à 40 ou 50 m au-dessous de l'entrée de la Fosse Ste Reine, on peut voir le pli du filon qui, sorti au jour, se replie pour rentrer de nouveau dans la montagne dont la surface a été érodée". Sans aucun doute, vers le bas, cette branche se réduit à une simple charnière, puis à une faille unique.

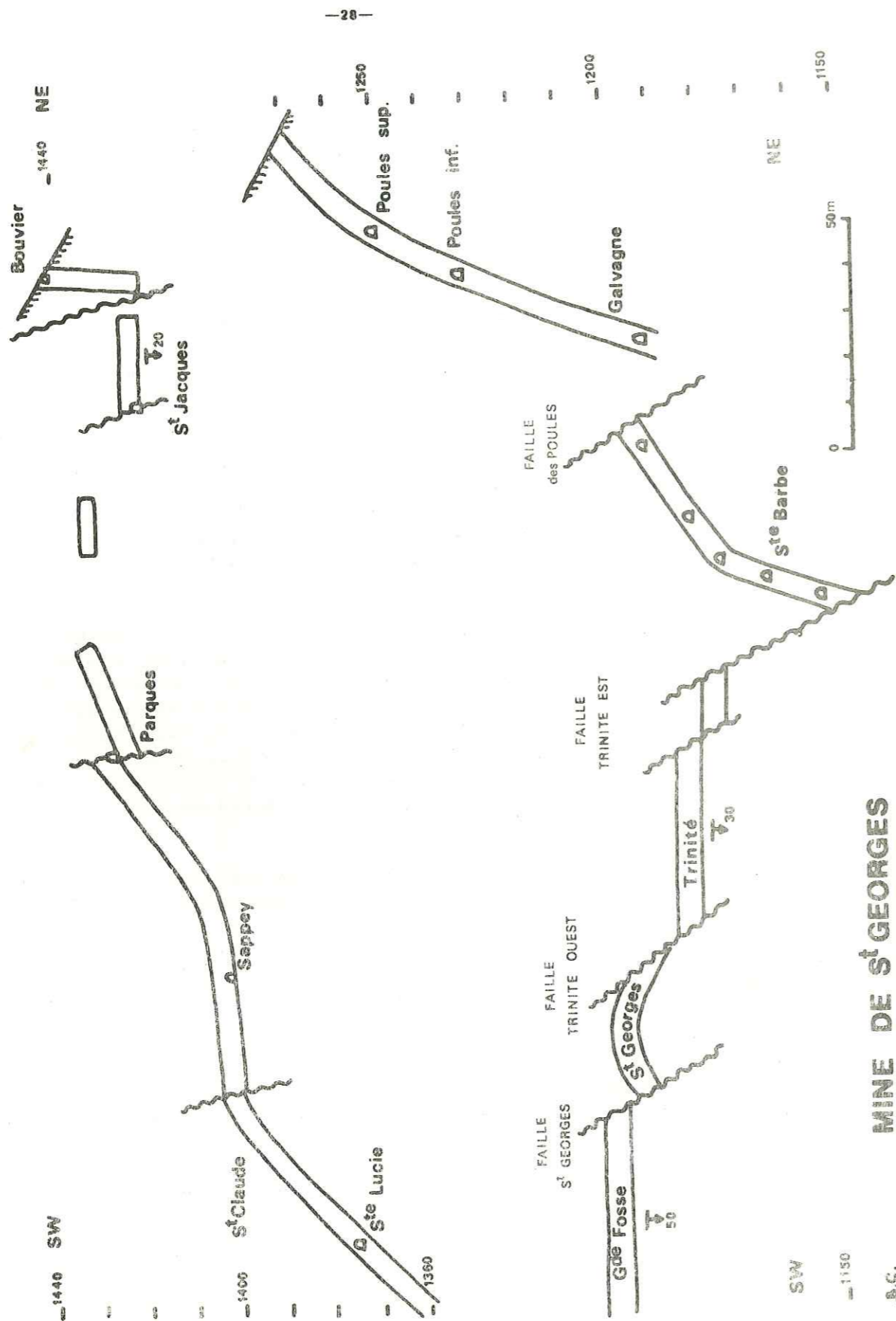
5° - La Branche de la Grande Fosse : c'est certainement l'unité rectiligne la plus étendue de ce gisement. Elle a été suivie en allongement sur 150 m, que ce soit à Ste Lucie-ouest (galerie partiellement éboulée), à la Grande Fosse ou au Canard des Terriers.

Au-dessous du niveau 1220 m, le filon se divise en deux branches sensiblement parallèles : celle du toit porte le nom de Grande Fosse-dessus (ou Ste Reine), et celle du mur le nom de Grande Fosse-dessous ; elles sont séparées par 10 m de micaschistes. Ce dédoublement n'est pas assorti d'une diminution de puissance (6 m pour chacune) mais, fait remarquable, seule la Grande Fosse-dessous se poursuit en profondeur vers le Canard des Terriers. La branche de la Grande Fosse-dessus disparaîtrait vers 1140 m ; elle n'a pas été retrouvée plus bas. Cette question fera l'objet plus loin d'une étude particulière.

En surface, ces deux filons affleurent au-dessous de 1200 m grâce à la faille St Georges qui les a rejetés au jour. Des exploitations par tranchées sont visibles 20 m à l'Ouest de l'entrée du travers-banc de La Trinité ; elles se poursuivent plus bas en direction de St Eloi.

6° - La Branche de Plan Canova : il est probable que la Grande Fosse-dessous se poursuit latéralement par le Plan Canova, mais la transition (charnière) n'a pu être étudiée en raison d'un éboulement. Toujours est-il qu'ici le filon accuse un pendage plus faible (30° SE), une direction NE - SW et une puissance plus faible (3 à 4 m). Cette branche large de 40 m n'a pas été reconnue sur toute sa hauteur, mais aucun accident majeur ne s'oppose à son extension. Elle se retrouve d'ailleurs au niveau du Canard des Terriers, 120 m plus bas.

COUPES TRANSVERSALES



A l'Ouest du Plan Canova, une charnière, bien visible en P II et M 22, fait basculer le filon à 80° Sud ; il se poursuit, riche en sidérite, sur 50 m, avec une direction E - W. Ensuite, un éboulement ne permet pas de progresser au-delà, mais une galerie a suivi du quartz sur 100 m. Voici ce qu'en dit l'ingénieur des mines en 1890 : "le filon de la Grande Fosse ne disparaît pas à son extrémité dite "la Manche de Plomb" qui est à peu près à 220 m du jour, mais il s'appauvrit et paraît se perdre en filets dans les schistes".

En résumé, on peut dire que le filon de St Georges est dirigé E - W et penté de 25 à 50° Sud. Il est découpé obliquement en 5 panneaux par des charnières d'axes obliques et des failles parallèles N 160. L'influence de ces failles diminue en profondeur : les failles Trinité-ouest et St Georges se rejoignent à St Eloi pour n'en former qu'une seule ; la charnière Ste Barbe s'ouvre vers 1150 m. . . si bien que le filon tend à devenir rectiligne, donc beaucoup plus facile à suivre en travaux souterrains.

Remarque 1 - Les résultats énoncés précédemment apparaissent peut-être séduisants ; mais les problèmes structuraux sont loin d'être tous éclaircis.

Il existe à la cote 1400 m une discontinuité qui se traduit par une interruption dans les exploitations supérieures (entre Sappey et Ste Lucie) d'une part, et, d'autre part, par des difficultés pour raccorder les failles maf-tresses. Par exemple, la faille Trinité-ouest élève le compartiment ouest au niveau de La Trinité ou St Laurent, mais, par contre, l'abaisse au sommet du gisement. Le grand accident transversal responsable de ces perturbations n'a pu être véritablement mis en évidence sur le terrain ; mais il semblerait correspondre à la fracture SW - NE visible à deux reprises à St Victor.

Remarque 2 - Au niveau de St Laurent-dessous, le travers-banc a recoupé par hasard un filon de pyrite cuivreuse (exploité sur 10 m de large et 50 m de haut) de direction SW - NE 40° SE et d'aspect absolument différents du filon principal (quartz et sidérite pratiquement absents) ; il ne faudrait d'ailleurs pas chercher à les raccorder.

Remarque 3 - St Louis, qui s'ouvre sur le roulage 916 m, constitue l'affleurement le plus bas, soit 522 m de dénivelée sous la Fosse Bouvier (arête du massif). Dans cette partie basse, le filon paraît beaucoup plus rectiligne et sa direction générale devient ESE - WNW. Il se révèle quartzeux et riche en calcite dans cette galerie qui n'a pénétré que l'extrémité ESE du filon, près de la surface. Cette observation n'implique pas que l'absence de minéralisation se fasse sentir plus loin en allongement, ni qu'il y ait appauvrissement systématique du filon en aval pendage.

B - Le Problème de la morphologie du gisement

Parmi tous ceux qui ont abordé le problème de la genèse de ce gisement, les avis étaient très partagés ; on peut néanmoins définir trois écoles :

1) - Devant cet apparent désordre filonien, certains ont pensé à un réseau de fractures originellement sèches, par la suite plissées et faillées, dans lesquelles la minéralisation serait venue en dernier lieu.

Ce processus s'avère peu probable. En effet, si la structure telle qu'on l'observe à l'heure actuelle avait existé avant la mise en place du filon, celui-ci aurait dû s'être déposé avec une puissance égale dans les zones tranquilles et dans les zones de torsion. Or ce n'est pas le cas : l'observation montre qu'à la rencontre des failles le filon, puissant de 8 m, se réduit jusqu'à 0,50 m et forme un magnifique crochon de faille. La preuve est donc faite que les failles sont postérieures au dépôt du filon.

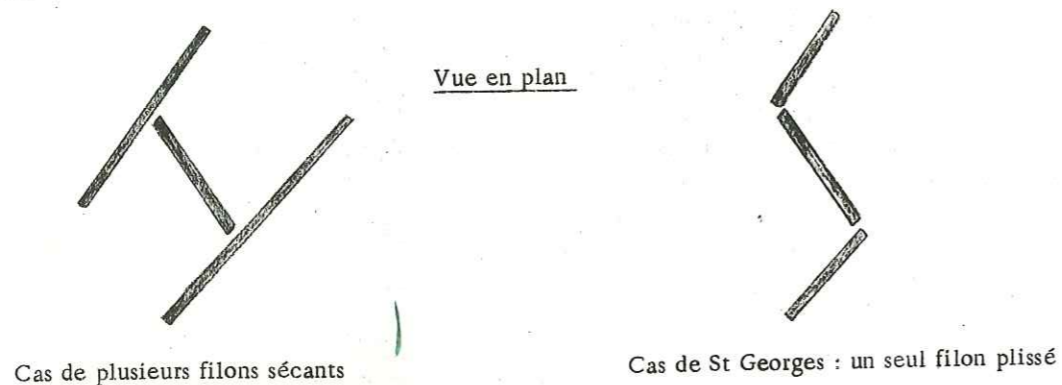
2) - D'autres ont pensé que le gisement se composait de plusieurs filons, chacun d'eux ayant une direction qui lui est propre.

Cette conception était séduisante étant donné les importantes variations de direction et de pendage : le panneau de La Trinité perpendiculaire à celui des Poules en est un exemple. Nous-mêmes, au début de notre étude, étions persuadé que cette conception était la bonne, et nous avons fait du Plan Canova la réapparition

du filon de La Trinité rejeté par le filon de la Grande Fosse. Mais, une fois la topographie du gisement établie, nous avons abandonné cette idée pour nous rallier au point de vue ci-après.

3) - On peut en effet concevoir que les branches filoniennes décrites précédemment appartiennent à un seul et même filon mis en place dans une structure rectiligne, et qui aurait été plissé lors d'une phase tectonique ultérieure. A l'appui de cette hypothèse, nous apportons une série d'observations :

a) - L'observation des courbes de niveau du gisement montre que, à quelque niveau que ce soit, aucune branche ne semble empiéter sur la voisine ; c'est-à-dire qu'aucun filon n'intersecte véritablement le voisin ; en fait, ils se relaient.

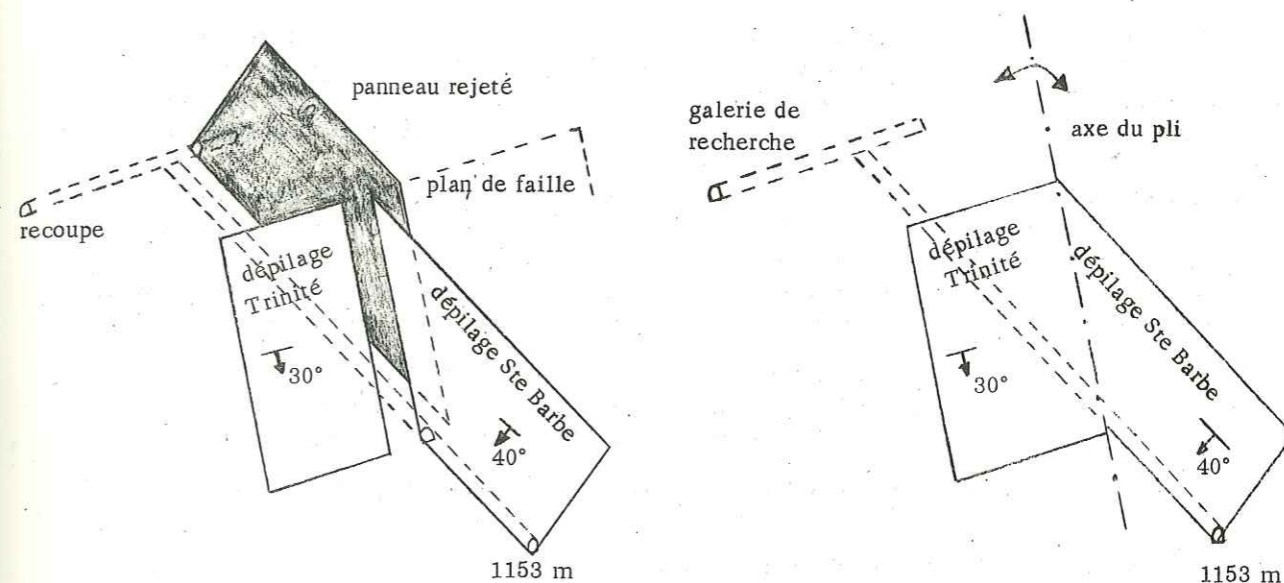


b) - L'importance des failles ou charnières évolue avec l'altitude ; ainsi, deux panneaux distincts à un niveau donné, peuvent devenir pratiquement en prolongement l'un de l'autre à un autre niveau.

Par exemple, au sommet du gisement, la branche des Poules (défilage St Jacques 1420 m) se retourne à 90° et se dirige vers les Parques. Plus bas (altitude 1150 m) cette charnière est moins marquée, la branche Ste Barbe établit une jonction entre la branche des Poules (défilage Galvagne) et celle de La Trinité. Encore plus bas (altitude 1060 m), au niveau de Trabichet, cette charnière n'est plus sensible, le filon est rectiligne. Ainsi, deux branches filoniennes perpendiculaires à un niveau supérieur se résolvent en profondeur en une seule branche rectiligne.

c) - Dans le cas où le filon de Ste Barbe serait différent du filon de La Trinité, la faille qui en limite l'extension vers le NW ne devrait être qu'un accident banal qui aurait rejeté le filon quelques mètres plus loin. C'est dans cette idée, et pour tenter de retrouver la suite du filon de Ste Barbe de l'autre côté de la faille, que, en 1925, l'allongement niveau 1153 a été prolongé de 55 m ; cette galerie entièrement dans les schistes a été complétée par une recoupe de 15 m vers le NE et une autre de 40 m vers le SW ; mais ces reconnaissances n'ont intersecté aucun filon. L'auteur de ces travaux, un peu dérouté, conclut : "la minéralisation n'a pas été retrouvée ; il semblerait donc qu'il ne s'agit pas d'une véritable faille, mais plus simplement d'une interruption sans rejet du filon". (SCHWANDER - Société des Mines de Maurienne)

Etant donné que ces importants travaux de reconnaissance n'ont pas retrouvé le filon au-delà de la faille, force est d'admettre que son interruption correspond à une charnière : la branche Ste Barbe n'est donc qu'un volet reliant la branche des Poules à celle de La Trinité ; elles appartiennent à un même filon originel.



Cas où les filons se recoupent

On devrait trouver la suite du filon de Ste Barbe de l'autre côté de la faille.

Cas où le filon a été plissé

Le filon de la Ste Barbe se poursuit vers la Trinité.

d) - Nous pouvons compléter ce paragraphe par d'autres exemples, peut-être moins frappants, mais qui viennent tous confirmer les observations précédentes.

- Aux travaux Martin, plus de 100 mètres de galeries, entièrement dans les micascistes, ont été effectués en 1930, dans l'intention de reconnaître la faille Trinité-ouest et retrouver le filon. Ces galeries ne pouvaient aboutir du fait que le filon était rejeté vers l'extérieur et qu'il repénétrait dans la montagne à St Eloi avec une direction différente.

- A la même époque, à "Pierre Aigüe Ferrée", 170 mètres de galeries ont été percées dans les schistes, dans l'intention de recouper l'aval pendage de Galvagne. En fait, nous savons maintenant que Galvagne se poursuit par Ste Barbe et plus bas par Pierre Aigüe et qu'ainsi le filon recherché se trouvait à l'entrée même de la galerie.

e) - Toujours en faveur de l'existence d'un seul filon, nous ferons remarquer que, dans chaque branche, la puissance de la caisse filonienne est la même, de l'ordre de 5 à 8 m. La minéralisation elle aussi est de composition constante : quartz, sidérite manganésifère grise, chalcopryrite, remplissent les fissures... barytine au-dessus de 1300 m.

En conclusion, cette série d'observations concordantes conduit à penser que l'hypothèse d'un filon unique, ultérieurement plissé et faillé, est bien la conception qui s'impose.

C - Profil du gisement - Dédoublage du filon de la Grande Fosse

Une coupe orientée suivant la ligne de plus grande pente du filon La Grande Fosse-Ste Lucie met en évidence une brusque variation de pendage à l'altitude 1270 m. Le filon, incliné à 25° dans sa partie supérieure, plonge brusquement à 50° Sud. (Notons au passage que cette rupture de pente correspond à la limite inférieure du dépôt de la barytine ; serait-ce pure coïncidence ?)

Pour expliquer le faible pendage du filon au sommet, on pourrait imaginer l'action d'un réseau de failles hachant un filon originel à 50° et abaissant successivement les compartiments NW à la manière d'un escalier. Le

filon formerait ainsi un crochon à l'approche de la grande fracture d'effondrement de Montgilbert. En fait, les relevés géologiques montrent que les failles existantes ne sont pas assez nombreuses, les rejets pas assez importants et de toutes façons dirigés tantôt vers le haut, tantôt vers le bas. De plus, le zoning, lorsqu'il est visible, indique pour chaque tronçon un pendage de 25° Sud et non pas 50°. Le processus de "clavaux" de C. BORDET ne peut donc s'appliquer ici.

Malgré tout, l'idée d'un crochon de faille n'est pas absolument à rejeter car on peut également imaginer que le sommet de la montagne, entraîné par l'effondrement de Montgilbert, ait basculé de 25° et, avec elle, le filon qui resterait ainsi le témoin de ce mouvement.

Dans cette hypothèse, la schistosité des micaschistes devrait accuser elle aussi une diminution de pendage équivalente. Les mesures effectuées en quelques points ne sont pas en faveur de cette hypothèse :

- Route de St Georges d'Hurtières : schistosité pentée 46° Est (15 mesures).
- Pierre Aigüe (bas du gisement) : schistosité pentée 50° Est (40 mesures).
- Les Parques (sommet du gisement) : schistosité pentée 55° NE (6 mesures).

Si l'on abandonne cette idée, il reste à admettre que la minéralisation s'est tout simplement déposée dans une structure initialement gauchie.

Un autre problème reste également à élucider : celui du filon bifide de La Grande Fosse. Si l'on se reporte au niveau 1210 m, on remarque que le filon principal semble émettre vers le bas un rejet de même puissance mais d'aval pendage limité à 80 m. Cette branche auxiliaire, dénommée Grande Fosse-dessus ou Filon du Toit, n'est séparée de la Grande Fosse-dessous que par un entre-deux schisteux de 10 m d'épaisseur. Ce filon auxiliaire se suit également en affleurement jusqu'à l'altitude 1128 m au-dessous de laquelle il disparaît.

La genèse de ce filon pose un problème auquel nous n'avons pu trouver d'explication satisfaisante. On aurait pu imaginer la présence en profondeur de 2 filons se fondant plus haut en un seul. Une faille abaissant d'environ 25 m le compartiment sud aurait mis le filon de la Grande Fosse-dessous en contact avec celui de la Grande Fosse-dessus abaissé. Dans ces conditions, les travaux du Canard des Terriers à 1027 m auraient dû recouper deux filons, soit dans le travers-banc de 30 m, soit dans la recoupe de 25 m (dynamitière). Or, ces travaux n'ont recoupé et suivi qu'un seul filon ; la digitation de la Grande Fosse-dessus ne se prolongerait donc pas en profondeur.

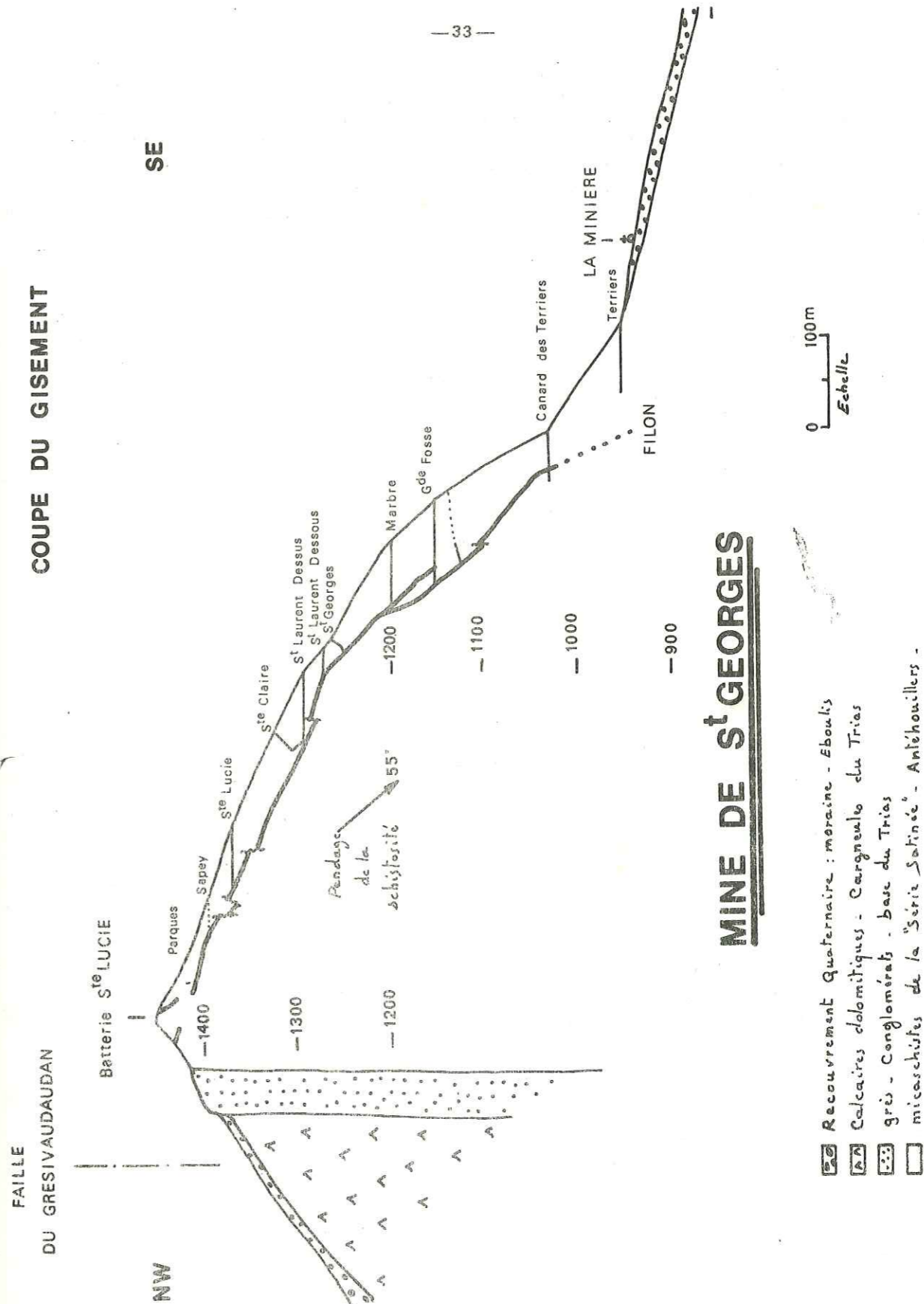
V - ETUDE DES FRACTURES PROPREMENT DITES

La densité de fractures qui affecte le filon est très grande : pour fixer les idées, 30 mètres de galeries suffisent parfois pour déceler 120 directions de cassures. Devant une telle abondance, comment différencier les diaclases, les failles à fort rejet et les épontes du filon ?

A) - Les épontes ne se présentent jamais sous l'aspect d'une surface plane, d'un miroir ; que ce soit au toit comme au mur, le quartz et la sidérite moulent les aspérités et injectent les micaschistes très plissotés à ces endroits. Le "collage" filon-micaschistes s'avère excellent et, si un décollement doit se produire, il s'effectue dans la masse du filon, ou bien en dehors, au sein des micaschistes.

B) - Outre les récentes fractures ouvertes, véritables lézardes de 1 m de large, qui sillonnent la montagne au point de permettre parfois un aérage naturel de la mine, le filon est haché par un réseau de magnifiques cassures larges de quelques centimètres. Elles sont tapissées de quartz devenu spongieux par suite de la dissolution de la sidérite ou de la calcite par les eaux. Lorsque cette cassure a été soumise à la compression, cette éponge est réduite en une farine de quartz.

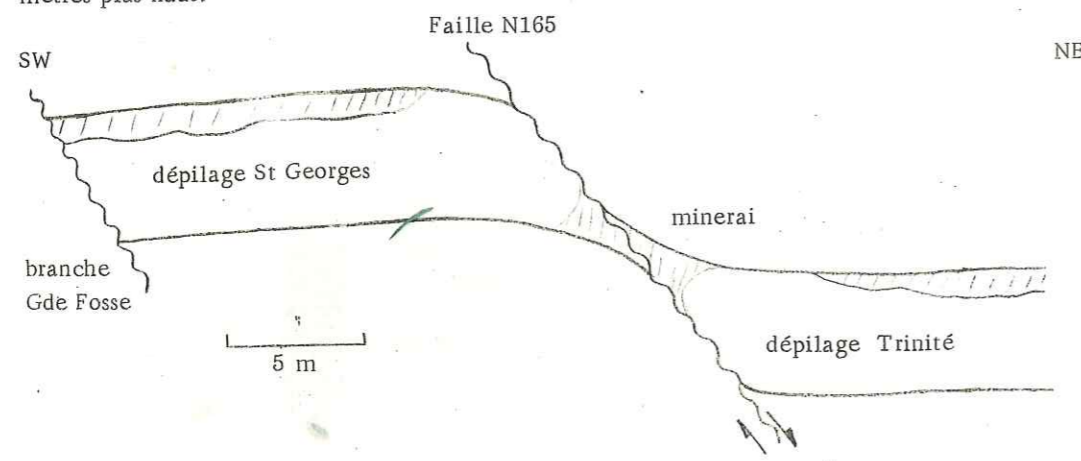
En fait, contrairement à ce que l'on pourrait penser, ces cassures ne sont que des diaclases sans influence sur la structure du gisement. Du point de vue direction, nous verrons plus loin qu'elles ne sont pas parallèles aux grandes fractures.



C) - Les grandes fractures qui conditionnent la géométrie du gisement sont beaucoup moins spectaculaires. Leur caractéristique première est de former un miroir très régulier lorsque le minerai est en contact avec les micaschistes et, par contre, d'être à peine visibles lorsque le rejet insuffisant laisse le minerai en contact avec lui-même. Ces fractures, généralement inclinées de 40 à 60°, sont tapissées d'une pellicule d'argile provenant de la décomposition des micaschistes ; en tous cas elles ne sont jamais minéralisées.

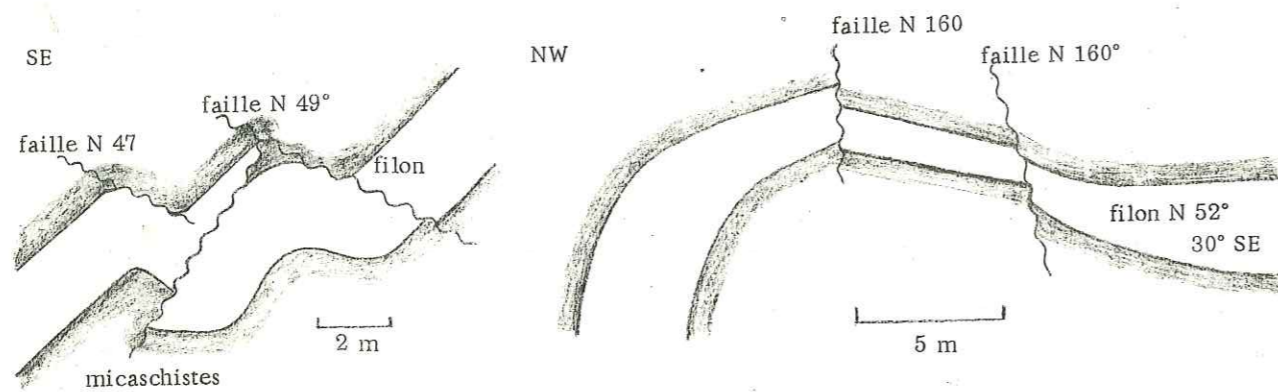
Le deuxième côté remarquable est la parfaite conservation du filon, lequel reste très homogène. A l'approche de la faille il forme un crochon, et son étirement le long du plan de faille réduit la puissance de 8 m à 0,50 m. La composition et l'aspect du minerai dans la partie étirée sont analogues à ceux du filon en place. Il est assez déconcertant de voir des matériaux aussi peu ductiles que le quartz et la sidérite s'être comportés en matériaux plastiques ; ceci laisse penser que les déformations ont dû se produire très lentement.

La faille de La Trinité ouest offre un magnifique exemple qui illustre ce phénomène. Un montage dans le plan de faille permet de suivre pas à pas l'évolution du filon qui reprend sa puissance normale une fois rejeté 6 mètres plus haut.



Coupe du filon en F₈ au sommet de la Trinité

Le secteur de Plan Canova nous donne d'autres exemples de phénomènes de flexion et de torsion.



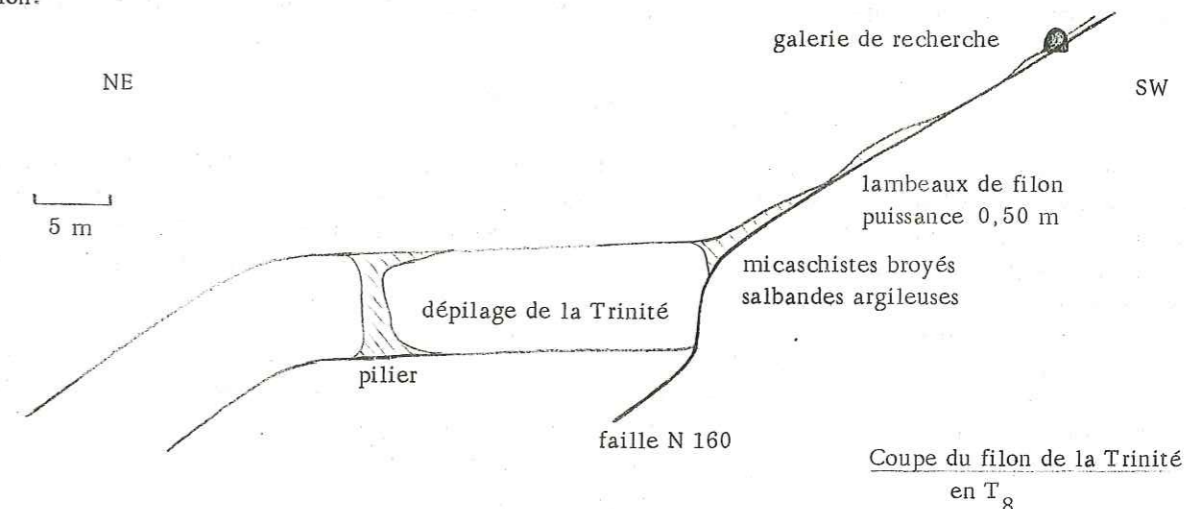
Tassement du filon sur lui-même plan Canova en R₁₁

Plissement du filon - Plan Canova en M₁₂ et K₁₂

Chaque fois que possible, nous avons mesuré le rejet vertical de la faille, d'une part en recherchant la position du panneau rejeté, et d'autre part en mesurant la hauteur séparant les deux toits lorsqu'ils sont visibles.

Les stries indiquent généralement des mouvements de haut en bas ; les bourrelets, lorsqu'il s'en présente, indiquent le sens du mouvement. L'interprétation est d'ailleurs délicate, car stries et bourrelets témoignent de la direction et du sens du dernier rejeu, lequel n'est pas obligatoirement le plus important.

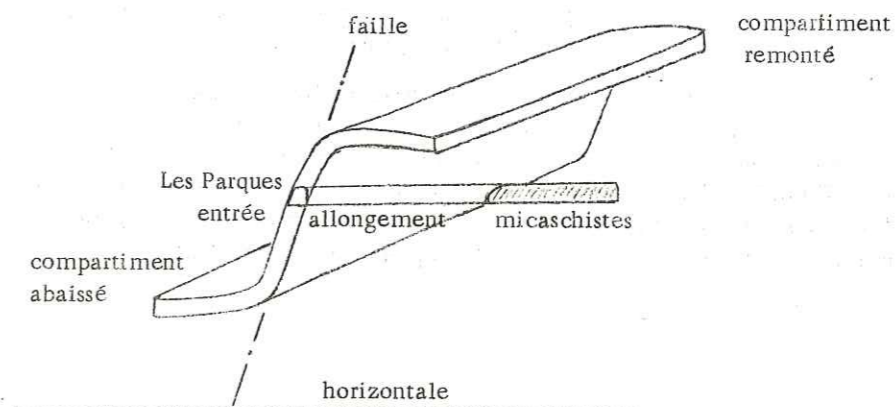
Il arrive parfois que, pour traverser le filon, une faille inclinée s'incurve, prenne un pendage plus fort, et une fois dans les schistes, retrouve son pendage originel. On peut penser qu'il s'agit là d'un phénomène de réfraction.



Coupe du filon de la Trinité en T₈

A l'extrémité supérieure du dépilage de La Trinité, le filon recoupé par une faille N - S disparaît et n'a pas été exploité ni même retrouvé en aval pendage. A un niveau supérieur (1237 m), une galerie (Galerie Moll), tracée vraisemblablement dans le plan de faille, a retrouvé quelques lambeaux de sidérite (0,40 m de puissance) qui, à notre avis, ne sont autres que les produits de l'étirement du filon dans la faille. Cet étirement est de grande amplitude puisqu'il mesurerait au minimum 30 mètres. Dans ces conditions le filon devrait être remonté, mais les anciens exploitants n'ont pas réussi à le retrouver.

Au sommet du gisement, à l'entrée des Parques, la galerie suit sur 55 m une fracture que l'on pourrait croire comme minéralisée (3 m de quartz et barytine). En fait, cette fracture n'a pas apporté de minéralisation ; le filon n'"occupe" la faille qu'entre le panneau en place et le panneau abaissé au SW. Pour rester en permanence dans le minerai, il aurait fallu percer un montage et non pas une galerie horizontale qui, fatalement, devait pénétrer dans les micaschistes.



VI- ESSAI D'ANALYSE STRUCTURALE

Au début de nos recherches la tectonique du gisement n'apparaissait pas de façon évidente, tant la quantité de fractures était grande. Parmi toutes ces fractures, il fallait faire un tri ; ce tri aurait été d'autant plus objectif qu'il aurait découlé de la statistique. C'est pour cette raison que nous avons fait appel à l'analyse structurale, et nous montrerons pourquoi les résultats n'ont pas été concluants.

En second lieu, nous voulions savoir si la schistosité des micaschistes avait affecté le filon, ou bien si celui-ci s'était mis en place plus récemment ? Là, par contre, l'analyse structurale nous a permis d'élucider le problème.

A - Détection des directions de failles importantes.

Notre méthode a consisté à mesurer le plus grand nombre de plans de cassures (définis par direction et pendage), puis à les placer sur un canevas de WULF. Rappelons que ce canevas permet de représenter des plans par des points et de rendre leur groupement plus facile. Une série de mesures pratiquées dans une même zone fait ressortir une ou plusieurs directions privilégiées. En renouvelant l'opération dans plusieurs dépilages il devient possible de comparer les directions obtenues. C'est ainsi que nous espérons découvrir des directions de fractures communes à tout le gisement.

Les diagrammes de WULF ont effectivement révélé des directions précises, mais il n'est pas deux dépilages dont les fractures soient de directions concordantes. Il nous était apparu sur le terrain que cette tentative méritait d'être entreprise, mais elle s'est avérée infructueuse. Nous avons tenu néanmoins à présenter les diagrammes ci-joints ; ils pourront être exploités à d'autres fins.

B - Datation du filon par rapport à la schistosité.

Dès le départ nous pouvons affirmer que le filon recoupe la schistosité des terrains encaissants. L'ensemble des mesures effectuées dans les travers-bancs en apporte la preuve ; mais plus on s'approche du filon, plus les micaschistes deviennent plissotés. On en trouve même des lambeaux plissotés, probablement détachés des épontes, noyés dans la masse quartzreuse du filon.

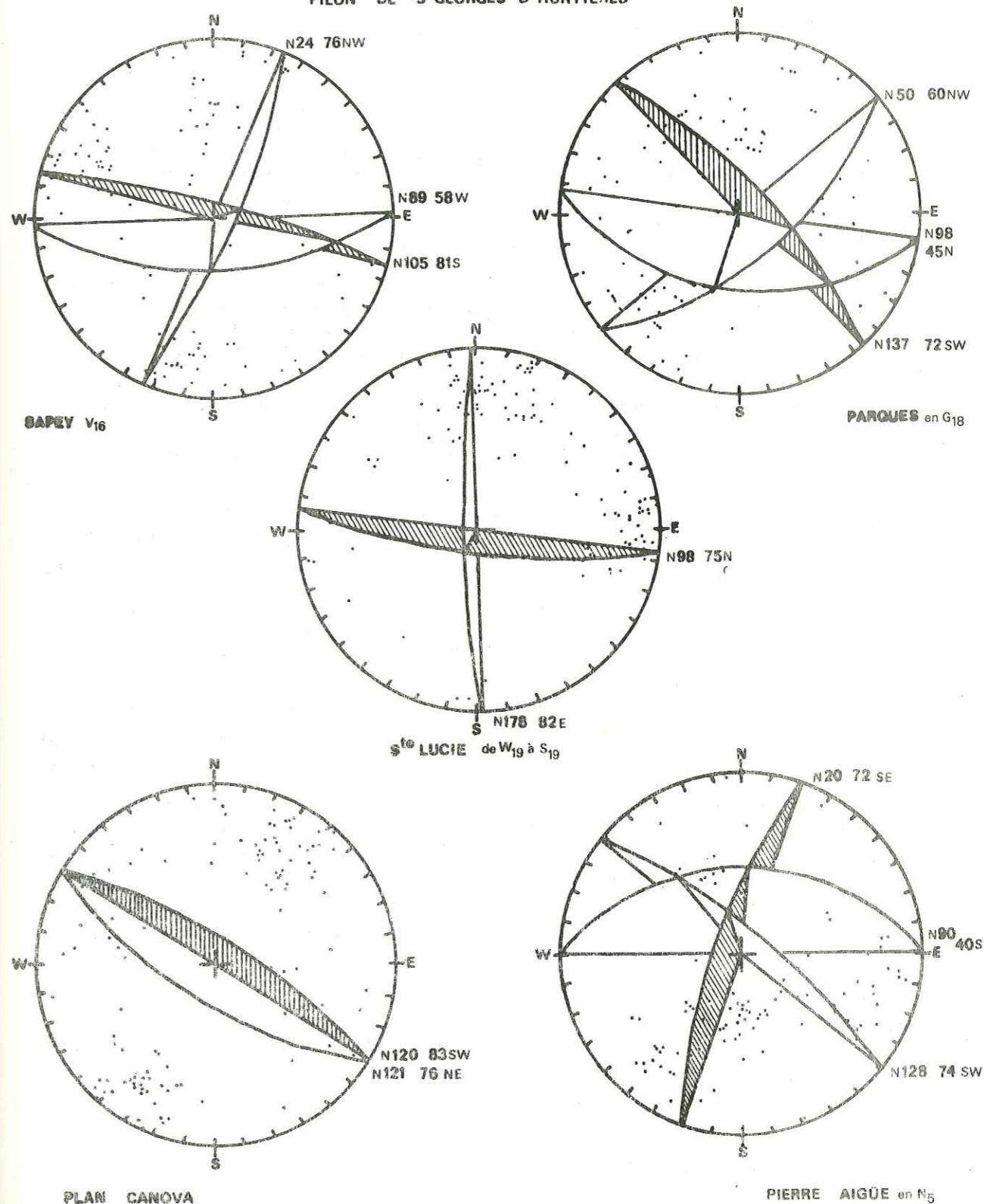
Ceci étant, nous étions portés à penser que le filon était plus récent que la schistosité. Mais, dans ce cas, étant donné que le filon a été plissé, la schistosité devrait l'être également. Or, des mesures de l'orientation de la schistosité cristalphyllienne pratiquées en différents points et le plus près possible du filon ont montré qu'il n'en était rien. Bien que le filon soit plissé, les micaschistes conservent une schistosité constante N 168 -47° E. Par surcroît, cette direction a ceci de remarquable qu'elle correspond exactement à celle des failles et axes de plis qui donnent au gisement sa géométrie actuelle.

Donc, contrairement à ce que nous pensions, le filon est antérieur à la schistosité, laquelle est elle-même anté-houillère. Les étapes de formation se seraient déroulées comme suit :

- 1) - mise en place du filon dans une série sédimentaire péritique,
- 2) - phase orogénique de compression (liée au métamorphisme de faible intensité) ayant plissé cette série sédimentaire et, avec elle, le filon de St Georges. De ces plis serait apparue une schistosité axiale qui affecte tout le massif des Hurtières. On peut même ajouter que si, de ces plis, il ne reste plus que des plans de schistosité, à plus forte raison la stratification a été complètement effacée. Heureusement pour nous, le filon a joué le rôle de banc repère et nous a permis de mettre ce phénomène en évidence.

DIAGRAMMES DE DIACLASES

FILON DE S^tGEORGES D'HURTIÈRES



D.C.

VII- CARACTERES ET DISTRIBUTION DE LA MINERALISATION

A - Les Minéraux - Leur mode de gisement.

a) - La Sidérite de St Georges a la particularité de n'être ni brune, ni à grands cristaux rhomboédriques, comme la sidérite classique de type Allevard. Bien au contraire, en cassure fraîche, sa couleur est gris verdâtre ; son aspect évoquerait plutôt un calcaire saccharoïde. A l'œil les petits rhomboédres ne sont pas apparents ni, à plus forte raison, le clivage. Cet édifice très fin et homogène donne parfois des cassures conchoïdales.

Par altération cette sidérite devient brune, voire même noir d'encre. Cette teinte est probablement due à l'apparition d'oxydes de fer et surtout de manganèse par suite de la décarbonation.

- Il existe un faciès encore plus fin, de couleur gris verdâtre ; on en trouve des spécimens dans toutes les parties du gisement. Un échantillon prélevé en AI, au sommet du dépilage de Ste Barbe, montre une brèche de cette sidérite fine parfaitement cimentée par de la sidérite plus grossière. Le passage de l'une à l'autre est franc ; chaque faciès correspond probablement à une venue distincte, la sidérite fine gris vert étant la plus ancienne.

Une lame mince étudiée au microscope métallogénique permet de mieux distinguer les contours. On observe un dallage de plages de sidérite dont la taille varie de 0,01 à 0,1 mm. Ces plages sont traversées par des fissures remplies de sidérite plus grossière, pyrite et quartz. Les plages ne sont pas automorphes, plutôt engrenées, et les clivages ne sont pas visibles.

- Que ce soit pour le quartz, la sidérite ou la barytine, le dépôt n'est pas de style zoné concrétionné ; les géodes remplies de cristaux n'existent pas. C'est là un élément supplémentaire qui différencie la minéralisation de St Georges de celle d'Allevard.

b) - L'Ankérite est rare ; fort heureusement car la présence de magnésium aurait déprécié le minerai, celui-ci devenant moins fusible. On la rencontre surtout dans le dépilage de Ste Barbe, en association avec la calcite.

c) - La Calcite* offre un faciès inhabituel. De toute évidence, les rhomboédres ont été étirés et tordus ; son éclat est gras comme si elle avait été cirée. Cette recristallisation milite en faveur de l'hypothèse suivant laquelle le filon aurait subi le métamorphisme.

On ne la rencontre qu'à Ste Barbe (surtout en R₁ et Z) et son aval pendage : Pierre Aigüe - Trabichet - St Louis. Son accumulation est apparemment quelconque, sans rapport avec une éponte ou le centre du filon.

On la rencontre également en C₂ (altitude 1140 Pierre Aigüe) sous forme de rhomboédres de 2 mm, évoquant la blancheur et l'éclat de la barytine, disséminés dans la sidérite. Elle ne paraît pas moins riche en chalcopryrite que la sidérite avoisinante mais, par contre, la pyrite plus abondante forme des filonnets contournés.

d) - Le Gypse n'a été trouvé qu'au Plan Canova et, de plus, non en place. Il est blanc, pulvérulent et provient probablement de l'attaque des carbonates par l'acide sulfurique libéré par la décomposition des sulfures. Rien ne s'oppose à ce qu'il soit tout aussi bien d'origine filonienne ?

e) - Le Quartz, par son éclat, sa teinte, ne se classe pas dans la catégorie des dépôts froids de type calcédoine, quartz améthyste, quartz mat zoné avec des géodes ; ce n'est pas non plus le quartz à wolfram très blanc, à éclat gras et cassure esquilleuse ; mais un quartz laiteux, très fracturé, absolument pas transparent.

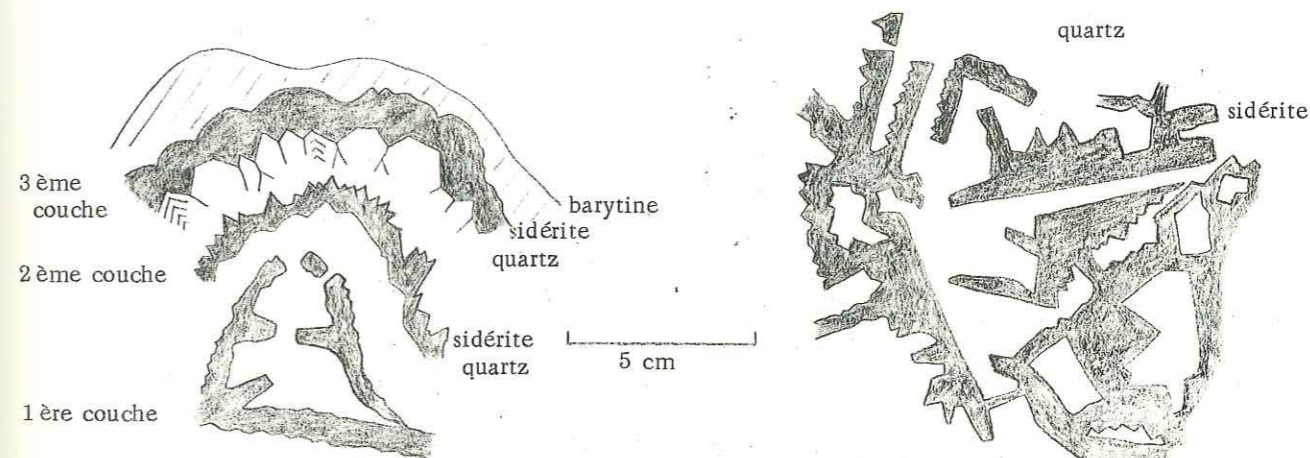
* - Une analyse spectrographique (C.E.A. 1965) a montré que cette calcite ne contenait pas de manganèse.

Dans un pilier au sommet du dépilage de La Trinité (entre E₂ et W₅) se montre une brèche de quartz gris cimentée par du quartz laiteux. Il existe donc plusieurs venues de silice séparées dans le temps par un stade de fracturation. Notons que les éléments tracés responsables de la teinte grise du quartz n'ont pas été déterminés.

La figure ci-dessous reproduisant le zoning d'un bloc provenant des Parques en T₁₆ nous montre :

- qu'il y a eu alternative de dépôts de couches de sidérite, quartz (noter des figures d'accroissement dans le quartz) ;
- pour la 2ème couche, le contact extérieur sidérite-quartz est celui des formes cristallographiques de la sidérite ;
- pour la 3ème couche, le contact intérieur quartz-sidérite est celui des cristaux de quartz, tandis que le contact extérieur sidérite-barytine est celui de la sidérite.

Ce petit exemple de zoning montre que les dépôts se sont effectués du centre vers l'extérieur, la barytine s'étant déposée en dernier lieu.



Echantillon montrant le zoning

Les Parques en T₁₆

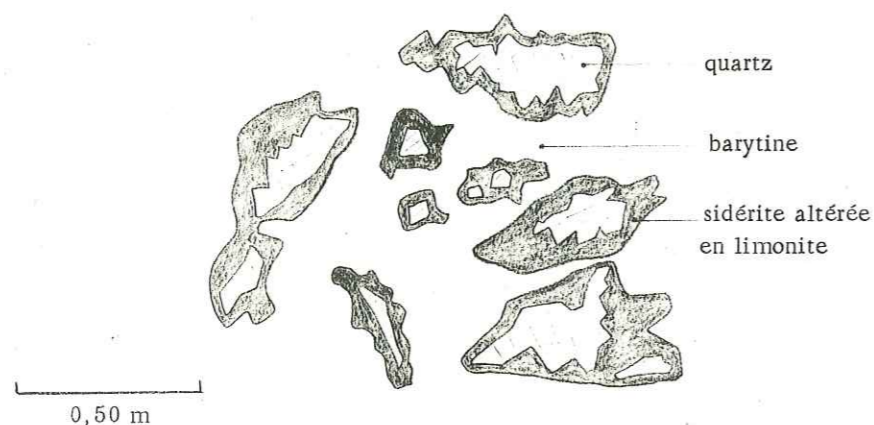
Structure graphique

L'association quartz-sidérite présente parfois une "structure graphique" (figure ci-dessus), dont on conçoit mal le mode de formation. En tout cas, le quartz a été cassé : certaines bordures sont rectilignes ; d'autres en dents de scie ; lequel des deux éléments, quartz ou sidérite, a-t-il imposé ses formes cristallographiques ?

Quoi qu'il en soit, on peut imaginer trois processus :

- soit un zoning identique à celui précédemment décrit, qui aurait été broyé et mélangé ;
- soit des cristaux de quartz, tapissant des fractures ouvertes, soumis à une phase de compression, puis cimentés par la sidérite ;
- soit un filon originel de quartz et calcite. Cette calcite aurait été dissoute et substituée par de la sidérite.

f) - La Barytine est présente dans toute la moitié supérieure du gisement, soit au-dessus de 1300 m environ. Elle semble toutefois plus abondante dans la branche des Poules (Ste Marie, St Victor, St Jacques), que dans les autres chantiers (Les Parques, Le Sappey, Ste Lucie, St Laurent dessus et dessous).



Sa disposition n'obéit à aucune loi évidente. Elle forme des amas discontinus qui cimentent la sidérite et atteignent parfois 3 m de puissance (Ste Lucie J₂₄). Elle est très blanche, radiée, et ne contient pratiquement jamais de sulfures (pyrite, galène, chalcopryrite).

g) - La Galène est assez accidentelle à St Georges ; elle forme des accumulations en association avec la chalcopryrite. En 1923 il a été extrait à Ste Barbe (entre C et E) 218 tonnes contenant 33 % de plomb et 380 g d'argent par tonne.

D'autres secteurs moins importants ont été découverts à St Laurent en M₂₆ (1322 m), en R₁₉ (1360 m), près R₂₅ (1313 m), à St Jacques en T₁₃ (1413 m), à Ste Marie (1305 m), des traces au Canard des Terriers, à la "Manche de Plomb" à l'Ouest de la Grande Fosse.

h) - La Blende, est encore plus rare que la galène ; elle lui est associée à Ste Barbe. Sa couleur est brun clair.

i) - Le Cuivre gris lui aussi est accidentel. On le trouve à Galvagne (en O₁) et à Trinité Ste Barbe (en W). Il accompagne la chalcopryrite et se localise principalement dans les zones écrasées et cariées.

j) - La Pyrite se trouve en cubes à l'état diffus dans l'ensemble du gisement ; elle est responsable de la teneur en soufre (0,27 %) de la sidérite. Trop souvent, malheureusement, elle accompagne la chalcopryrite ; le minerai prend alors le nom de "pyrite cuivreuse". En fait, la chalcopryrite ne fait que lier les cristaux de pyrite et la teneur en cuivre est plus faible qu'on ne l'imagine.

De la marcassite a été découverte à St Laurent (en S₂₂) dans une zone de quartz très cariée.

h) - La Chalcopryrite est le seul minerai de cuivre exploité à St Georges. Elle se présente, soit sous forme de pyrite cuivreuse d'aspect granuleux et plus clair, soit de chalcopryrite très pure à cassure conchoïdale ; ce dernier faciès est, semble-t-il, plus fréquent dans les zones basses (Ste Barbe).

De la même manière que tous les autres sulfures, elle remplit les fractures qui sillonnent le filon, si bien qu'il ne se produit pas de ségrégation vers les épontes ou le centre de la caisse filonienne.

A Ste Barbe, une des zones les plus riches (pilier près de AI ou en Z), on peut suivre sur quelques mètres les filons de chalcopryrite massive (puissance 0,15 m dans 4 m de quartz-sidérite). Leur intersection avec d'autres filonnets produit un amas (les "boules de cuivre" dont parlaient les anciens mineurs). Ces bulbes de chalcopryrite atteignent 0,50 m de diamètre ; ils rediffusent des filonnets dans toutes les directions. A l'échelle microscopique, les innombrables mouches de chalcopryrite correspondent elles aussi à l'intersection de plusieurs fissures. Par ailleurs, il est à remarquer que les zones cuivreuses sont beaucoup plus quartzuses.

Donc, la présence du cuivre dépend du degré de fracturation du quartz-sidérite, et c'est pourquoi les panneaux rectilignes, tranquilles, comme La Trinité, la Grande Fosse, offrent de la belle sidérite, mais pas de cuivre. Il apparaît effectivement que le cuivre se localise de préférence dans les zones de charnières, près des failles (mais non dans la faille), ce qui ne permet pas de dire non plus que toutes les charnières soient systématiquement minéralisées en cuivre.

De telles zones cuivreuses ont fait l'objet d'exploitations particulières : à St Jacques, à Ste Lucie (en Z₂₃, O₁₈, R₁₈), à St Laurent (en D₂₃, L₂₃, R₁₉), au sommet de La Trinité (en D₆), au Nord de La Trinité (en T₈), à Galvagne (en O₁, N₁), et surtout à Ste Barbe.

- Un deuxième mode de gisement est celui que l'on trouve dans le plan incliné reliant la Grande Fosse à St Laurent en H₂₂, ou bien à St Laurent en D₂₃ et L₂₃. La chalcopryrite forme des lambeaux de filons larges de 0,10 m imprégnant un quartz écrasé et complètement réduit en farine. Ce phénomène a lieu généralement dans le toit du filon. On conçoit mal comment cette chalcopryrite, diaclasée certes, mais très massive, aurait pu supporter une telle mylonitisation. Ceci suppose donc une venue très tardive. Le processus serait le suivant :

1° - dans une zone diaclasée, les circulations d'eau au toit du filon auraient décomposé la sidérite en limonite, laquelle aurait été éliminée. Il serait alors resté des cavités cloisonnées par une trame de quartz comme on peut encore l'observer en certains endroits.

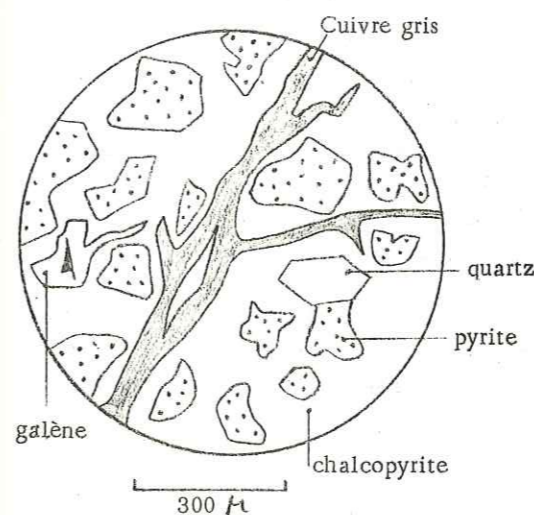
2° - sous l'effet du poids des terrains de couverture, tassement de cette zone spongieuse et réduction du fragile réseau de quartz en une véritable farine.

3° - dépôt de la chalcopryrite dans ces zones restées très poreuses.

- Un troisième mode de gisement, plus rare, est celui de St Laurent-dessous. Ici, la chalcopryrite s'est échappée de la caisse filonienne et s'est déposée dans les micaschistes au toit du filon. En effet, en G₃₆, les mineurs ont découvert par hasard un filon de 10 à 20 cm de pyrite cuivreuse massive, pratiquement sans gangue associée. Ses lambeaux jalonnent une structure NE - SW 40° SE presque perpendiculaire au filon de St Laurent. Cette colonne minéralisée a été exploitée sur 10 m de large et 50 m de haut.

B - Etude de quelques sections polies.

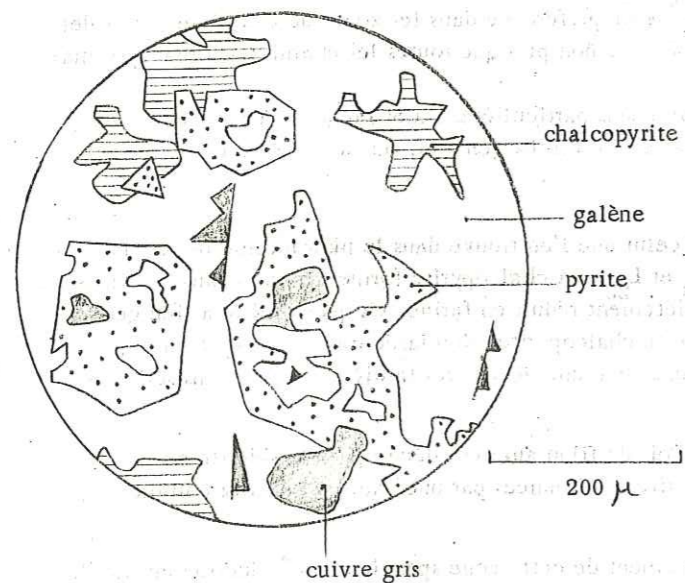
Section polie SG 12 (Trinité)



Cette section est un magnifique exemple de pyrite cuivreuse. La pyrite aux contours très arrondis et au mauvais poli donne l'impression d'un véritable "champ d'éponges". La chalcopryrite, parfois la galène, et le quartz automorphe cimentent la pyrite. Le cuivre gris, de dernière venue, forme des filonnets qui recoupent la pyrite, la chalcopryrite et le quartz précédemment déposés. L'ordre des dépôts est donc le suivant :

- 1) Pyrite
- 2) Chalcopryrite, Galène, Quartz
- 3) Cuivre gris.

Section polie SG 49 (Ste Barbe)

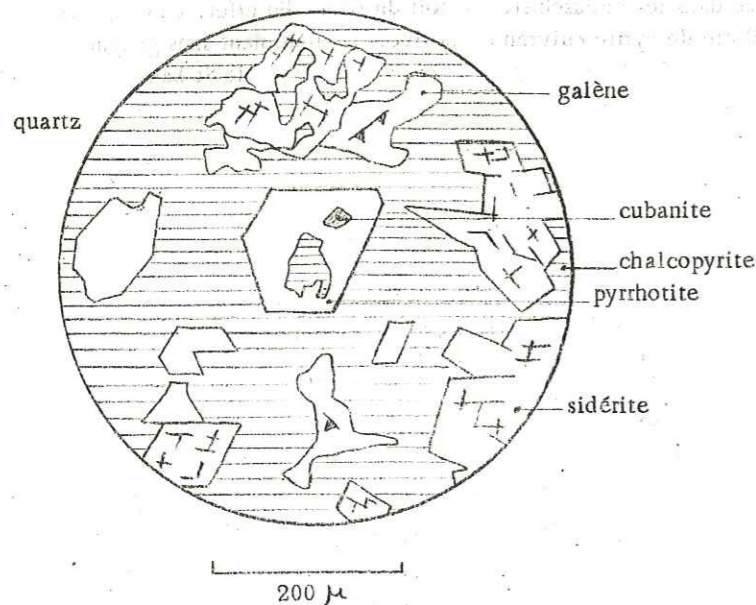


La pyrite présente un double aspect : soit automorphe, soit très corrodée, voire même caverneuse. Chalcopryrite, galène et cuivre gris offrent des contours très fins ; ils semblent appartenir à une même venue et cimentent la pyrite.

La blende est également en petites plages contenant des exsolutions de chalcopryrite

Etude de la section polie-SG 50 (Ste Barbe)

Cette magnifique section offre une structure résiduelle. En effet, elle montre une brèche d'éléments cimentés par la chalcopryrite et la galène.



La gangue carbonatée, peu abondante, n'est représentée que par la sidérite parfaitement fraîche, automorphe. Le quartz se présente soit automorphe avec des réflexions internes lorsqu'il est isolé dans la chalcopryrite, soit déchiqueté et les éclats cimentés par la chalcopryrite. Notons également des inclusions gazeuses abondantes.

La pyrrhotite constitue le principal intérêt de cette section. Elle est parfaitement cristallisée, et de petites fissures ont permis la pénétration de la chalcopryrite et même de cubanite. La galène est intimement associée à la chalcopryrite ; les figures d'arrachement sont inexistantes.

VIII - ETUDE DES TENEURS

Trop nombreux sont les rapports où figurent des résultats d'analyses quantitatives nettement optimistes. En général, la responsabilité n'en incombe pas au chimiste chargé de l'analyse, mais à celui qui a effectué le prélèvement. Tout se ramène en effet à un problème d'échantillonnage.

Dans un gisement filonien comme St Georges où les teneurs sont extrêmement variables, on ne peut admettre le "grip", c'est-à-dire une cueillette soit disant au hasard. L'idéal serait d'effectuer une série de rainures, mais ce procédé s'avère inutilisable par suite de la dureté du quartz et de la sidérite. Les anciens exploitants donnent des analyses correspondant aux wagons de minerai arrivant à l'usine de traitement. En fait, ces teneurs sont surestimées ; elles ne correspondent pas au tout-venant car un premier tri a déjà été effectué dans la mine. Le quartz ou le stérile rejeté servant à remblayer les dépilages peut atteindre 30 % de l'ensemble.

A) - Teneurs en Fer - Manganèse

Les analyses (- Sté Mines Métalliques de Maurienne 1928) de différents wagons de belle sidérite non cuivreuse sont les suivants :

Si O ₂	Fe	Mn	Mn/Fe	S
9.0	36.8	4.99	0.136	0.191
13.0	35.4	4.83	0.137	0.206
16.8	31.3	4.50	0.144	0.275
17.4	32.0	4.58	0.143	0.622
15.5	34.4	4.96	0.144	0.125
16.5	34.5	4.87	0.141	0.481
9.3	35.0	5.08	0.145	0.110
16.6	33.0	4.50	0.136	0.234
9.5	34.9	4.99	0.143	0.481
12.5	34.0	5.11	0.150	0.251
12.3	36.0	5.27	0.146	0.120
10.8	35.7	5.24	0.147	0.577
12.8	36.0	5.15	0.143	0.481
12.8	35.2	5.20	0.140	0.206
15.0	34.9	5.11	0.147	0.100
15.2	36.8	5.17	0.144	0.220
19.8	33.6	4.71	0.140	0.120
13.0	36.3	5.17	0.142	0.200
10.5	38.6	5.11	0.132	0.412
7.4	40.8	5.58	0.137	0.137
7.7	40.1	5.67	0.141	0.275
Moy. : 13 %	35.6 %	5.03 %	0.141	0.293 %

De plus, l'analyse moyenne des arrivages (au Pouzin) est la suivante :

Si O ₂	13,50 %	P	0,005
Fe	36,10	Al ₂ O ₃	5,08
Mn	5,08	Ca O	0,20
S	0,268	Mg O	traces

Ces analyses montrent que ce minéral fortement manganésifère fournit :

36 % de fer - 5 % de manganèse
soit, pour 100 Kg de fer - 14 Kg de manganèse.

B) - Teneurs en cuivre

Pour le cuivre, le problème est analogue à celui du fer. Les blocs contenant de la pyrite cuivreuse étaient mis de côté (ce qui d'ailleurs devait occasionner une grosse perte dans les fines), et faisaient l'objet d'un traitement particulier. Ceci explique la teneur de 14 % annoncée sur les anciens documents ; ce chiffre est valable en ce qui concerne les tas de pyrite cuivreuse triée, mais non pour le tout-venant. Par contre, la compagnie du Creusot indique que, de 1875 à 1888, elle a extrait 257 000 tonnes de sidérite et 11 000 tonnes de chalcopryrite à 10 % de cuivre environ.

On en déduit que la teneur moyenne du gisement est de l'ordre de 0,005 % de cuivre.

Bien entendu, il ne pourrait être question d'exploiter l'ensemble pour des teneurs aussi minimes ; mais il existe des zones riches, comme à Ste Barbe, que l'on a pu exploiter sélectivement pour le cuivre.

Pour nous faire une idée des teneurs, nous avons effectué des dynamitages réguliers sur le pourtour du défilage de Ste Barbe, en utilisant les anciens trous de mine.

Les résultats des analyses (C. E. A. 1965) sont les suivants :

Echantillon N°	Cuivre	Fer	Echantillon	Cuivre	Fer
SG 47	0,88 %	21,83	SG 58	3,75	44,22
SG 48	3,95	32,89	SG 59	1,65	38,69
SG 49	0,88	28,46	SG 60	1,07	32,33
SG 50	2,19	20,31	SG 61	1,47	39,52
SG 51	0,34	21,69	SG 62	0,40	21,00
SG 52	3,04	11,33	SG 63	3,25	20,59
SG 53	1,67	14,23	SG 64	1,14	8,29
SG 54	6,25	29,02	SG 65	3,30	12,02
SG 55	0,65	13,54	SG 66	0,94	10,08
SG 56	1,09	6,08	SG 67	1,39	13,26
SG 57	1,58	16,44			

La moyenne de ces analyses donne :
Cu 1,95 %
Fe 21,8 %

C) - Teneurs en barytine

La partie du gisement située au-dessus de 1300 m contient des amas discontinus de barytine cimentant la sidérite. La barytine elle-même est très blanche et ne contient pas de sulfures, mais son exploitation ne peut

se concevoir sans abattre également la sidérite qui lui est associée.

Pour obtenir un ordre de grandeur de la teneur moyenne en barytine, il conviendrait de mesurer tous les 10 m la puissance réduite de baryte, celle de sidérite ou quartz correspondante, et d'en faire le rapport. Ce travail n'a malheureusement pu être exécuté mais, pour fixer les idées, nous dirons que la teneur moyenne ne doit pas dépasser 10 à 20 % de barytine.

D) - Teneurs en éléments divers

La teneur en soufre (0,26 %) est due à la pyrite que l'on trouve en petits cubes diffus.

Le quartz est recherché actuellement pour la production du silicium, du carborandum.... Malheureusement, ici, il ne convient pas à cet usage car, bien que le titane soit absent, il contient des lambeaux de schistes qui apportent de l'alumine (Al₂O₃ = 5,08 %).

IX - TONNAGE EXTRAIT ET RESERVES

A) - Sur la continuité du filon en profondeur...

M. PIERRY, ingénieur à la Sté du Creusot, écrivait en 1898 à propos des mines de la région d'Alleverd :

"Il est presque certain qu'au-dessous de 900 m, dans l'hypothèse la plus favorable, tous les filons descendant de la crête de la montagne sont inexploitable. En effet, parmi tous les filons qui ont été exploités dans les concessions de Charrière et de Marcieu, un seul, la mine Ste Madeleine, arrive à la cote 900 m très quartzeux. Deux autres descendent à 1100 m mais ne dépassent guère ce niveau : le premier parce qu'il est rapidement envahi par le quartz, le second parce qu'il est d'une richesse très irrégulière".

Nous allons montrer que de telles observations découlent d'un esprit prudent mais pessimiste. Il ne faut pas oublier que, plus on descend dans le filon, plus les travers-bancs sont longs et coûteux. A l'époque, les sondages de reconnaissance n'étaient pas couramment utilisés. Dans ces conditions, plutôt que d'entreprendre une galerie coûteuse sans avoir la quasi certitude de "l'enracinement" du filon, les ingénieurs préféraient, par prudence, décréter le pincement du filon.

Un filon est une cassure comportant une juxtaposition de lentilles minéralisées séparées par des serrées ou du moins du quartz stérile. Ainsi, à St Georges, les exploitations ne se seraient pas développées sur 400 mètres de dénivelée si les mineurs s'étaient avoués vaincus à la première serrée. Il suffit de regarder la coupe longitudinale pour être persuadé que ce filon de 500 m de long et 500 m de haut se poursuit en profondeur.

Toujours est-il que la Sté du Creusot a étendu son champ d'exploitation de plus en plus bas sans noter d'appauvrissement du filon.

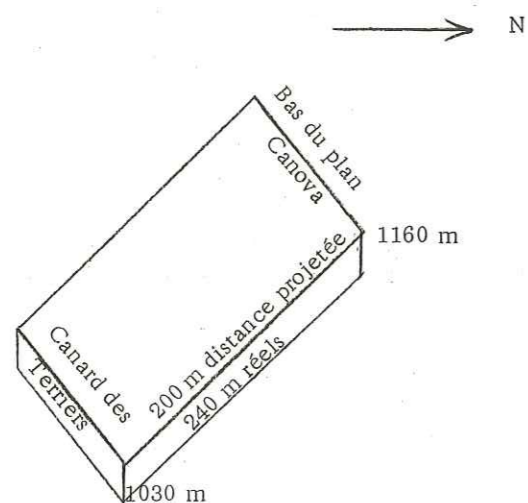
B) - Tonnage extrait

De 1875 à 1888, la Cie du Creusot a sorti (entre les cotes 1150 et 1350 m) 257 000 tonnes de sidérite et 11 000 tonnes de pyrite cuivreuse ; mais la qualité totale du minéral extrait à St Georges est difficile à estimer, car les exploitations les plus importantes sont antérieures à celle du Creusot. Le défilage de la Grande Fosse-dessous représente à lui seul 200 000 tonnes. En ajoutant ceux de Galvagne, Les Poules, St Georges, St Laurent..., on dépasse certainement 1,5 million de tonnes de sidérite.

Si la Cie du Creusot a cessé ses exploitations, ce n'est pas par manque de minéral, mais par suite de la concurrence du minéral de fer de Lorraine. A cette époque, le Plan Canova était en cours d'équipement et d'ailleurs le filon se poursuit :

- en amont pendage, peut-être jusqu'au sommet de la montagne (il n'a pas été reconnu au-dessus de 1207 m) ;
- en aval pendage, vers le Canard des Terriers.

C) - Panneaux de sidérite à demi découpés

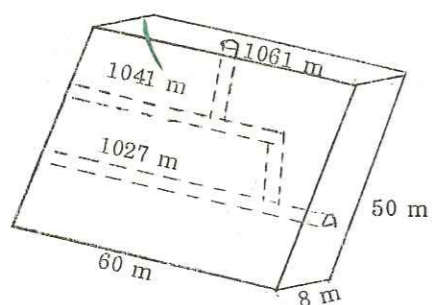


- La branche du Plan Canova, longue de 35 m, a été retrouvée 130 m plus bas au niveau du Canard des Terriers. Ainsi que le montre la figure, le panneau a pour volume :

$$240 \times 35 \times 4 = 33\ 600 \text{ m}^3$$

ce qui représente :

$$33\ 600 \times 3,4 = \underline{114\ 000 \text{ tonnes de minerai environ.}}$$



- Toujours au Canard des Terriers, la galerie a suivi un filon de très belle sidérite sur 60 m de long. Un 2^{ème} niveau a reconnu le filon 14 m plus haut, il a été complété par un montage. En admettant que le filon se poursuit aussi riche au-dessous de l'allongement 1027 m, le panneau a pour volume :

$$60 \times 50 \times 8 = 24\ 000 \text{ m}^3$$

soit :

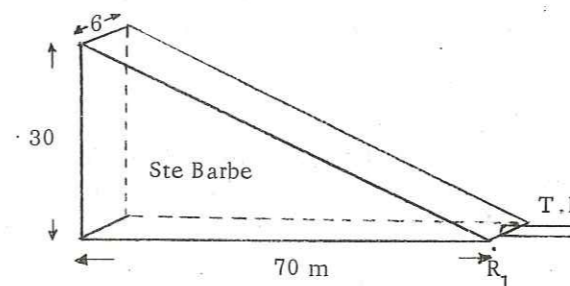
$$24\ 000 \times 3,4 = \underline{80\ 000 \text{ tonnes de minerai environ.}}$$

- Dans le reste du gisement il n'est pas de panneau de sidérite reconnu, ou tout au moins partiellement découpé. Le glanage reste toujours possible, mais ne paierait certainement pas les frais d'aménagement.

D) - A propos du cuivre

Nous avons vu précédemment que le cuivre existait dans le gisement de fer à l'état sporadique, avec toutefois une préférence pour les zones de torsion du filon.

Des zones cuivreuses furent exploitées à St Jacques, Ste Lucie (en Z. 23 O. 18, B. 18), St Laurent-dessus (M. 26), St Laurent-dessous (filon annexe), St Georges (T. 8, R. 8), et enfin Ste Barbe. C'est certainement à ce dernier niveau que la minéralisation de cuivre paraît la plus continue et la moins pyriteuse.



La zone exploitée couvre $70 \times 30/2 = 1050 \text{ m}^2$ ce qui représente :

$$1050 \times 6 = 6\ 300 \text{ m}^3$$

soit :

$$6\ 300 \times 3,4 = 22\ 000 \text{ tonnes}$$

Comme la teneur est de 1,95 %, il a dû être retiré

430 tonnes de cuivre métal.

Précisons que le prolongement NW de ce panneau a été partiellement reconnu et exploité jusqu'à la charnière. Il reste un tonnage au moins équivalent à abattre.

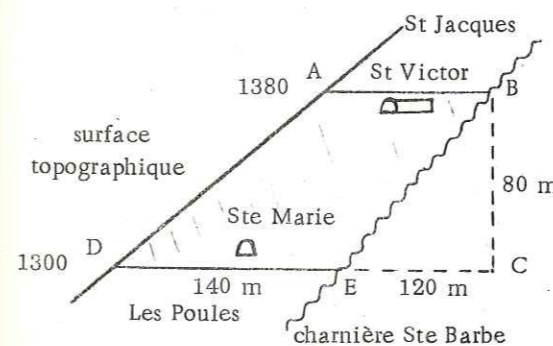
En règle générale, on ne peut dissocier l'exploitation du cuivre de celle du fer ; il faut exploiter pour le fer et prendre le cuivre lorsqu'il se rencontre. La recherche sélective du cuivre dans les zones de charnières est très aléatoire ; elle mériterait peut-être d'être poursuivie dans l'amont pendage de Ste Barbe, zone déjà reconnue comme étant cuivreuse.

E) - Barytine disponible

La barytine n'a jamais fait l'objet d'exploitation ; elle était rejetée dans les décharges ou laissée sur place pour remblayer les dépilages.

A St Laurent, Ste Lucie, Le Sappey ou St Jacques, la barytine n'est guère récupérable en raison du désordre des anciens travaux ; ou alors elle a été laissée comme piliers dont le retrait compromettrait la stabilité de la mine.

Cependant, le filon des Poules - St Jacques présente un panneau resté vierge, probablement par suite de la trop grande abondance de baryte. Il est limité en haut par les exploitations de St Jacques, partiellement reconnu par St Victor, recoupé par le travers-bancs de Ste Marie, et limité par le niveau inférieur de la zone à barytine situé vers 1300 m.



La surface du trapèze ABCD est de :

$$\frac{(100 + 160) \times 80}{2} = 10\ 400 \text{ m}^2$$

La surface du triangle BCE de stérile est de :

$$\frac{120 + 80}{2} \times 80 = 4\ 800 \text{ m}^2$$

La surface du filon ABED est donc :

$$10\ 400 - 4\ 800 = 5\ 600 \text{ m}^2$$

Projection dans le plan du filon

Si la puissance est de 6 mètres et la densité de 3,5, on obtient $5\ 600 \times 6 \times 3,5 = 117\ 000$ tonnes de tout-venant. En admettant une teneur moyenne $BaSO_4 = 20\%$ (ce qui reste à vérifier), le tonnage de barytine serait de : 23 000 tonnes.

F) - Extension du gisement en aval pendage

Au-dessous du niveau 916 m, le filon de St Georges, recouvert par la moraine, n'a pas été reconnu. Ainsi, en prolongeant la petite attaque de St Louis, il est possible de reconnaître le filon avec un amont pendage minimum de 110 m. Le tonnage possible s'élève à :

$$500 \times 110 \times 5 \times 3,5 = 960\ 000 \text{ tonnes}$$

Une autre solution, plus hasardeuse, consisterait à attaquer un travers-bancs au lieu dit Le Pichet (altitude 630 m) non sans avoir au préalable vérifié l'existence et la position du filon par sondages. D'après la topographie, ce travers-bancs dirigé NW-SE devrait recouper le filon au bout de 450 mètres. L'amont pendage disponible serait de 400 m de dénivelée.

A titre indicatif, un travers-bancs attaqué au niveau de l'Arc (altitude 340 m) devrait atteindre le filon au bout de 1100 mètres. L'amont pendage serait alors d'environ 650 m ; le tonnage possible de minerai tout-venant atteindrait :

$$500 \times 650 \times 5 \times 3,5 = 5,7 \text{ millions de tonnes, ...}$$

mais nous sommes là en pleine extrapolation.

X - CONCLUSION

Le filon de St Georges, orienté Est-Ouest dans l'ensemble, est penté 25° puis 50° vers le Sud, presque parallèlement au versant, de sorte qu'il était aisé de l'atteindre à tous les niveaux par de courts travers-bancs. Il a été exploité sur 7 mètres de puissance, 500 mètres en allongement et 522 mètres en aval pendage ; cette structure se poursuit en profondeur. Il est entièrement encaissé dans les micaschistes dont il recoupe la schistosité, et bute contre les grès de la base du Trias, en son extrémité supérieure.

L'auteur a effectué un levé topographique portant sur 20,5 Km de galeries et 3100 points cotés. Cette topographie a montré qu'il ne s'agissait pas de plusieurs filons sécants, mais d'un seul filon plissé, les axes des plis étant, comme la schistosité, orientés N $160 - 50^\circ$ E.

Le levé détaillé des fractures a été effectué et, désormais, on peut prévoir la position du filon en profondeur.

La minéralisation se différencie de celle d'Allevard par son aspect homogène, non géodique (absence de quartz et sidérite cristallisés), et par la texture saccharoïde de la sidérite caractéristique d'une forte teneur en manganèse ($Fe = 34\%$, $Mn = 5\%$, $SiO_2 = 13\%$).

La succession des dépôts s'ordonne comme suit :

- 1) - Venue de sidérite manganésifère très fine gris vert, et quartz gris.
- 2) - Bréchification, dépôt de la sidérite fine, quartz, pyrite, pyrrhotite et calcite.
- 3) - Refracturation et cimentation de la brèche de sidérite par du quartz, de la chalcopryrite (pyrite cuivreuse), et localement galène et blende. Le minerai de cuivre, quoique présent dans tout le gisement, semble être plus abondant dans les zones de torsion du filon.
- 4) - Substitution de la barytine à la sidérite dans le haut du gisement, au-dessus de 1200 m d'altitude. La barytine ne contient jamais de chalcopryrite.

Quoiqu'il en soit, toute la minéralisation est antérieure aux grès de base du Trias, et selon toute vraisemblance le plissement du filon serait contemporain du métamorphisme anté-houiller.

Le tonnage de sidérite extrait a été de 1,5 million de tonnes. Le tonnage reconnu atteint 200 000 tonnes ; le tonnage possible est de plusieurs millions de tonnes.

FILON D'AIGUEBELLE

$$x = 909,020 \quad y = 68,050 \quad z = 390$$

Il se situe à 1 Km à l'Ouest d'Aiguebelle, au lieu dit le Bois Rond, à la 2ème épingle à cheveux est de la route de Nant Richard.

Le filon orienté N $148 - 55$ SW se suit (sur 45 m) le long du chemin depuis la route jusqu'à une attaque de galerie longue de 3 m. Sa puissance est de 0,50 à 1 m ; le quartz contient des mouches de pyrite, chalcopryrite et des lames d'oligiste.

Celui-ci, encaissé dans les micaschistes de schistosité N $100 - 45$ N, se divise en filonnets à l'approche de la grande fracture verticale qui met en contact Trias et Cristallin. D'ailleurs, dans le virage de la route, il a été noté 4 filonnets de puissance 0,10 et de direction moyenne N $140 - 30$ SW ; chacun d'entre eux contient des mouches de chalcopryrite, et les traces de malachite sont fréquentes dans les schistes.

GALERIE DE LA THOUVIÈRE

$$x = 908,750 \quad y = 64,520 \quad z = 730$$

Située au-dessous du village de La Thouvière, elle était destinée à reconnaître un filon de quartz N $164 - 80$ E visible 20 mètres au-dessus, en lisière de la forêt. Cette galerie de 35 m orientée N 156 semble avoir recoupé le filon à l'entrée, puis a pénétré dans les schistes. Elle date probablement de 1875, époque des travaux du Creusot.

FILON DES BONFANDS

$$x = 909,400 \quad y = 64,820 \quad z = 600$$

En 1860, lors du creusement des fondations de la maison correspondant aux coordonnées ci-dessus (au SW du village), il a été découvert un filon de chalcopryrite encaissé dans les micaschistes. Une tentative de désobstruction ne nous a pas permis d'atteindre le rocher en place.

FILON DU PONT DE St GEORGES

$$x = 909,360 \quad y = 64,710 \quad z = 555$$

Lors des fouilles relatives à la construction du pont situé à 1300 m au NE de St Georges d'Hurtières, il a été découvert un filon de chalcopryrite sous la pile amont rive gauche. C'est peut-être ce filon qui avait fait l'objet d'une tentative de sondage 50 m à l'Est, en contre-bas de la route (en 1934 - renseignement oral).

GALERIE DE LA COMBE

$$x = 909,120 \quad y = 64,260 \quad z = 555$$

Au hameau de La Combe, en rive gauche et à 4 m du bord du torrent, s'ouvre une galerie dans les micaschistes. Elle est orientée N 140 , mesure 15 m, on ignore le but dans lequel elle a été faite.

MINE DU BORDIER

Quartz

Situation

x = 905,150 y = 61,980 z = 710 (galerie supérieure)
Commune de Saint Alban d'Hurtières

Ces travaux s'ouvrent dans la forêt, entre Plan Chanay et le village du Bordier, plus précisément à 35 m de dénivelée au-dessous de l'épingle à cheveux de la route du Col du Grand Cucheron.

Historique

Nulle part dans les archives nous n'avons trouvé de détails concernant cette mine.

Le "filon du Bordier, fer spathique et galène" est mentionné par LACHAT en 1860, mais il s'agit peut-être du Lénou.

Travaux

La décharge supérieure correspond à une descenderie de 8 m dont nous avons désobstrué l'orifice.

La décharge inférieure, située au pied d'une barre rocheuse 22 m plus bas et 50 m au Sud, correspond à une galerie de recherche de 84 m. Elle était destinée à recouper en profondeur une série désordonnée de filons plus ou moins visibles en surface.

Géométrie - Minéralisation

- La descenderie a été attaquée dans un filon de quartz N 110 - 55° N visible dans la tranchée. Au bout de 5 m il est coupé par une faille de direction parallèle à la schistosité, soit N 40 - 35° W ; la descenderie se poursuit alors dans les micaschistes.

La puissance du filon est de 1 m ; le quartz contient des alvéoles remplies de limonite provenant certainement d'altération de sidérite.

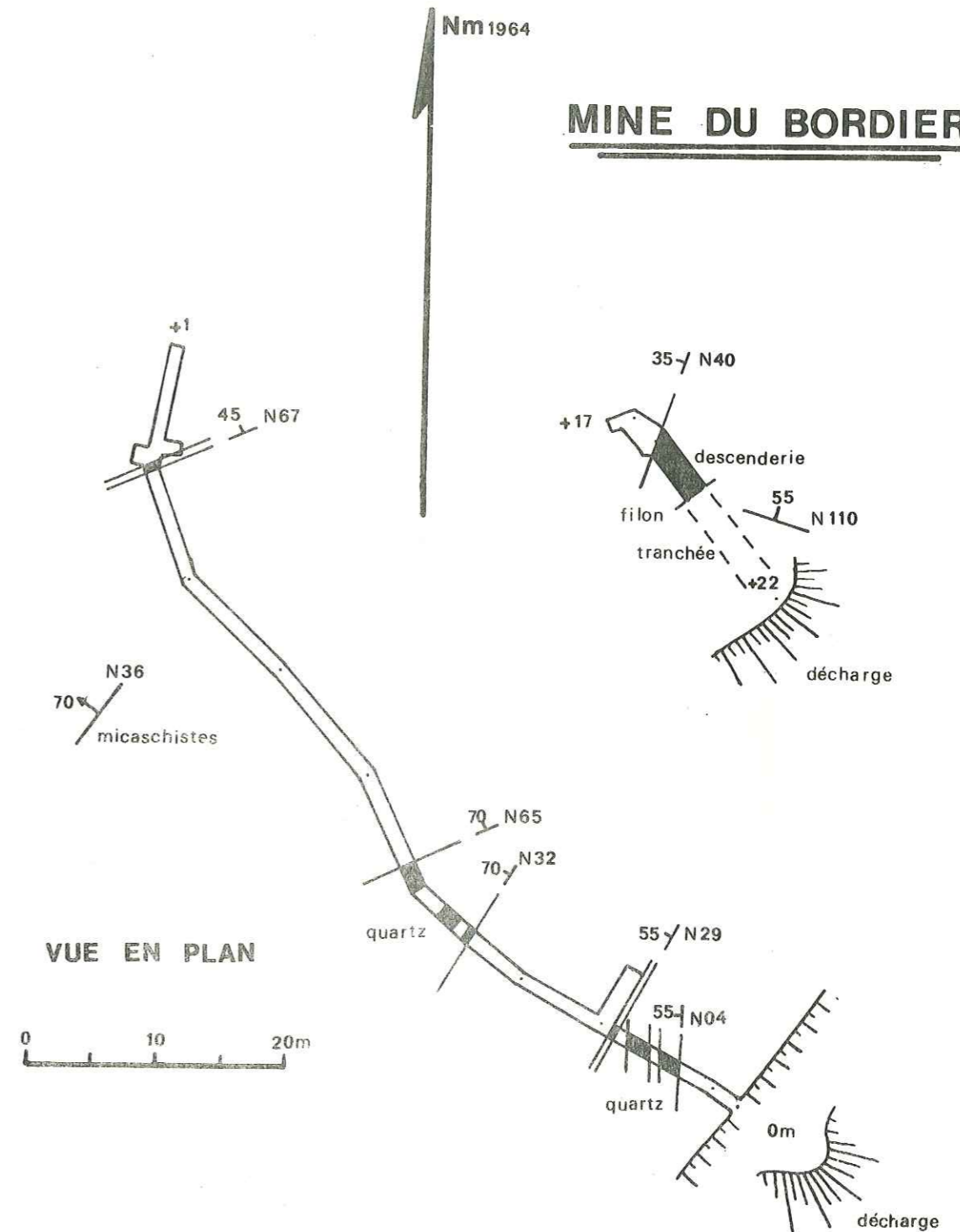
- La galerie inférieure recoupe trois zones filoniennes probablement différentes de celle décrite précédemment.

La première zone mesure 6 m de puissance ; elle est orientée N 04 - 55° W. On note une alternance de quartz massif, de quartz broyé emballé dans la limonite, et de micaschistes. Le quartz massif possède des géodes avec quelques petits cristaux ; il contient de la muscovite et, plus rarement, des mouches de chalcopryrite.

La deuxième zone mesure 7 m de puissance ; elle est orientée N 32 - 70° W ; c'est-à-dire parallèlement à la schistosité. Chaque filon de quartz (et accessoirement calcite) mesure respectivement 0,50 - 1,50 et 1,30 m de puissance. Le contact de ces filons avec les schistes est très net au mur, mais par contre "faillé au toit", ce que confirme la présence d'une salbande argileuse.

La troisième zone ne comprend que des schistes broyés et, 2 m plus loin, un filon de quartz de 0,80 m de puissance, dirigé N 67 - 45° N. Les morceaux de quartz sont emballés dans de l'argile et des schistes silicifiés. Les épontes ne sont donc pas franches.

MINE DU BORDIER



Relevé: B. Cabrol 1964

Analyses (C. E. A. 1955)

Echantillon	Fe	10,83
Quartz + sidérite	Cu	0,22
	MnO	1,34

En conclusion, il n'est guère possible de raccorder tous ces filons à une structure unique : nous avons affaire à un stockwerk de quartz pauvre en sulfures (quelques rares mouches de chalcoppyrite).

Par ailleurs, contrairement aux autres filons de la zone étudiée, ceux du Bordier seraient antérieurs au métamorphisme responsable de la schistosité des micaschistes

- d'une part, parce que la muscovite est présente dans le quartz
- d'autre part, parce que le filon semble tronçonné parallèlement à la schistosité cristallophyllienne.

Actuellement, l'intérêt économique de cette mine est nul.

N. B. - Au point $x = 906,920$ $y = 62,070$ $z = 800$ il existe dans les schistes une galerie de recherche orientée Sud-Nord, longue de 10 m. Pour l'atteindre, 100 m en amont de l'épingle à cheveux, quitter la route du Col du Cucheron et s'élever de 33 m de dénivellée dans le thalweg.

MINE DU LENOÛ

(galène - chalcoppyrite - blende)

Situation

$x = 906,160$ $y = 60,900$ $z = 865$ m
Commune de Saint Alban d'Hurtières

L'existence de cette mine a pu être décelée grâce à une importante décharge dépourvue de végétation (à cause des sels de plomb), 500 mètres à l'Ouest du village "Les Champs" et 12 m en contrebas de la route montant au col du Grand Cucheron.

Historique

Nous n'avons pu découvrir aucun document précis concernant cette mine. Dans "l'Intendance de la Savoie" il est indiqué que "en 1760 il existe dans la montagne de St Alban d'Hurtières des minerais de plomb et argent, mais, depuis les Anglais, elles sont abandonnées".

Dans l'Annuaire des Concessions de 1861-1874 (Arch. départ, Savoie 9450), il est mentionné que le 13 avril 1874 NOVEL-COTTIN demande un permis de recherches de minerais métalliques au lieu dit "à la Côte, à l'Amont".

Travaux

L'importance de la décharge, laissant présager 100 à 200 mètres de galeries, nous a incité à entreprendre l'ouverture de cette mine. Contrairement à ce qu'on pouvait attendre, l'orifice de la galerie ne s'ouvre pas dans l'axe de la décharge, mais 20 m au NW. Trois semaines de déblaiement ont permis de mettre à jour la galerie ; malheureusement, ce travers-bancs est de nouveau éboulé à 8 m de l'entrée.

Géométrie

Le travers-bancs qui devait mesurer environ 70 m était destiné à recouper un filon N 50 - 60° NW visible en bordure du sentier, 28 mètres de dénivellée plus haut. La puissance est de l'ordre de 1 m.

Minéralisation

D'après les blocs recueillis dans la décharge, le minerai recherché devait être la galène pour en extraire l'argent et le plomb. On y trouve également de la blende brune de type Noguillan, et des mouches de pyrite et chalcoppyrite.

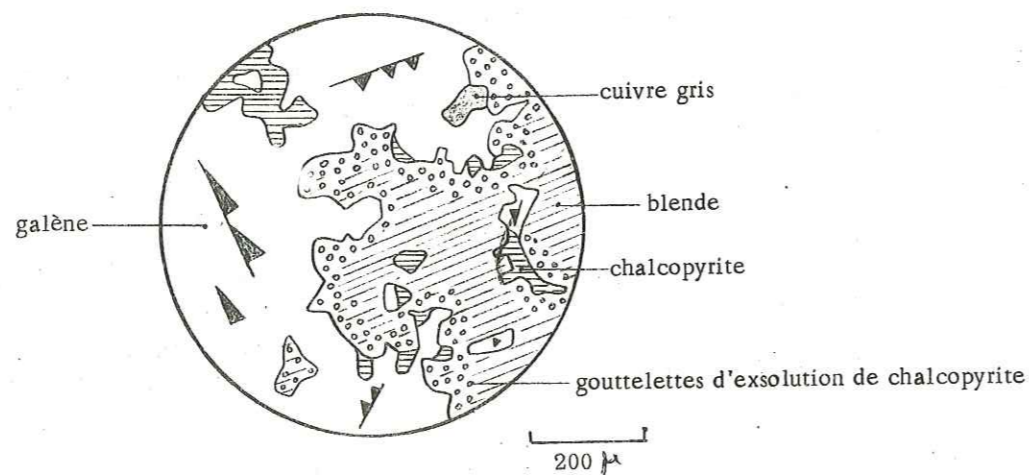
La gangue est constituée principalement par du quartz et, accessoirement, par de l'ankérite et de la sidérite partiellement altérée en limonite.

Analyses

Un échantillon contenant blende, chalcoppyrite, galène, nous a donné (C. E. A. 1955) :

Fe	10,77 %	Pb	0,85
Cu	0,28	Zn	0,13
MnO	0,60	Ag	5 ppm

Etude de la section polie LE 31



Cette section nous montre du quartz laiteux dont les fissures ont été remplies par de la blende, galène et chalcopryrite. Le cuivre gris, invisible à l'œil, s'observe ici en rares et petites plages se développant aux contacts galène-chalcopryrite. La blende, fracturée, donne des réflexions internes brun rouge ; les trous qui jalonnent ces fractures correspondent probablement au fer qu'elle a exsudé. Sur sa bordure, elle est intensément saupoudrée de fines gouttelettes de chalcopryrite de 2 microns, et cette dissémination diminue d'autant plus que l'on s'éloigne de la bordure.

Quant à la galène, il semble que son dépôt soit contemporain de celui des autres sulfures ; en effet, les sulfures sont disposés entre eux de façon quelconque et ne s'alignent pas suivant une fracture : par exemple, la chalcopryrite apparaît en flots dans la galène, tout comme la galène contient la chalcopryrite. En somme, dans la chalcopryrite comme dans la blende, il n'apparaît pas de cassures qui auraient acheminé la galène.

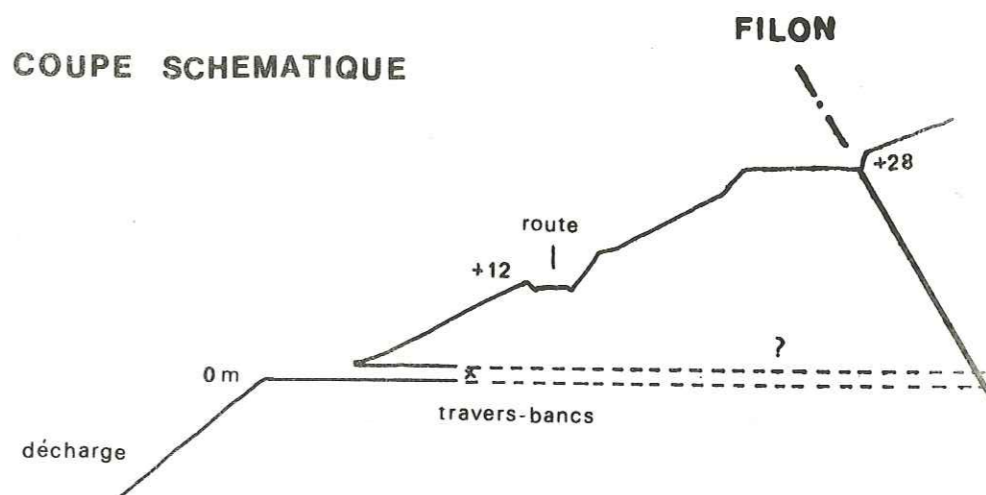
Il nous est donc permis de distinguer deux stades de dépôt :

- 1°) - Quartz - sidérite - ankérite
Fracturation
- 2°) - blende - galène - chalcopryrite - cuivre gris.

Conclusion

L'idée que l'on peut se faire de cette mine est celle d'un filon assez pauvre. On ignore par ailleurs le tonnage extrait.

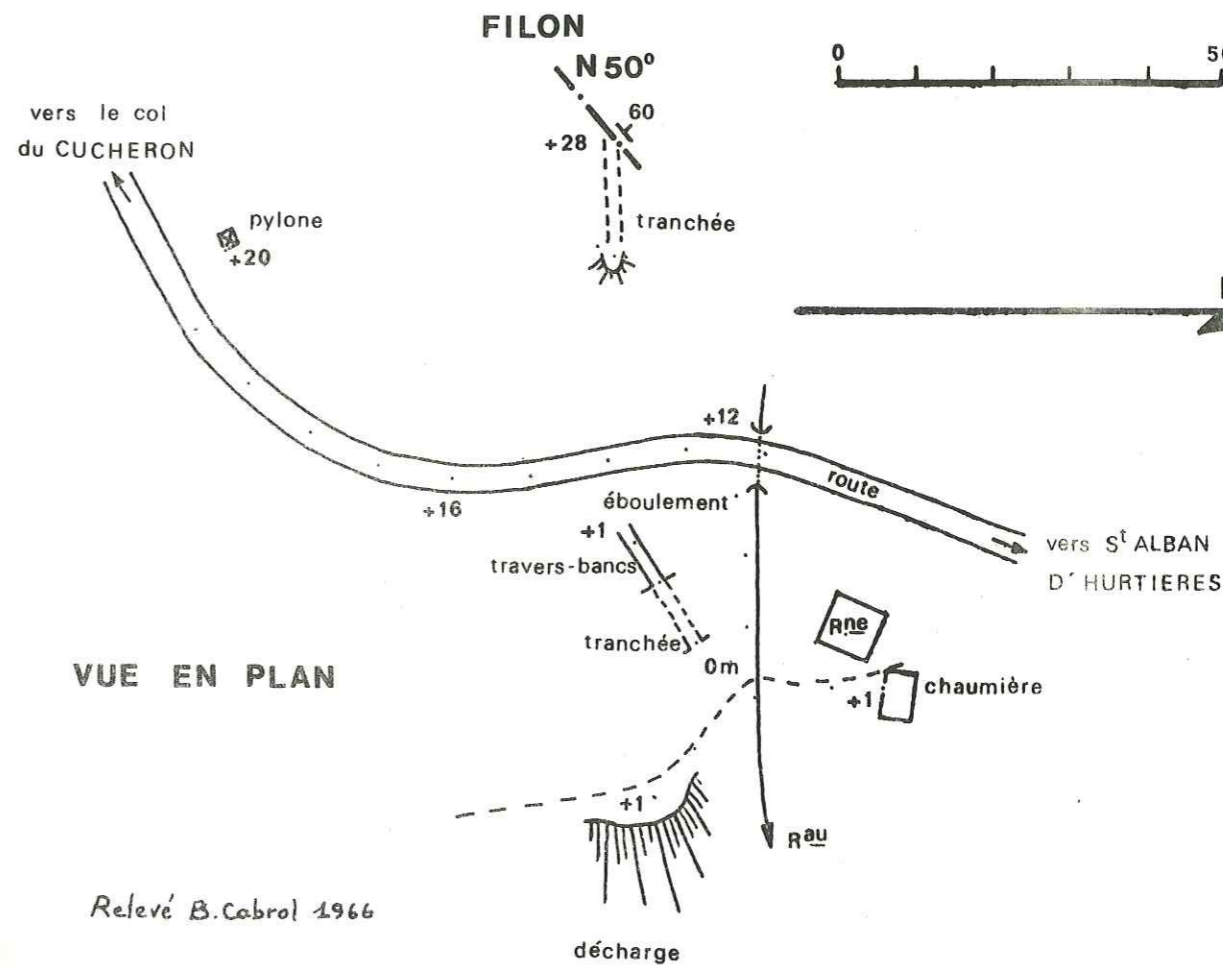
COUPE SCHEMATIQUE



MINE DU LENOU



Nm 1966



VUE EN PLAN

Relevé B. Cabrol 1966

FOSSE DU CLAPIER

Mispickel

Situation

x = 906,040 y = 59,980 z = 1005
Commune de Saint Alban d'Hurtières

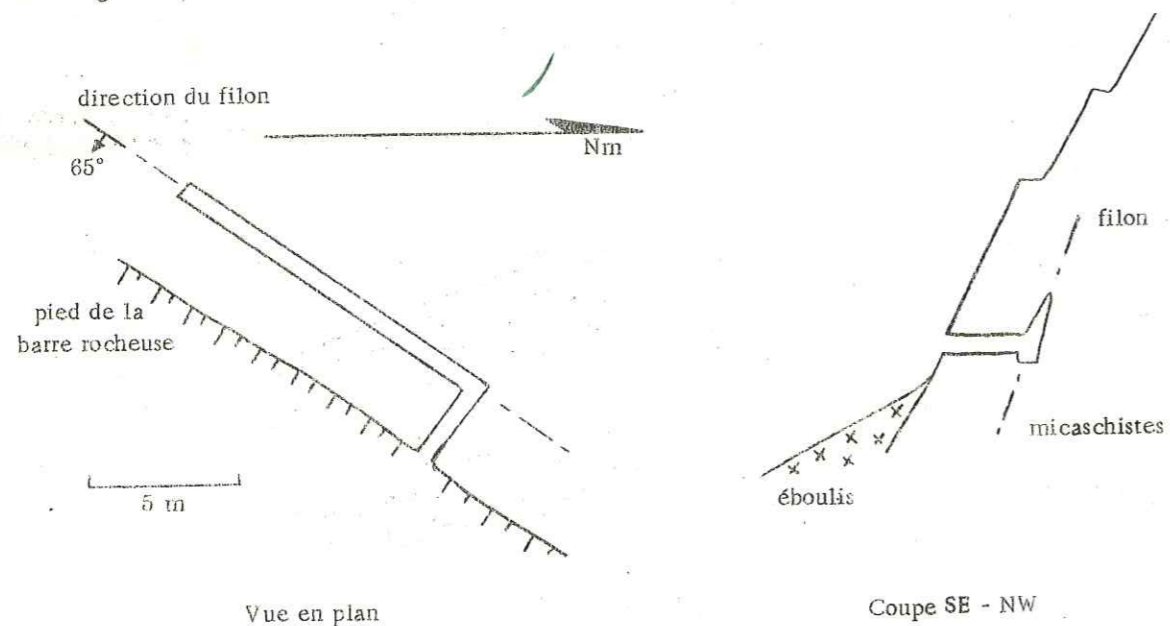
Ce filon est situé au pied d'une barre rocheuse, en rive gauche et 80 m au Nord du ravin passant aux "Lozières".

Historique

Il n'a été trouvé aucun document concernant ces travaux ; toutefois la tradition veut que cette galerie soit antérieure à 1820.

Travaux et géométrie du filon

Après un court travers-bancs de 3 m, une étroite galerie en allongement suit le filon sur 15 m.
Ce filon est constitué par 0,10 m de sulfure interstratifié dans les micaschistes. Leur direction est N 36 - 65° SE. Nous sommes en présence de l'unique cas, dans la région étudiée, où la direction du filon coïncide avec celle de la schistosité. Cet indice serait à rapprocher de l'indice du Villard, 750 mètres plus au Sud-Ouest, où émerge un bloc de minerai analogue.



Nature du minerai

- a) - Macroscopiquement, on ne distingue que des sulfures disséminés entre les feuillets des schistes.
- b) - Au microscope, une surface polie met en évidence une alternance de lits de mispickel et

de pyrite, le mispickel étant toutefois prédominant. Des mouches de chalcopryrite sont disséminées çà et là entre les cristaux de mispickel.

Le quartz est rare, les épontes ne sont donc pas franches.

Etude de la section polie GL 23

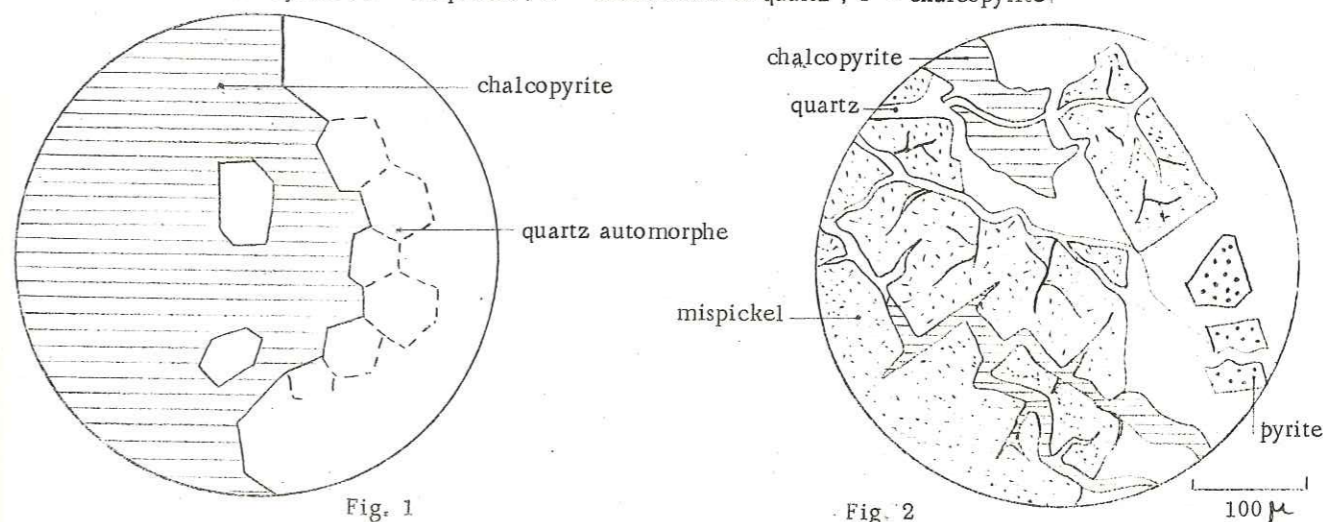
Cette section est une véritable mylonite de mispickel cimentée par du quartz, de la pyrite et chalcopryrite. Les cristaux de mispickel sont complètement démantelés ; leur surface prend l'aspect d'un "réseau hydrographique" dont les "rivières" seraient de quartz.

Dans les espaces libres le quartz a cristallisé et la chalcopryrite, de venue plus récente, a épousé les formes cristallographiques du quartz (fig. 1).

La figure 2 montre qu'un coin de mispickel a été arraché et que la chalcopryrite, qui apparaît plus fraîche, s'est introduite dans la cavité ainsi formée en épousant les contours et aspérités du mispickel.

En certains points, la pyrite est cassée et bourrée de débris de mispickel et quartz, ce qui laisse supposer que les cristaux de pyrite étaient préexistants. La succession des venues serait donc la suivante :

1° - Pyrite ; 2° - mispickel ; 3° - fracturation et quartz ; 4° - chalcopryrite.



Teneurs

Une analyse (C.E.A. 1965) faite sur un échantillon choisi nous a donné :

Fe	24,34 %	Zn	0
Cu	0,76	Ag	5 ppm
Mn O	0,20	As	1200 ppm
Pb	0,01	Sb	60 ppm

La présence d'arsenic confirme bien l'observation du mispickel au microscope métallogénique.

L'analyse (Salsigne 1967) d'un autre échantillon choisi a donné :

(n° 1237)	Au	0,4 g/T
	Ag	14 g/T
	Cu	0,80 %

Tonnage

Les travaux n'ont pas dépassé le stade de la reconnaissance, et cet indice présente un intérêt géologique plus que minier.

MINE DES GORGES

Sidérite (chalcopryrite)

Situation

x = 906,40 y = 59,38 z = 890 (travaux BALMAIN)
Commune de Saint Alban d'Hurtières

L'emplacement de la mine est encore visible à 100 m au Sud de la "Grange Martinet", au-dessus du hameau des Gorges. Dans le bois subsistent des haldes et trois murs circulaires, ruines des anciens fours de grillage de GRANGE et BALMAIN.

Historique

La découverte de ce filon aurait été faite le 28 avril 1856 par CAFFE qui vendit ses droits à BALMAIN en 1857. Dans l'intervalle, GRANGE effectuait des travaux illicites sur le même filon, 100 mètres au NW, travaux qui furent à l'origine d'un conflit.

En 1859 les travaux furent interdits par "inhibition de Galvagne" et ne furent jamais repris.

Travaux

Les travaux BALMAIN comprenaient une galerie en allongement longue de 24 m et large de 1,50 à 4,50 m. En 1861, elle mesurait 80 m et quelques montages avaient été effectués.

Les travaux de GRANGE situés 100 m au NW comprenaient un court travers-bancs et des ouvrages descendant vers l'aval pendage.

En 1873 les entrées étaient déjà éboulées et les galeries n'ont jamais été réouvertes.

Géométrie du gisement

Roche encaissante : micaschistes noirs très broyés N 45/40° SE. Le filon, de direction N 165° - 35° SW, recoupe franchement la schistosité. (Notons qu'à 12 m de l'entrée celui-ci prendrait une direction N 90 sur 3 m).

La puissance serait assez régulière et de l'ordre de 2 m. En extension il a été reconnu sur 80 m ; il se poursuit certainement au-delà mais, en surface, il n'est visible en aucun point du fait du recouvrement morainique.

Contrairement au rapport de SACONNEY (1908), le filon des Gorges ne peut être le prolongement de celui de Noguillan dont la direction est toute différente.

Nature du minerai

a) - Macroscopiquement, cette sidérite est gris clair (en cassure fraîche), à petites lames, du même type que celle de St Georges d'Hurtières. Elle est mêlée au quartz de façon homogène, ce qui la rend très dure. On distingue quelques rares cubes de pyrite et mouchetures de chalcopryrite.

b) - Au microscope, étude de la section GO 27 :

Les seuls constituants sont : quartz, sidérite, hématite et pyrite.

La sidérite a cristallisé largement ; on observe en effet de grands rhomboèdres dans le quartz automorphe.

Les bordures des cristaux de sidérite et les clivages sont soulignés par des filets d'hématite. Cette hématitisation est d'autant plus intense que l'on se rapproche d'un cristal de pyrite ou de quartz, mais ne pénètre pas le quartz. Il ne peut donc s'agir d'un apport de l'extérieur par l'intermédiaire de fractures, mais d'une hématite provenant de la décarbonatation de la sidérite. Cette altération donne à l'échantillon une teinte brune.

La pyrite, assez rare mais fraîche, offre des plages automorphes de 1 mm ; elle est fracturée et les fractures sont injectées de sidérite.

Analyses

Une analyse datant de 1861 donne les résultats suivants :

Fe ₂ O ₃	18,9 %	}	17 % Fe
CO ₃ Fe	17,8		
CO ₃ Mg	10,6		
CO ₃ Ca	43,0		
Si O ₂	7,1		
Mn ₂ O ₃	3,1		
et pertes			

Tonnage extrait

Aucun chiffre de production n'a été retrouvé dans les anciens documents ; mais, compte tenu des travaux, on peut l'estimer à 80 x 1,5 x 2 = 240 m³

soit environ 600 tonnes de minerai à 17 % de fer.

Bien entendu, il ne peut être formulé aucune estimation sur les réserves.



N.B. - Sur le bord est du chemin entre les Plattières et les Gorges, au lieu dit "Le Fournet", on trouve un tas de minerai concassé et grillé qui provient certainement de la mine des Gorges.

Coordonnées : x = 906,89 y = 59,54 z = 705

LE FILON DE NOGUILLAN

Sidérite - blende - (galène - chalcoppyrite - pyrite)

Situation

x = 904,600 y = 59,310 z = 1510
Commune de Saint Alban d'Hurtières

Ce filon affleure en forêt sur le versant est du Pic de la Loze et disparaît plus bas sous la moraine de l'alpage 80 m à l'Ouest du "châlet Combet". Une source "Fontaine Froide" non indiquée sur la carte I.G.N. sortirait du filon ou d'une cassure annexe. Les coordonnées indiquées ci-dessus correspondent à la clairière où les travaux ont été particulièrement développés. L'accès est facilité par la nouvelle route forestière qui va de la route du Cucheron jusqu'au Clarin. L'alpage quant à lui est praticable en jeep.

Historique

Les plus anciens travaux datés remontent à 1812, époque à laquelle a été fait un relevé topographique extérieur.

En 1838, BALMAIN aurait fait des fouilles. En 1840, GRANGE s'oppose à deux demandes de concession de BALMAIN d'une part, et HUBERT d'autre part et revendique la propriété de la mine : en effet, GRANGE était investi du droit des mines sur toute l'étendue du mandement des Hurtières depuis 1772.

En 1850, par décision des tribunaux, GRANGE est débouté de ses prétentions quant au minerai de fer, mais non pour le cuivre. C'est alors que BALMAIN et HUBERT renouvellent leurs demandes de concession en se limitant au seul minerai de fer, mais la commune d'Alban demande elle-même la concession pour son compte.

En 1854, HUBERT avait vendu ses droits au Comte de CHATEAUNEUF, et la commune les siens au Sieur GOURJU.

En 1858, BALMAIN acquiert les droits de GOURJU, ce qui ne laisse plus subsister comme opposant que le Comte de CHATEAUNEUF.

En 1859 les travaux sont interdits par "inhibition de Galvagne".

En 1890, BALMAIN et la Sté des Fonderies et Forges de Cran obtiennent la concession. Elle sera renoncée en 1936 sans qu'aucune nouvelle recherche n'ait été pratiquée.

Ces luttes complexes entre différents exploitants expliquent le peu de travaux qui ont été effectués sur ce filon pourtant important.

Travaux

Sur un plan au 1/2 500 datant de 1812, visible à la mairie de St Alban d'Hurtières, figurent 7 attaques de galeries alignées sur un même filon. Les deux galeries extrêmes sont distantes de 210 m et la galerie la plus longue aurait 30 m.

A l'heure actuelle on devine l'emplacement de certaines anciennes galeries et, de part et d'autre du filon éventré, les pentes sont couvertes de haldes. 80 mètres au Sud de cette structure apparaissent d'autres grattages de moindre importance.

Géométrie du gisement

Toute la minéralisation est distribuée sur une seule structure de direction N 109 - 55° S, qui recoupe les micaschistes dirigés N 25 - 40° E.

La puissance varie de 1 m dans la partie inférieure (sidérite prépondérante) à 3 m dans la partie supérieure

(riche en blende).

En affleurement on suit le filon pratiquement en continuité sur 200 m de longueur et 110 m de dénivelée. En aval, il disparaît sous un épais manteau de moraine ; en amont, quelques tranchées et entonnoirs attestent de son prolongement, puis seuls émergent de la moraine quelques blocs de quartz stérile plus ou moins en place.

Dans la partie principale du filon, au centre de la clairière, apparaît un chaos de blocs de minerai à patine brune et de micaschistes gris. On y distingue deux branches de filon bousculées par d'anciens travaux de recherche :

- la branche nord, la plus importante, est morcelée en compartiments N 130° séparés par des cassures N 30° décalant les compartiments ouest vers le SW. Le pendage est 55° S, mais la puissance ne peut être directement mesurée car le mur et le toit n'apparaissent jamais simultanément à cause du recouvrement de blocs de minerai. On peut néanmoins dire qu'elle est supérieure à 2 m ; c'est à cet endroit que le minerai est le plus riche en blende et a le plus bel aspect.

- la branche sud, séparée de la branche nord par 2 à 3 m de micaschistes, a une puissance d'environ 1 m, mais le minerai est moins massif.

- 80 mètres au Sud se trouvent d'autres vieux grattages ayant occasionné des déblais assez importants. A la cote 1530, une galerie suit sur 6 m un filon de direction N 30 et pendage 45 SE. A la cote 1565, une autre galerie de 10 m suit un filon N 50 - 55° E. Ces deux filons identiques (sidérite + quartz) pourraient bien n'être que deux panneaux d'un même filon décalés par un décrochement.

Minéralisation

a) - Macroscopiquement, la gangue est formée de sidérite grise en fines lamelles type St Georges, très fracturée et altérée en limonite. L'agent d'altération n'est autre que l'eau de ruissellement qui pénètre dans le filon à la faveur des fissures. Il est probable qu'en profondeur le minerai est sain.

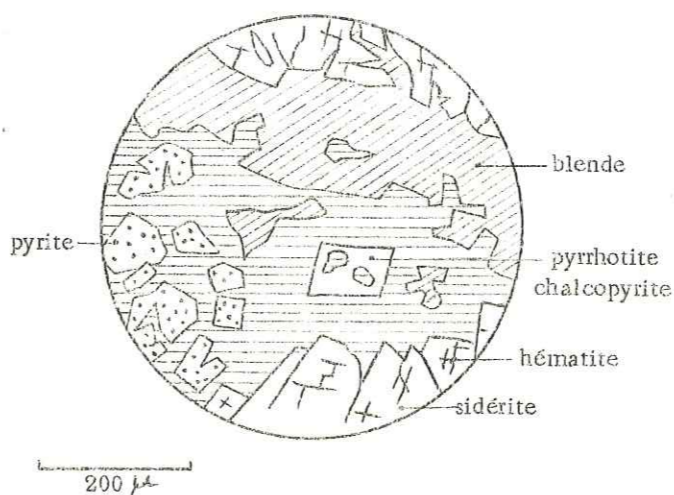
Le caractère le plus frappant de ce minerai est la brèche de sidérite cimentée par la blende brune dont la puissance réduite atteint 0,20 m. Dans ce cas les éléments de sidérite restent intacts car ils sont protégés de l'altération par la blende.

La sidérite peut également faire place à l'ankérite ou à la dolomite.

La chalcoppyrite forme parfois un chevelu dans la blende ou au contact de celle-ci avec la sidérite, ce qui dénote une venue tardive. Elle peut prendre aussi l'aspect de mouchetures comme la pyrite et la rare galène.

b) - Au microscope :

Etude de la section polie NO 47



Les observations faites à l'examen macroscopique se confirment bien par l'étude en section polie. Notamment, la blende qui cimentait des éléments de sidérite s'observe en train de pénétrer dans les fissures ou entre les cristaux de la sidérite. Les contours de la sidérite sont automorphes ; on trouve également de la sidérite en rhomboèdres formant des flots dans la blende ou la chalcoppyrite.

La chalcoppyrite, quant à elle, se trouve intimement liée à la blende dans laquelle elle forme d'ailleurs des gouttelettes d'exsolution. Tout comme la blende elle cimente la pyrite tectonisée (Ouest de la figure), et pénètre dans la sidérite (Sud de la figure). En lumière polarisée elle offre un pléochroïsme de marron à bleu ; son aspect évoque une grande fraîcheur.

La section NO 45 nous montre de magnifiques cristaux tabulaires de pyrrhotite noyés dans la blende.
Les paragenèses proposées sont les suivantes :

- 1ère venue : quartz + sidérite + pyrite
- Fracturation
- 2ème venue : blende - chalcopryrite
galène - pyrrhotite

c) - Teneurs

Une analyse effectuée sur un prélèvement de M. SACONNEY en 1908 nous donne :

Fe	27,60 %
Mn	0,92

Deux analyses (C.E.A. 1955) ont donné :

Echantillon	Fe	37,59	Echantillon	Fe	8,23
Sidérite	Pb	3,20	Blende	Pb	8,00
	Zn	0,10		Zn	25,00
	Mn	1,74		Mn	0,03
	Cu	1,32		Cu	0,05

d) - Tonnage extrait

Aucune estimation ne peut être donnée sur le tonnage de minerai extrait, mais on peut dire qu'il est certainement très faible. La mésentente qui a toujours régné entre les divers exploitants en est la cause. D'autre part, la trop grande teneur en blende et sulfures dépréciait ce minerai de fer.

Perspectives

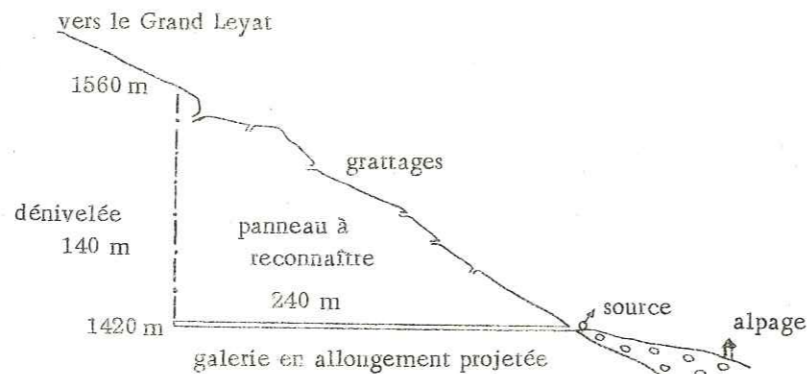
Le filon présente dans la clairière un aspect exceptionnellement beau et un tel indice devrait inciter à des travaux de reconnaissance. Actuellement, ce n'est pas le fer, mais surtout la blende et autres sulfures tels galène et la chalcopryrite qui justifieraient ces travaux.

La structure est visible en surface sur 110 m de dénivelée et 210 m de long et la moraine en masque les prolongements ; la structure étant ouverte "aux deux bouts", tous les espoirs sont permis.

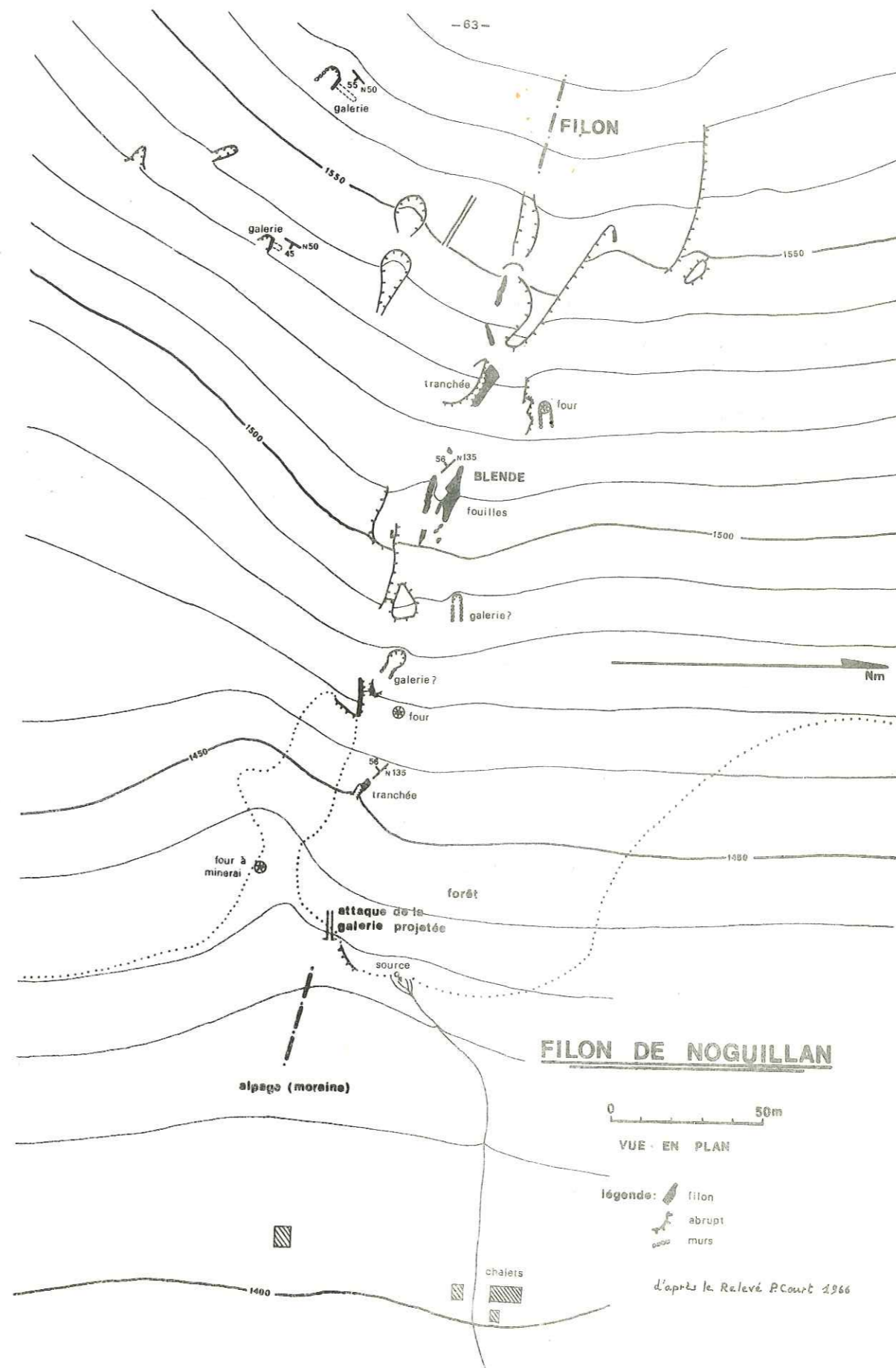
Une galerie attaquée 40 m au SW de la source permettrait de rentrer directement dans le filon. Un allongement de 210 m découperait un panneau de :

$$210 \times 110 \times 1,50 \times 3,5 = \text{environ } 60\ 000 \text{ tonnes de minerai tout-venant.}$$

Dans le cas d'un succès, des sondages permettraient de reconnaître la prolongation de la zone minéralisée en aval pendage.



Projection dans un plan vertical WNW - ESE.



FOSSE BATAILLARD

Situation

x = 905,680 y = 59,120 z = 1170
Commune de Saint Alban d'Hurtières.

200 m au Sud de la Fosse Villard, au-dessus de la route forestière, se trouve un châlet. La galerie s'ouvre au pied d'une petite barre rocheuse, 25 m au SW de ce châlet.

Travaux - Géométrie du filon

Il n'existe qu'une petite galerie de 5 m tracée sur un petit filon de quartz de 0,05 m d'épaisseur contenant pyrite et galène.

Ce filon est compris dans la schistosité N 35 - 90°. Il s'agit là d'un petit indice de peu d'intérêt.

FOSSE VILLARD

x = 905,710 y = 59,320 z = 1125
Commune de Saint Alban d'Hurtières

300 m au Nord du départ du sentier montant à Noguillan se trouvent de part et d'autre de la route des traces d'anciens travaux :

- 5 m en contrebas de la route, on devine une ancienne entrée de galerie avec des blocs de 0,40 m de quartz + ankérite et mouches de chalcoppyrite
- 200 m à l'Ouest de la route, dans le pré, émerge un bloc de pyrite apparemment en place. Il est dirigé N 105 et mesure 1 m de puissance.

Une analyse (Salsigne 1966) de cette pyrite a donné :

Au	traces
Ag	8 g/T
Cu	0,30 %

MINE DE L'ARBARETAN

Situation

x = 903,850 y = 355,210 z = 1760
Commune de Saint Pierre de Belleville.

Les travaux ont été pratiqués au pied d'une bitte rocheuse, en rive droite de la combe qui descend du col de la Perche vers les châlets de Fontaine Noire.

Historique

Les premières fouilles remontent probablement à 1772. En 1875, V. BARBIER cite : " près du col d'Arbaré-tan, du minerai de fer oligiste micacé à texture feuilletée métalloïde, un peu pyriteux, probablement dans les gneiss talqueux". Depuis cette date aucune recherche n'a été effectuée.

Travaux

Sur 100 m de distance et 20 m au-dessus du sentier, 3 galeries de recherche ont été amorcées ; elles n'ex-cèdent pas 10 m de longueur.

Géométrie des filons

Tout comme au Gargotton, les recherches ont été pratiquées dans la zone de contact du granite en position chevauchante sur les micaschistes. La minéralisation imprègne des fractures orientées parallèlement à ce contact anormal, c'est-à-dire SW - NE ; malgré tout elle demeure très discontinue.

Minéralisation

Elle se localise dans les granites écrasés et non dans les micaschistes. La gangue peu abondante est consti-tuée par du quartz et de la chlorite. Le minerai comprend de la pyrite associée à de la chalcoppyrite et un peu de mispickel. De l'oligiste tapisse les fractures de l'ensemble de cette zone.

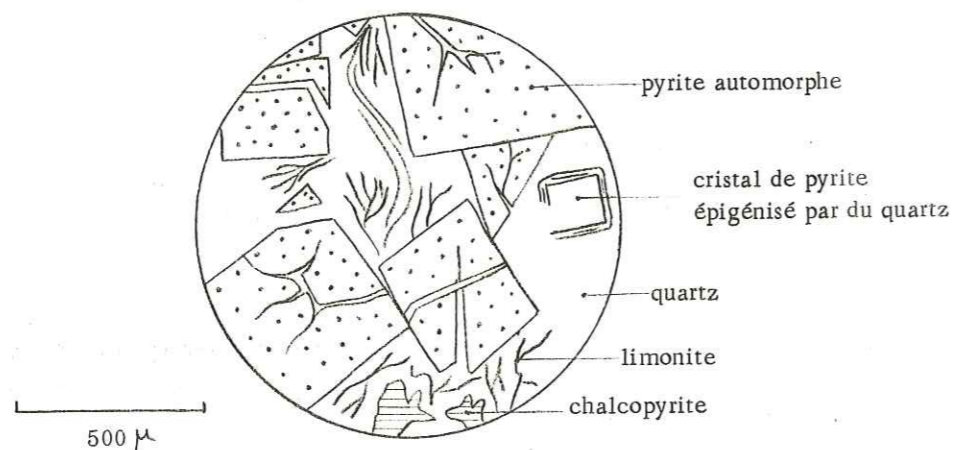
Etude de la section Aa 56

La gangue est formée de quartz xénomorphe légèrement diaclasé ; les carbonates sont absents.

Les gros cubes de pyrite, d'aspect très frais, ont été cassés et les morceaux cimentés par du quartz et de la limonite. La limonite s'insère généralement entre le quartz et les cristaux de pyrite.

La chalcoppyrite est moins abondante ; on l'observe en flots de 0,1 mm ; les contours sont diffus parce qu'en-tourés d'une gaine de limonite de décomposition.

Les cassures qui affectent les cristaux de pyrite sont pénétrées par le quartz.



La succession des dépôts est donc la suivante :

- 1°) - venue de pyrite et chalcopryrite suivie d'une fracturation responsable de l'altération en limonite et en chalcosine ;
- 2°) - le quartz serait venu en second lieu pour cimenter les cassures, tandis que la chalcosine aurait été partiellement éliminée, et la limonite redéposée sous forme d'oligiste.

Analyses

Dosages C.E.A (1965)	Fe	16,97 %
	Cr	0,08 %
	As	350 ppm

En conclusion, il est utile de remarquer que, si ces indices ne présentent pas d'intérêt du point de vue exploitation, ils constituent une originalité du point de vue géologique. Cette minéralisation liée au synclinal médian n'est pas carbonatée comme celle de la zone des micaschistes de la "Série satinée".

LA PETITE FOSSE DES MOUCHES

Galène - chalcopryrite

Situation

x = 906,170 y = 64,000 z = 1040 m
Commune du Pontet

A 300 mètres au NE des Mouches, en rive gauche et à 15 m du torrent "Le Gelon", s'ouvre une galerie. Celle-ci a été attaquée en travers-bancs dans les calcaires et brèches du Trias, afin de reconnaître l'aval pendage du filon du Clou de Masse.

Historique et travaux

Un document de 1900 mentionne que "la galerie anciennement creusée par GACON a 65 m ; elle n'a rencontré dans la dolomie que quelques veines de quartz sans continuité, avec galène et chalcopryrite.

Cette galerie a été prolongée par une attaque de direction est ; "on y a trouvé des traces de galène dans des schistes très quartzeux".

Stratigraphie et Minéralisation

Ces travaux nous donnent une coupe presque complète des formations comprises entre le Lias et le Cristallin. Nous avons successivement, du NW au SE :

- le contact Lias-Trias, qui doit se trouver dans l'axe du ruisseau ;
- à l'orifice de la galerie, un banc de calcaire dolomitique-cargneule dirigé N 53 - 80° E ;
- sur 7 mètres, des sables et argilites jaunes ;
- 40 mètres de brèches à éléments de calcaires dolomitiques ;
- 5 mètres de brèches à éléments de calcaires dolomitiques, quartzites, micaschistes, barytine, nodules de chalcopryrite, sidérite altérée, le tout recoupé ou enrobé par des filonnets de galène et plus rarement de blende claire. Les filonnets n'ont aucune direction privilégiée ;
- des quartzites blancs, fins, en plaquettes qui n'ont pu être observés en place, car l'éboulement s'est produit au contact brèche-quartzites ;
- les micaschistes du socle ont certainement été atteints, mais l'éboulement ne nous a pas permis d'aller jusque là.

La section polie n° 14 montre une grande plage de chalcopryrite fracturée.

Le réseau de fractures en "toile d'araignée" est rempli de covellite, limonite et parfois malachite.

La galène, largement cristallisée, offre des contours altérés en cérosite.

Analyse

Un échantillon contenant chalcopryrite et galène nous a donné :

(C.E.A. 1965)	Fe	7,94 %	Pb	5,26 %
	Cu	2,35 %	Zn	0,16
	Mn O	0,35	Ag	210 ppm

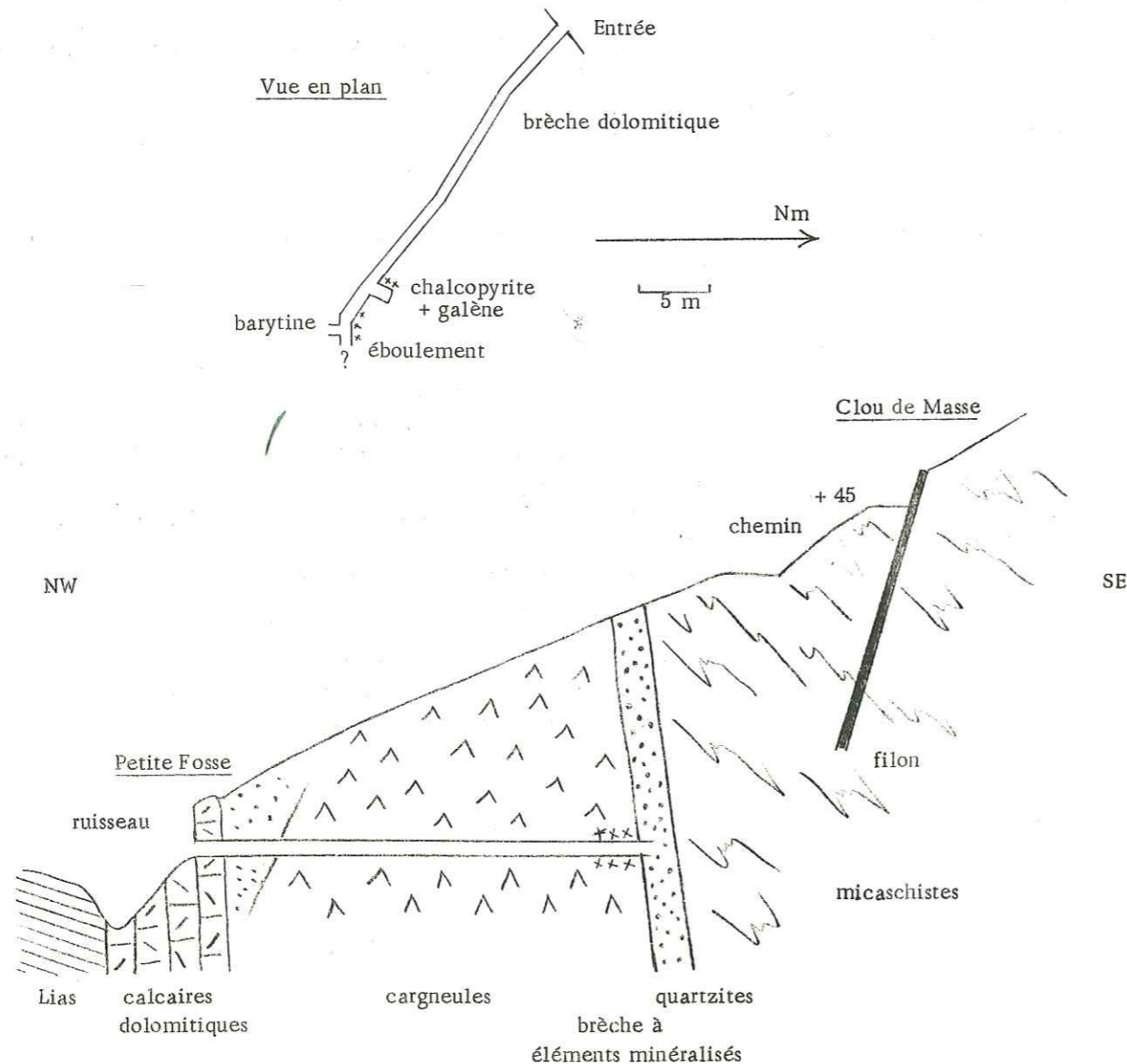
Conclusions

De ces observations on peut déduire ;

- 1° - que la grande faille d'effondrement qui borde la chafne des Hurtières est sensiblement verticale ;
- 2° - que les brèches dolomitiques, dont la mylonitisation et la "teneur" en galets de quartzites augmente au fur et à mesure que l'on s'approche du cristallin, sont très certainement d'origine tectonique ;
- 3° - que la minéralisation locale peut avoir deux origines :

- soit : le minerai est une reprise d'un filon encaissé dans les micaschistes, le filon mèche étant ici le "Clou de Masse" ;

- soit : le minerai recoupé est lié à la grande fracture d'effondrement, auquel cas on aurait pu, tout aussi bien, le trouver si le travers-bancs avait été percé plus loin.



FILON DU CLOU DE MASSE

Galène - chalcopryrite

Situation

x = 906,220 y = 63,940 z = 1080 m
Commune du Pontet

A 300 mètres au NE du hameau des Mouches, et à 20 mètres à l'Est du chemin montant au Col du Petit Cucheron, s'ouvre une carrière dans la paroi de laquelle le filon est encore visible.

Historique et travaux - Tonnage extrait

En 1863, GUILLARMAND extrait 15 à 1800 Kg de minerai de plomb argentifère.

Vers 1880, DOMERGUE ouvre une galerie dans le filon de quartz moucheté de galène et chalcopryrite. Cette galerie n'aurait eu que 20 à 30 mètres de long et se serait effondrée malgré le boisage.

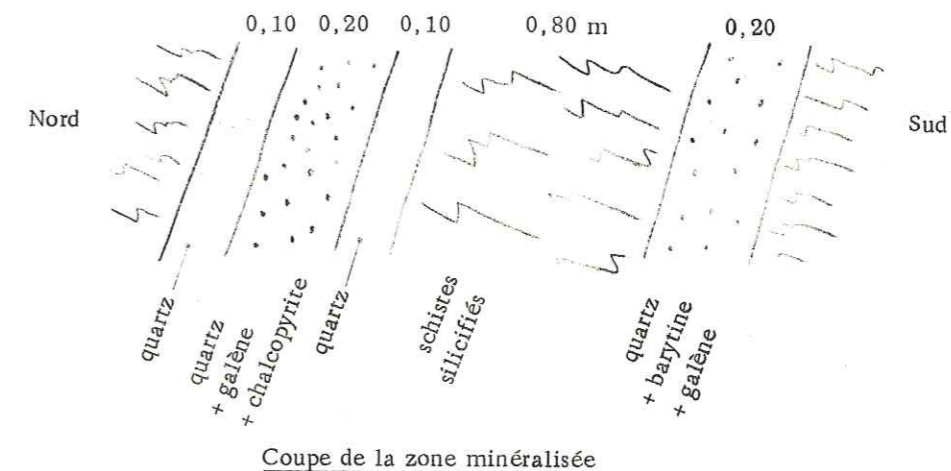
En 1918, MAUROUX fonce, au fond de la carrière, un puits vertical de 5 mètres et débouche au front de taille de la galerie Domergue.

En 1919, aucun travail de recherche n'est poursuivi, ce qui motive le retrait du permis.

Géométrie du filon

La caisse filonienne qui mesure 1,40 m de puissance a pour direction N 73 - 65° N ; elle recoupe les micaschistes encaissants de schistosité N 175 - 55° NE.

L'extension ne peut être précisée du fait que le filon n'est visible qu'au point où il a été exploité.



Minéralisation

Comme l'indique la coupe ci-dessus, la structure comprend deux filons séparés par 0,80 m de schistes. Le zoning est bien marqué, et la minéralisation sulfurée est plus abondante dans le filon nord.

Le quartz blanc laiteux est moucheté de chalcopryrite (avec reflets bleutés), de pyrite et de galène. Ces sulfures ne se répartissent pas le long de fractures recoupant le quartz ; au contraire ils le parsèment, ce qui nous permet de dire que le dépôt des sulfures est probablement contemporain de celui du quartz.

FILON DU CROCHET

Chalcopyrite - Galène

Situation

x = 905,690 y = 62,910 z = 1060 m
Commune du Pontet

Ce petit filon est situé exactement sur le tracé de la route qui monte des Mouches au Col du Grand Cucheron, au point où la route quitte l'éboulis pour entailler les micaschistes en place. Cette entaille a mis à jour le filon mais, par contre, les déblais ont recouvert l'entrée de la galerie.

Historique

En 1863, GUILLEMAND qui exploitait la Perellaz obtient l'autorisation de percer une galerie.
Le 14 septembre 1881, DOMERGUE demande un permis de recherche pour plomb, argent, cuivre.

Travaux - Géométrie du filon

La galerie mesurerait 14 mètres.
Le filon est orienté N 76 - 45° S et recoupe la schistosité des micaschistes encaissants. Sa puissance varie entre 0,05 et 0,010 m. On ne l'observe que dans le talus de la route sur 5 m de hauteur.

Minéralisation

Elle est analogue à celle du "Clou de Masse". Le quartz jaune contient des mouches de chalcopyrite, galène, pyrite. A noter l'absence de sidérite.

Tonnage extrait

D'après un document de 1873 (document S.M.), il aurait été extrait 7 tonnes de minerai de cuivre d'une teneur indéterminée.

MINES DE LA PERELLAZ ET REBAISSE

Galène - Chalcopyrite - Cuivre gris

Situation

x = 903,860 y = 61,460 z = 1015 m
Commune du Pontet

Les mines s'ouvrent 1 Km au SW du lieu dit "Les Lambert" hameau d'où part le chemin.
Les galeries n'explorent qu'un seul filon : celles situées à 30 m de dénivelée au-dessous du chemin portent le nom de "Rebaisse" ; celles s'étendant sur 60 m au-dessus sont nommées "La Perellaz".

Historique

- Les premiers travaux de GUILLEMAND remontent à 1857 ; en 1863 il est autorisé à effectuer des fouilles et consacra 24 années à explorer le sous-sol du Pontet (mines du Crochet et du Clou de Masse).
- En 1874 DENTROUX et TISSOT demandent une concession à La Perellaz (Mas des Bancs).
- En 1883 les différentes exploitations sont groupées sous le nom de Concession du Gelon acquise par DOMERGUE, puis GACON en 1890.
- En 1917 les recherches sont reprises par MAUROUX.
- En 1929 - 30 elles sont poursuivies par la Société des Mines et Métallurgie ; par la suite la concession a été déchuée.

Travaux et géométrie du filon

A l'heure actuelle, la plupart des galeries sont à demi-éboulées ou du moins en mauvais état. Malgré tout nous avons topographié les parties visibles et complété, tant bien que mal, à l'aide des anciens documents (documents S.M.).

Etant donné les difficultés de compréhension qui se posent lorsqu'on ne peut étudier de visu le gisement, nous avons jugé utile de rassembler tous les détails concernant chacune des galeries.

Galerie de la Rebaisse inférieure - Niveau Om -

En 1882, "galerie de 60 m attaquée sur un joint gras composé d'argile, contenant un peu de quartz et galène".

En 1930, "un montage a permis la jonction avec la galerie + 4m."

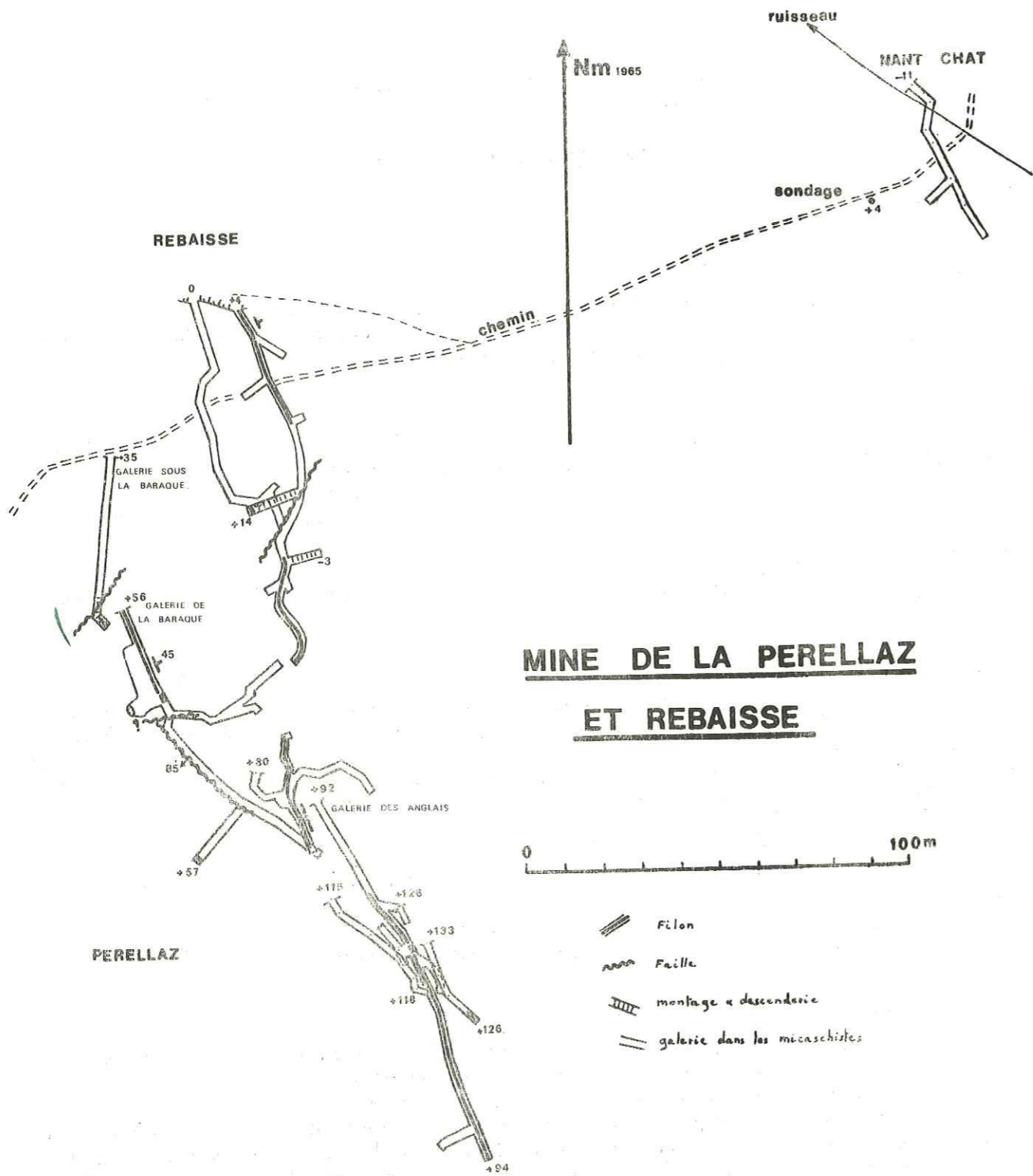
A l'heure actuelle, elle nous a paru entièrement creusée dans les micaschistes ; elle est éboulée à environ 45 m de l'entrée.

Galerie de la Rebaisse supérieure - Niveau + 4 m

"A 15 mètres de l'entrée, la galerie a rencontré un filon de galène, chalcopyrite et cuivre gris, de puissance 0,60 m, dirigé N-S 45°E, puis le filon s'est perdu sans laisser la moindre trace".

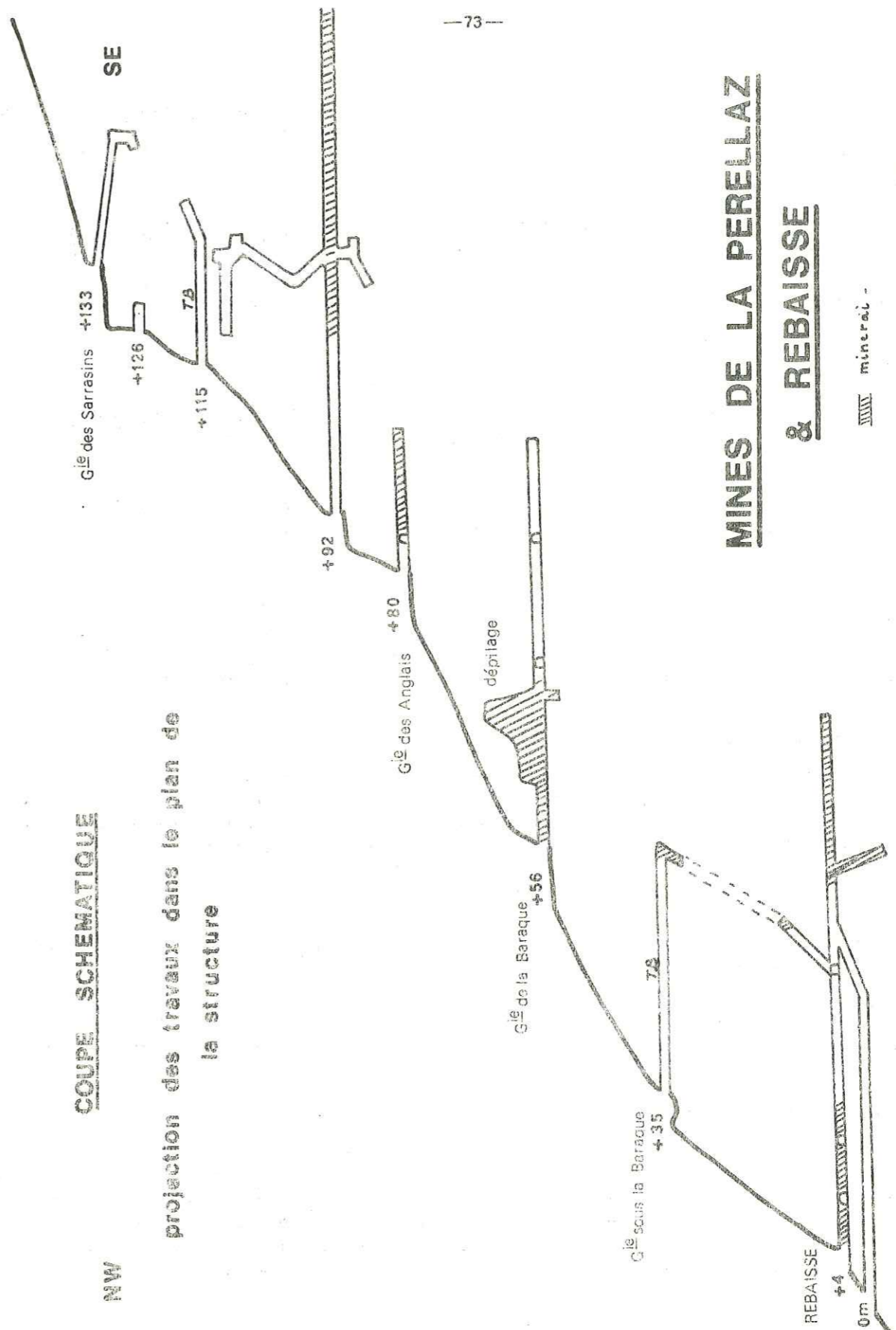
"En 1928, la galerie mesurait 35 m et avait suivi un filonnet de blende".

"En 1930, 65 mètres de galeries nouvelles ont été percées. Un petit filonnet a été rencontré après la traversée d'une faille NE - SW 55° SE. Le minerai a une teneur de 12 % Pb et 2 % Cu. Une descenderie a été amorcée mais arrêtée à 8 m (par suite de venues d'eau importantes), après avoir reconnu un enrichissement de la minéralisation qui atteint 23 % Pb. Un montage a été attaqué au voisinage de la faille pour reconnaître l'amont pendage, et le filon a été retrouvé à 12 m de hauteur".



**MINE DE LA PERELLAZ
ET REBAÏSSE**

Topographie: B. Cabrol 1965
complétée d'après les anciens relevés



COUPE SCHEMATIQUE

projection des travaux dans le plan de
la structure

**MINES DE LA PERELLAZ
& REBAÏSSE**

Relevé B. Cabrol complété avec les documents du Service des Mines

Actuellement, le filon de quartz (puissance 0,50 m), visible à l'entrée, semble disparaître ensuite. Dans une recoupe il est entreposé un tas de minerai riche en oligiste, oligiste qui est également présent en éboulis sur le versant de la montagne et que nous n'avons jamais trouvé en place.

Galerie sous la baraque - Niveau + 35 m

Percée avant 1864, cette galerie intermédiaire devait reconnaître l'amont pendage du filon de la Rebaisse supérieure, et recouper un 2ème filon visible en surface, orienté E-W. Cette galerie de 27 m de long, entièrement dans les schistes, a rencontré la faille de la Rebaisse (orientée NE-SW 55° SE), et a été prolongée en 1929 par une descenderie de 15 m destinée à établir la communication avec le montage partant du niveau + 4 m.

Actuellement son entrée est éboulée.

Galerie de la baraque - Niveau + 56 m

Sur les 35 premiers mètres la galerie suit un filon (puissance 0,60 à 0,20 m) riche en galène, chalcopryrite et cuivre gris, dirigé N 156 - 45° NE, puis il tourne à l'Est en même temps que la puissance se réduit à quelques centimètres.

En 1882 la trace argileuse, pentée vers le Sud, a été suivie en galerie sur 30 m sans succès.

Une autre galerie a été creusée dans l'axe du filon sans le retrouver ; en 1930 elle a été stoppée à 86 m de l'entrée. Le tronçon de filon productif a fait l'objet d'un petit défilage vers le haut.

Galerie Niveau + 80 m

En 1881, une désobstruction a permis d'ouvrir une galerie dirigée vers le Sud sur 11 m, puis vers l'Est sur 8 m. Elle a recoupé un filon de quartz (puissance 0,90 m) avec mouches de galène et chalcopryrite, qui paraît interstratifié dans les micaschistes fortement contournés. Dans la partie reconnue il est dirigé N 150 - vertical ; l'amont pendage semble avoir été enlevé par les anciens, et l'aval pendage est intact. Une recoupe a été entreprise pour aller chercher vers l'Est un autre filon.

Galerie supérieure - Niveau + 92 m

En 1864, cette galerie percée dans les schistes, dite "des Anglais", avait 31 m de long. "A cette distance, le filon a été retrouvé intact et assez riche en galène et blende, avec 0,80 m de puissance. En 1884 on a poursuivi 20 m environ, toujours dans un beau filon ; on a rencontré une faille N 90 pentée Sud, à remplissage de quartz, argile, et de filaments de galène et chalcopryrite. Derrière la cassure on s'est trouvé en présence d'un filon de 0,80 m, très minéralisé, tendant à prendre la direction N-S".

Galerie Niveau + 115

Elle a été attaquée 15 m à l'Ouest de la structure sur un filon de quartz qu'elle a suivi sur 5 m. Après 30 m dans les schistes elle a été stoppée sur des petits filonnets de barytine.

Galerie des Sarrasins - Niveau + 133 m

Elle constitue les travaux les plus élevés et, certainement les plus anciens. La galerie descendante a suivi la structure, mais n'a pas rencontré de lentilles minéralisées.

Géométrie du gisement

Les anciens exploitants voyaient dans ce gisement plusieurs filons concentriques... En fait, bien que les travaux soient partiellement éboulés, il semble n'y avoir qu'une seule structure dans laquelle le filon s'est déposé en lentilles irrégulières. Le problème consiste à savoir si, au niveau + 56, le filon a été plissé et retourné suivant une direction perpendiculaire, ou bien si cette direction appartient à une fracture récente sans influence sur le filon ? Il faut reconnaître que, depuis l'entrée, le filon diminue progressivement de puissance et disparaît complètement 5 mètres avant la faille ; derrière la faille on ne le retrouve qu'au niveau + 80, avec la même direc-

tion, mais en pendage opposé (80 SW). Quoi qu'il en soit, un fait est certain, au-dessus du niveau + 80 le filon a pour direction N 156 - 80° SW et, au-dessous elle est N 156 - 45° NE.

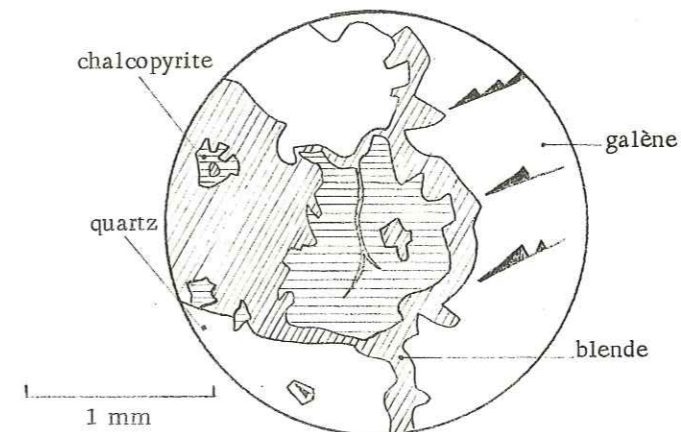
Minéralisation

Le filon forme un banc de quartz aux épontes très franches ; on peut l'assimiler au filon du Remoud à tous points de vue. La minéralisation offre un zoning très net ; on y trouve surtout de la galène, chalcopryrite et cuivre gris, et plus rarement, blende, sidérite, limonite, goethite.

Etude de la section polie AB 17 (La Rebaisse)

La gangue de quartz semble avoir envahi la minéralisation constituée par de la galène, chalcopryrite et blende.

Lorsque le quartz ou la chalcopryrite sont en contact avec la galène, une frange de blende en jalonne les limites ; par contre, les contacts entre chalcopryrite et blende sont très francs et les contours quelconques.



Section polie PE 21 (La Perellaz)

La chalcopryrite (ici très pléochroïque) et le cuivre gris sont intimement mélangés et ont été morcelés par un réseau de fissures évoquant un chevelu de racines.

Ces fractures, lorsqu'elles affectent les sulfures, sont soulignées par un liséré de covellite.

En lumière polarisée on se rend compte que le quartz a subi également cette fracturation ; elle se manifeste par des cassures parallèles, non minéralisées, mais donnant des réflexions internes blanches ou jaunes.

Section polie PE 19 (La perellaz)

Ici la galène est plus abondante ; elle contient indifféremment des flots de chalcopryrite, de cuivre gris ou de blende. Les sulfures jouent le rôle de ciment autour des grains de quartz. Le quartz, lui-même très fracturé, est perclus de cavités remplies par la galène.

Analyses

Provenance	Echantillon	Fe %	Cu %	Pb %	Zn %
Rebaisse + 4 m	Chalcopryrite. blende. galène	4,97	1,96	2,37	0,08
Rebaisse + 4 m	Oligiste	51,94			
Perellaz + 56 m	Galène	8,82	0,25	7,67	0,01
Perellaz + 56	Chalcopryrite. galène. cuivre gris	4,24	3,08	0,13	0,21
Perellaz + 56	Blende. galène	10,66	0,87	6,55	0,81

Bien entendu, ces résultats ne sont pas représentatifs car ils ne se rapportent pas à des rainures, mais à des échantillons choisis.

Tonnage extrait

Les chiffres que nous avons pu recueillir (doc. S.M.) sont les suivants :

- 1863 : 5 tonnes de minerai
- 1883 : 17 tonnes
- 1900 : 8 tonnes

On peut dire que la quantité de minerai extraite n'a guère dû dépasser quelques centaines de tonnes. Aucun panneau n'a été découpé ; les résultats des recherches précédentes ne sont guère encourageants.



MINE DU REVEYRET

Galène - chalcopryrite - blende - pyrite

Situation

x = 902,920 y = 61,060 z = 867 (sommet descenderie)
Commune du Bourget en Huile

Les travaux d'exploitation pour galène s'étendent à 500 m au SE du Bourget, et pratiquement à la lisière de la forêt au-dessus du Salvat.

Historique et travaux

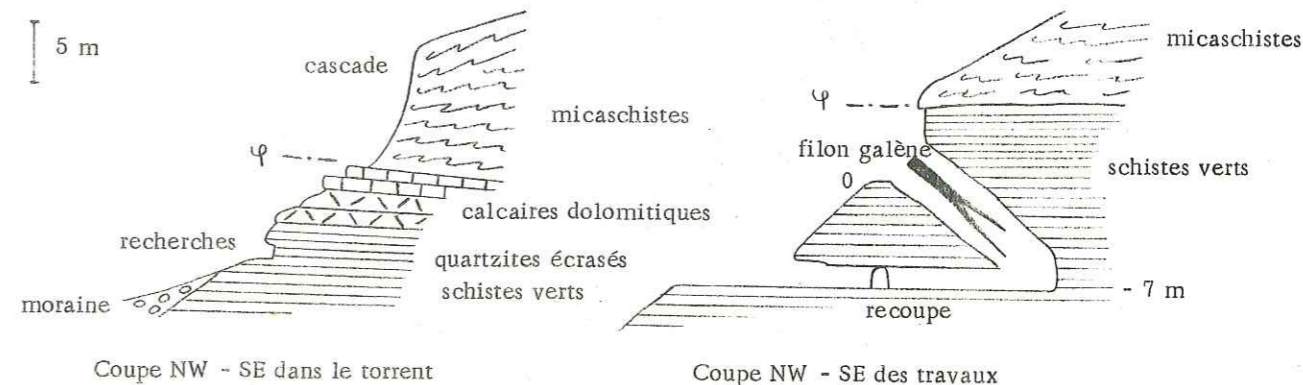
En 1806, LELIVEC signale déjà la mine "d'Erveirey" comme étant éboulée.
En 1897, GACON reprend les travaux et exécute une descenderie à 45° dans le filon.

De 1914 à 1918, MAUROUX pratique :

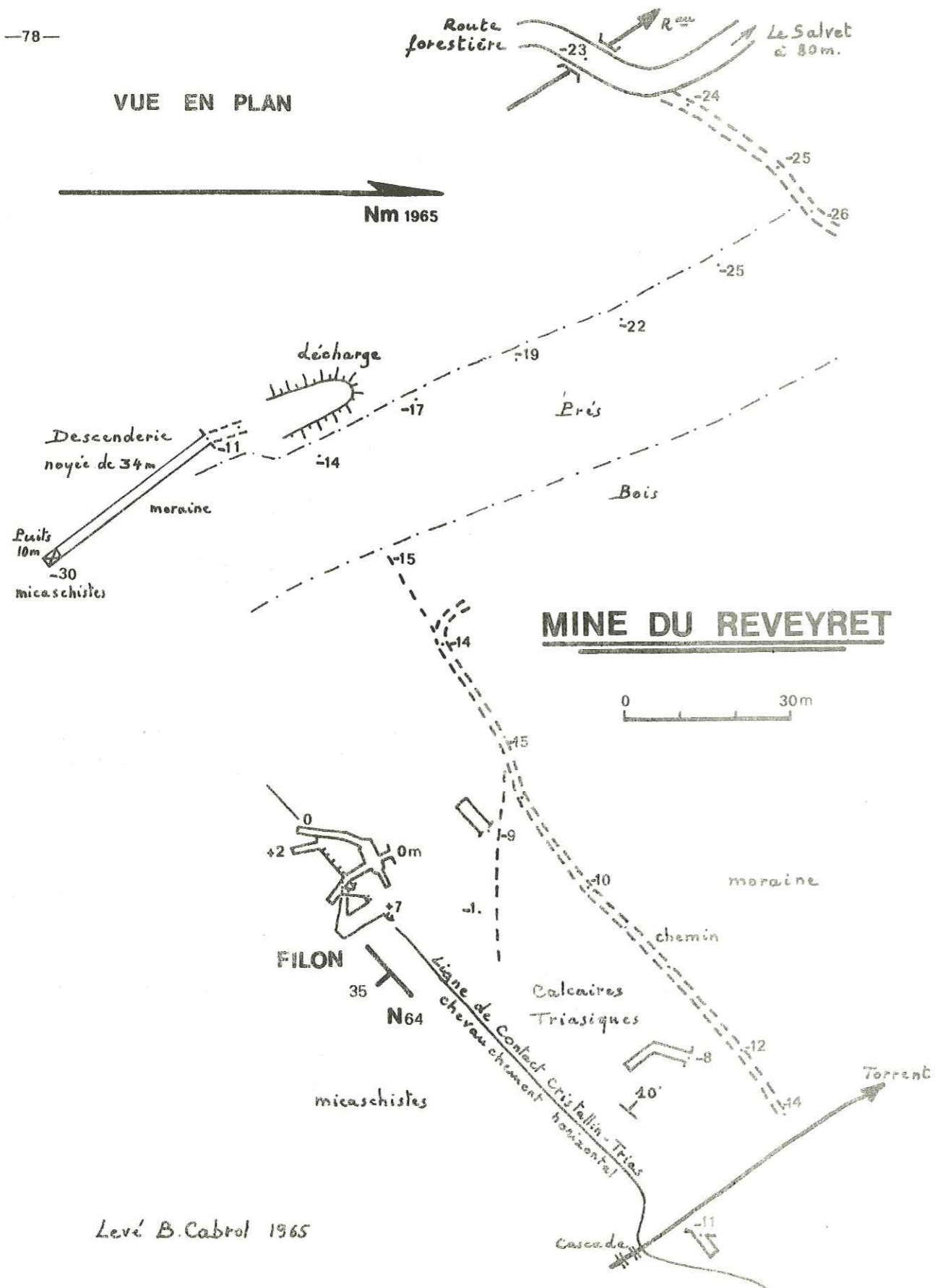
- 1° - une descenderie de 34 m dans la moraine 90 m au SW ; cette descenderie est actuellement noyée ; elle serait suivie d'un puits de 9,6 m (fond du puits à 19 m au-dessous du sol). A ce point les schistes cristallins ont été rencontrés. Un travers-bancs a été amorcé vers le Sud (mouches de chalcopryrite).
- 2° - un travers-bancs dans les calcaires dolomitiques non minéralisés, 63 m plus au NE ;
- 3° - un petit puits de 4 m de profondeur à proximité ;
- 4° - une tranchée à ciel ouvert dans une veinule de galène qui a été dépilée sur 15 m de long et 8 m de haut.

Géométrie

La minéralisation jalonne une structure N 64 - 35° SE qui recoupe le Trias très laminé. En effet, au Reveyret, les calcaires et schistes verdâtres du Trias sont chevauchés par les micaschistes cristallins. Ce contact tectonique est horizontal, voire même déversé de 10° vers le NW ; il se voit très nettement d'une part au sommet de la descenderie, d'autre part au pied de la cascade, dans le lit du torrent, 80 m plus au NE.



VUE EN PLAN



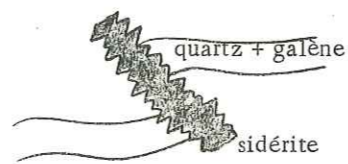
Levé B. Cabrol 1965

L'ensemble des schistes triasiques écrasés est imprégné de pyrite ; parfois même la galène a diffusé ; on la rencontre dans la recoupe, recoupe qu'il aurait peut être fallu prolonger de quelques mètres pour recouper la structure.

L'examen du filon dans la descenderie montre que la puissance qui est de 1 m en surface se réduit à néant en profondeur. La recoupe pratiquée au niveau Om de notre plan aurait dû être prolongée de 5 m vers le SE pour s'assurer que le filon disparaît en profondeur. On pourrait expliquer un tel amas minéralisé en surface en invoquant le changement de faciès occasionné par le passage du Trias au Cristallin (?).

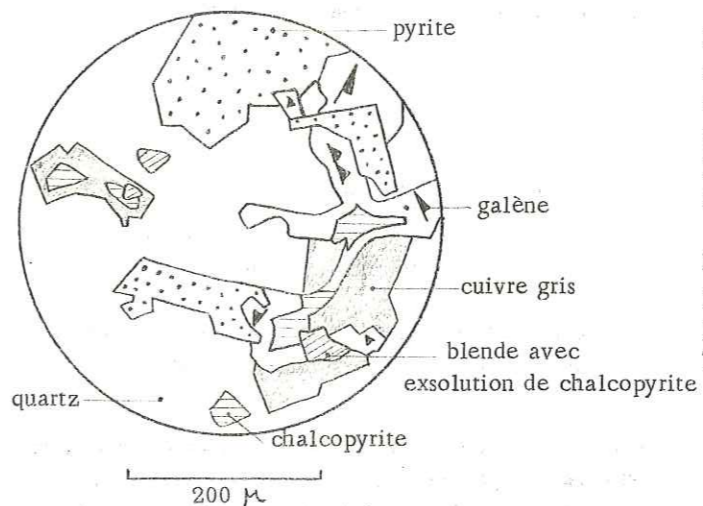
Minéralisation

Le minerai comprend une gangue de quartz et sidérite brune largement cristallisée, de type Allevard, mais ayant un aspect très frais. Quartz et sidérite forment des rubanements. Les sulfures qui comprennent blende vert - jaune, pyrite, chalcoppyrite et surtout galène, affectent indifféremment la gangue, quoique plus abondante dans le quartz. La galène présente de moyennes facettes (3 mm) et constitue certainement les plus beaux échantillons découverts dans le massif des Hurtières.



Le schéma ci-contre, montre que la minéralisation en plomb argentifère est certainement antérieure à la venue de la sidérite.

Etude de la section polie RE 41



Tout comme on peut s'en rendre compte à l'œil nu, les sulfures affectent indifféremment le quartz ou la sidérite. L'examen au microscope a révélé la présence de cuivre gris, minéral intimement associé à la chalcoppyrite et à la galène. La blende, ici très calcaire, contient des gouttelettes d'exsolution de chalcoppyrite.

La pyrite se surimpose à l'ensemble (section RE 39) et recoupe tous les minéraux à l'emporte pièce ; son influence s'étend au-delà du filon puisqu'elle imprègne les grès-schistes écrasés du Trias (section RE 40).

Tonnage extrait

Sur le carreau de la mine il existe un tas de minerai scheidé riche en galène. On peut l'estimer à 1 ou 2 tonnes à 15 % de plomb environ.

Conclusion

Le comportement d'un tel filon est loin d'être clair si l'on en juge par les déboires des anciens exploitants. En profondeur il semble disparaître complètement, de même que vers le NE. Vers le SW il semble se poursuivre sous la moraine et il aurait été préférable de le suivre pas à pas plutôt que d'attaquer une descenderie à 90 m de là.

Etant donné les fortes teneurs en plomb, un tel indice mériterait peut-être quelques tranchées ou sondages courts, ceci pour vérifier s'il ne subsiste pas un gisement masqué par la moraine ?

FOSSE GUERRAZ

galène - blende

Situation

x = 903,100 y = 60,810 z = 980 L II zone C
Commune du Bourget en Huile

Le filon de quartz est visible en surface 70 m au-dessus de la route forestière, en rive gauche du torrent qui passe au lieu dit "Le Salvet".

Historique

Les travaux qui concernent ce filon sont antérieurs à 1881 car mentionnés sur plan au 1/10 000e de 1881 (Archives départementales 95 S₁).

Les galeries ont été prolongées en 1929.

Travaux

Ils comprennent deux galeries superposées à 58 m de dénivellation l'une de l'autre :

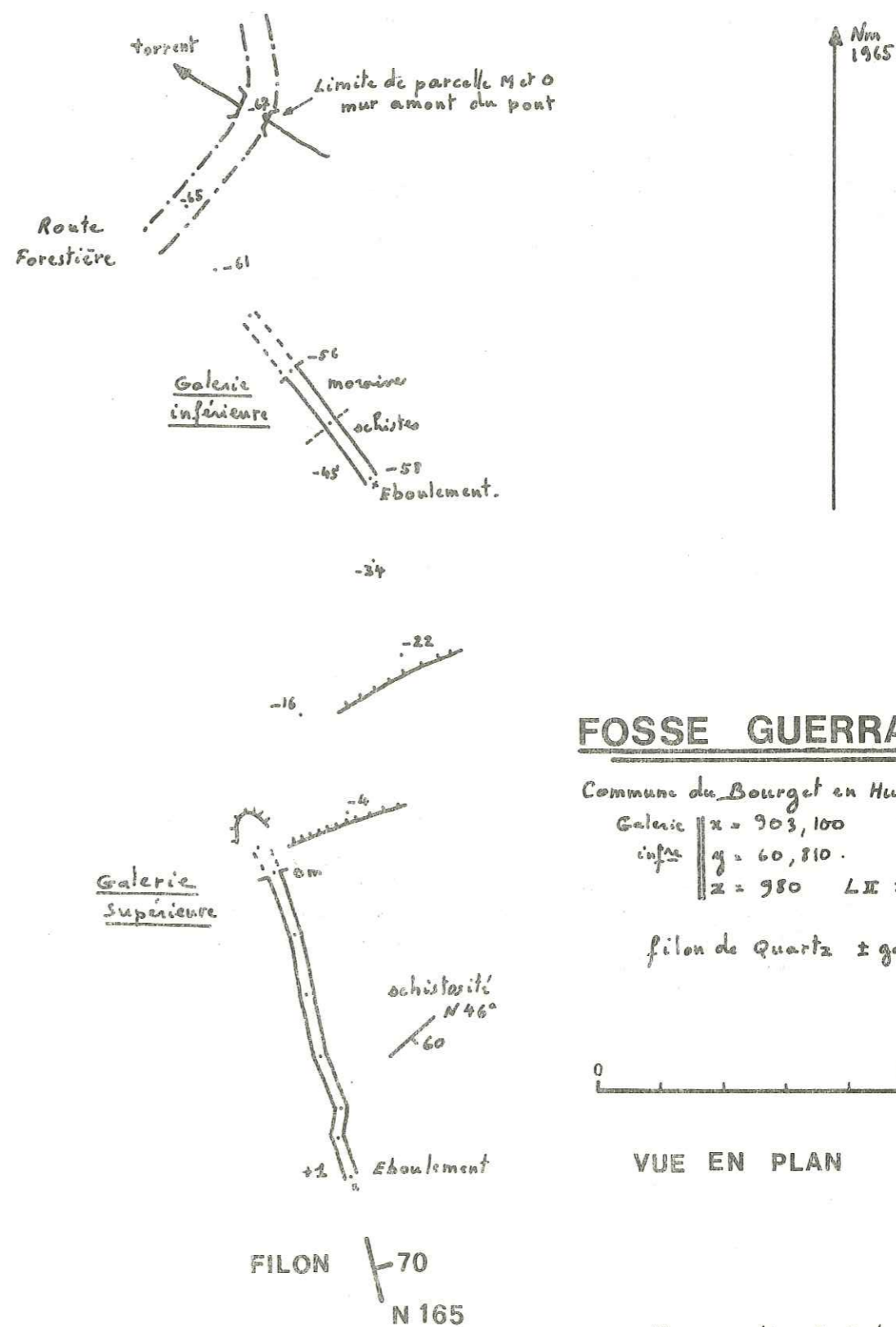
- la galerie supérieure est attaquée dans le filon de quartz et le suit sur 50 m. A ce point un éboulement empêche de visiter la suite des travaux mais, d'après les anciens documents (service des mines), celle-ci mesure 77 m et l'avancement est stérile.

- la galerie inférieure, qui sert de galerie d'écoulement, rentre dans la moraine pendant 20 m, puis dans les schistes sur 10 m ; un éboulement interdit de progresser au-delà. Elle mesurerait 44 m de long (Archives Mines 1930).

Cette galerie en travers-bancs a été percée dans l'intention de reconnaître l'aval pendage du filon mais elle ne semble pas l'avoir recoupé. En admettant que le filon conserve son pendage de 70° NE, on peut déterminer, par construction géométrique, que la galerie inférieure a été attaquée 5 m trop au NE et qu'une recoupe serait nécessaire pour le retrouver.

Géométrie

Le filon orienté N 165° et penté 70° NE recoupe franchement la schistosité N 46 - 60° SE des micaschistes encaissants. La puissance reste très constante, soit de 0,40 m et les épontes sont très franches. Aucune faille ni phénomène de torsion n'affectent le filon dans sa portion visible.



Minéralisation

A première vue le quartz semble être seul présent : quartz d'un aspect blanc laiteux. De rares mouchetures de blende brune et galène fine sont visibles, mais en quantité si faible qu'on s'explique mal la raison d'être d'une si grande galerie.

Analyses

Ce minerai n'a pas fait l'objet d'analyses mais la teneur en plomb/ zinc est certainement inférieure à 1 %. A la différence des filons de la région, la sidérite et l'ankérite sont absentes.

Tonnage extrait

Il est probable que les travaux n'ont guère dépassé le stade de la recherche ; toutefois, on signale qu'en 1900 7 à 8 tonnes de minerai de plomb ont été extraites.

N.B. Il se peut que la Fosse Guerraz soit le "Filon de St Joseph" décrit par LELIVÉC en ces termes :

- Plomb sulfuré à petites facettes contenant 0,0012 % d'argent, du cuivre pyriteux et zinc sulfuré jaune disséminé dans du quartz laiteux ou rougeâtre. Filon de 2 m de puissance près du jour, se rétrécissant ensuite. Jolie galerie de 50 m en direction. - Plus bas, puits incliné de 12 m de profondeur, au pied duquel on a mené une galerie dans l'épaisseur du filon.
- Assez bon minerai. -

MINE DE LA RICHESSE

Situation

x = 903, 540 y = 59,310 z = 1590 (galerie d'écoulement)
Commune du Bourget en Huile

Le champ filonien de La Richesse s'étend sur le versant ouest de la chaîne, près de la crête, entre le lac du Grand Leyat et le col du Champet. L'accès est grandement facilité par la nouvelle route forestière qui passe 80 m en dénivelée plus bas.

Historique

La découverte de ces mines de plomb remonte à 1750. Ce sont des Anglais qui entreprirent avec profit l'exploitation, mais ils furent supplantés par des gens du pays. La société du Bourget en Huile exploita fer et galène argentifère pendant le 18ème siècle et fut dissoute en 1788.

De 1827 à 1820, la Sté Mongelaz et Bertholus extrait une quantité insignifiante de galène qui est traitée à l'usine de Conflans.

En 1838, un particulier réouvre les galeries et vend ses prétendus droits à deux sociétés concurrentes. Le conflit ne tarde pas à éclater ; l'affaire passe devant les tribunaux et se solde par une transaction à l'amiable en 1843. Il est convenu que la concession sera divisée en deux parties :

- La Richesse, attribuée à la Sté Balmain-Frerejean-Roux, (concession instituée en 1866 ?)
- La Richesse supérieure, galerie s'ouvrant à 38 m de dénivellation plus haut, attribuée à la Sté Leborgne (concession instituée en 1859 à titre perpétuel). Le plomb est fondu au haut fourneau de St Hugon ou bien à Epierre ; mais les frais de transport sont élevés.

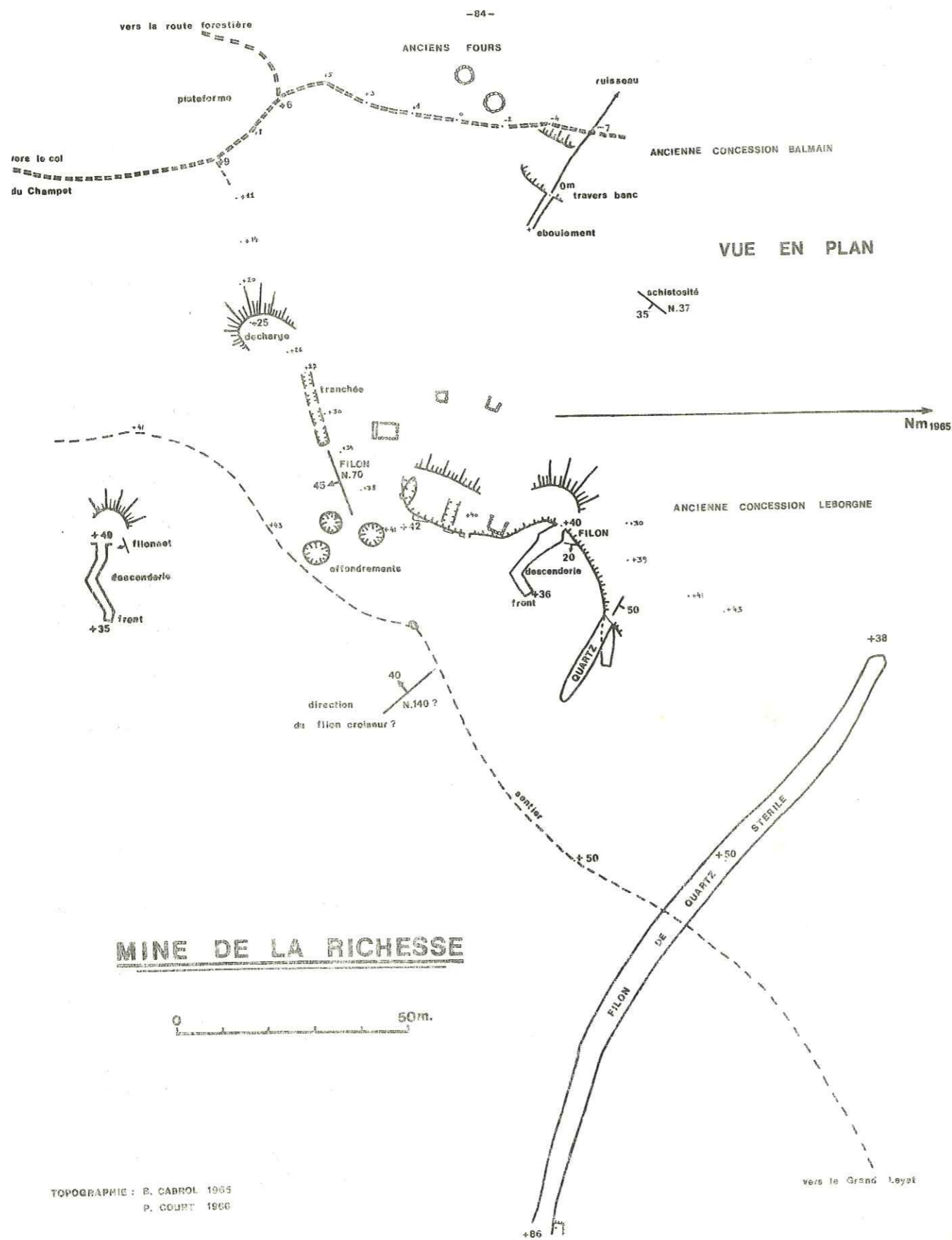
En 1861, la mine est en chômage.

En 1874, l'élévation du prix du fer avait incité la Cie de l'Horre, locataire, à reprendre l'exploitation ; cette tentative est abandonnée dès la baisse des cours.

Travaux

L'état actuel des lieux ne permet pas de pénétrer dans les galeries ; la position des entrées se devine seulement par la position des décharges, c'est pourquoi nous nous sommes rapportés aux descriptions des anciens exploitants.

- DE VENEILH écrit en 1807 : "la montagne est criblée de puits et galeries sur 150 m de haut et 300 m de long".
- Un plan de surface de 1877 (Archives départementales de la Savoie 97 S5) indique que la galerie de la concession Leborgne (Richesse supérieure) s'ouvre 38 m plus haut et à 72 m de la galerie de la concession Balmain. Cette dernière correspondrait au travers-bancs d'écoulement indiqué sur notre plan.
- LELIVÉC (journal des mines n° 120) écrit en 1808 : "80 mètres environ au-dessous de la grande galerie principale, galerie d'écoulement de 200 m dirigée NS qui fut abandonnée". Il s'agirait probablement de la galerie de la Grande Roua, actuellement captée pour l'alimentation en eau de la commune du Bourget.
- Rapport del'ingénieur ordinaire - 22 juin 1872 : "galerie inférieure pratiquée par les anciens ; elle atteindrait 40 m, aurait rencontrée le filon. Trois avancements descendants, dont le plus considérable n'a que 20 m".



"galerie supérieure s'ouvre à 38 m en contrehaut de la précédente, pratiquée vers 1840 par LEBORGNE, suit la ligne de plus grande pente du filon".

- Rapport du 2 novembre 1917 : "galerie de 60 m datant de 1874 dans le filon de fer spathique".

Géométrie du gisement

- D'après V. BARBIER (1875 - Savoie industrielle), la puissance est de 2 m.

- Pour A. BORDEAUX 1925 : il y eut trois fosses d'exploitation sur une longueur d'environ 100 mètres. "Le filon est dirigé N 70° E et plonge 45° S. La puissance est de 1,5 à 2 m. Un autre filon croiseur dirigé N 40° W plonge 40° SE et a été attaqué par trois galeries ; il a 0,70 m de puissance".

- Pour LELIVEC 1806 : "filon uniquement effleuré. Puissance 1 m inclinaison 60° N".

- Pour LACHAT, ingénieur des mines, 22/6/1872 : "le filon est dirigé Ouest 20° N, plongement de 30° Sud".

Certes, les avis des différentes personnes qui ont eu la chance de visiter la mine sont assez divergents ; les phénomènes de torsion des filons sont probablement responsables d'une telle confusion. Le relevé topographique extérieur nous a permis de trancher partiellement la question.

Il se confirme, en effet, que le filon principal est orienté N 70° - 45° S. Il aurait été suivi en direction sur 60 m. Une tranchée, puis des entonnoirs, jalonnent d'ailleurs cette direction.

L'orientation du filon croiseur est plus difficile à déterminer ; toutefois, il pourrait correspondre à l'affleurement N-S 20°E sur lequel a été pratiquée une descenderie actuellement ouverte.

La galerie suivante, 20 m au NE, affecte un autre filon N 120 - 50° NE, plus pauvre en minerai. Le quartz y est en outre mêlé de micaschistes où se rencontre encore un peu de chalcopryrite.

Enfin, 50 m plus au Nord, un important filon de quartz laiteux sans minéralisation apparente se suit en amont de la cote + 38. Dans la pente en forêt, il constitue un chaos de blocs. Sur le replat herbeux (+ 50), il s'enfle en une dorsale de 4 m de haut sur 8 m de large, pour reprendre son aspect éboulé dans la pente suivante. On le suit ainsi sur une longueur de 220 m, en amont de laquelle il est très vite masqué par la couverture de terre, et se résout à quelques blocs épars.

Minéralisation

Le minerai que l'on peut observer dans les décharges est une sidérite très quartzreuse, généralement altérée en limonite. L'aspect carié du quartz, la limonite typique du chapeau de fer, sont le témoignage d'importantes circulations d'eau dans la crête du filon. Une galerie qui atteindrait le filon en profondeur fournirait certainement un minerai plus homogène.

Tout comme à Noguillan et Mont-Dondon, il faut distinguer deux types de quartz :

1) - un quartz amorphe jaunâtre, fracturé, apparemment très vieux, offre une structure zonée avec la limonite ex-sidérite. Il contient des mouchetures de pyrite et chalcopryrite ; des cavités sont tapissées de bourgeons d'hématite concrétionnée et de malachite.

2) - le deuxième type correspond au contraire à un quartz cristallisé blanc ou vitreux. Ses cristaux hexagonaux (de 3 mm), assemblés parallèlement à leurs allongements, évoquent une structure en nid d'abeille. Cette juxtaposition n'est pas parfaite car des fractures ont brisé cet édifice ; l'ensemble a été cimenté par de la sidérite. A cette même occasion, galène, chalcopryrite et blende se sont déposés dans les espaces vides restants ; de ce fait les sulfures ne sont jamais massifs.

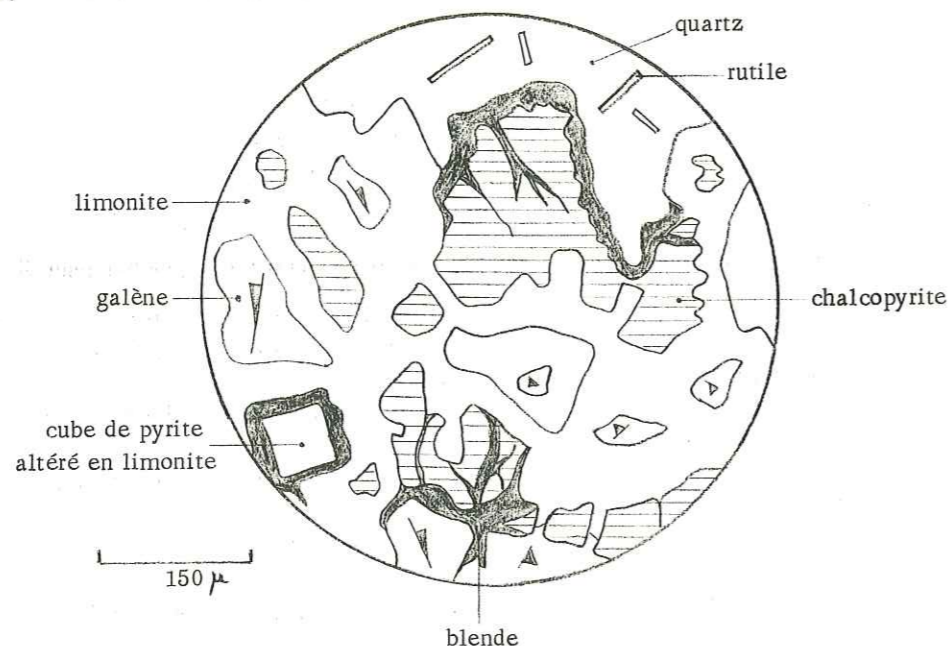
Etude de la section polie RI 36

Dans le quartz sont disséminées de fines aiguilles de rutile larges de 7 microns et longues de 140 microns.

Dans la limonite on distingue encore la trame des clivages de la sidérite. Les bordures des rhomboèdres sont parfois soulignées par des aiguilles de malachite.

Parmi les sulfures, la chalcopryrite semble l'élément le plus morcelé, alors que la galène reste fraîche. La

blende s'insinue le long de contacts chalcopryrite-galène et cimente les fissures de la chalcopryrite.
On peut observer également un cristal de pyrite complètement hématisé et dont il ne subsiste qu'un cadre de blende.



Teneurs

- Analyses d'après rapport SACONNEY - 24 octobre 1908

Niveau inférieur	Fe 9,90	
	Mn ?	
	Cu traces	
Niveau intermédiaire	Fe 17,70	Fe 14,10
	Mn 1,07	Mn 1,00
Niveau supérieur	Fe 30,70	
	Mn 2,12	
	Cu 1,50	
	Pb reconnu qualitativement	

Tonnage extrait

- En 1794 les fonderies du Bourget en Huilé produisent 1000 tonnes de fonte par an.
- En 1855 LEBORGNE a extrait 23 douzaines de bennes de mine blanche (1 benne = 35 à 40 Kg) soit, environ 10 tonnes et 161 douzaines de bennes de mine terreuse (altérée en limonite) soit ... 73, 5 tonnes et BALMAIN 130 douzaines de bennes de mine blanche soit 59,3 tonnes
- En 1856, 6 ouvriers ont extrait 149 tonnes de minerai.

Tels sont les seuls chiffres de production que nous connaissons.

MINE DES FRUITIERS

Sidérite (chalcopryrite - barytine)

Situation

x = 901,290 y = 59,610 z = 880
Commune de Villard-La Table

D'après les documents du Service des Mines, ces travaux s'étendraient en rive gauche du Nant des Fruitiers, près du hameau "Les Portiers". En fait, il n'a pas été découvert de vestiges en rive gauche, mais en rive droite, dans les micaschistes, à 40 m en amont de leur contact avec les conglomérats houillers.

Le comportement du filon à l'approche des conglomérats serait intéressant à étudier ; malheureusement les travaux sont actuellement impénétrables.

Historique

L'époque de la découverte de ce filon n'est pas relatée dans les anciens documents. Toutefois la concession "du Villard" a été instituée en 1848 en faveur de la société LEBORGNE-VIGAN laquelle a cédé ses droits à C. BOCQUIN en 1893. A cette date toute extraction a été stoppée.

Travaux

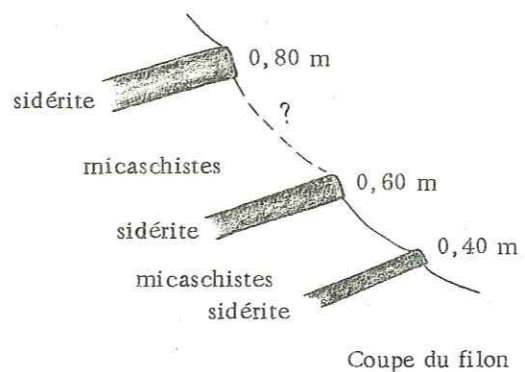
Ils comprendraient deux travers-bancs de 15 et 25 mètres de long et, perpendiculairement à ceux-ci, trois galeries en direction de 25 m de long.

Un puits de faible profondeur creusé à un niveau supérieur aurait trouvé un 3ème filon de minerai au toit des deux autres.

L'exploitation était faite par gradins suivant l'inclinaison du filon, en prenant tout le minerai et en remplissant les vides par le stérile.

A l'heure actuelle on distingue deux décharges devant correspondre chacune aux travers-bancs précités, 70 mètres en amont, deux amorces de galeries ont été exécutées sur un filon de sidérite.

Géométrie du gisement

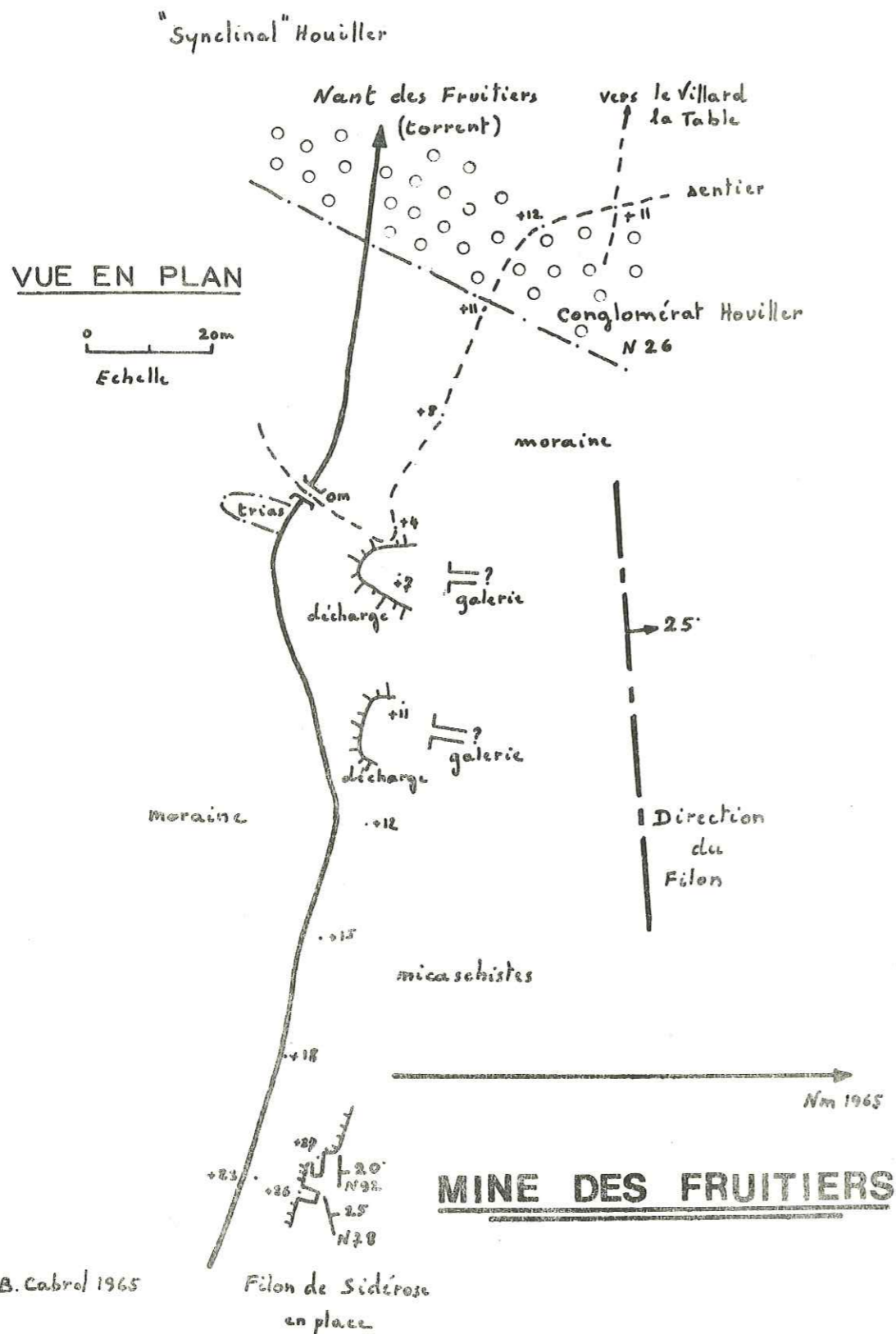


Le filon a pour direction est-ouest, soit N 92, avec pendage 25° N. Il recoupe les schistes.

Le filon comprend trois "couches" séparées par du stérile. Seules les deux couches inférieures ont été exploitées.

Minéralisation

Le minerai de fer tel qu'on peut l'observer dans les décharges est constitué par de la sidérite type St Georges, c'est-à-dire de couleur grise et de texture cryptocristalline qui la rend très homogène et dure. Elle est mêlée



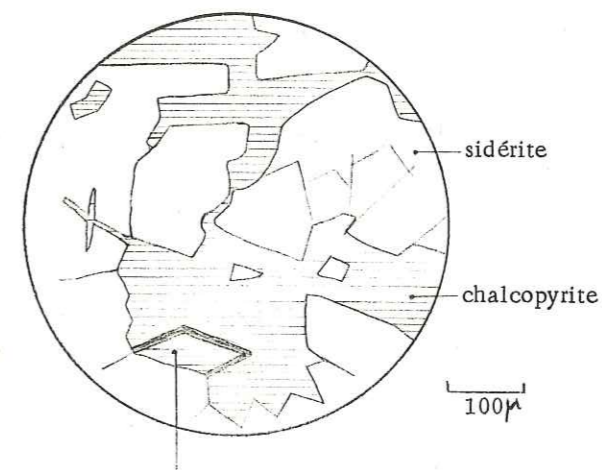
à du quartz et surtout de la barytine qui devait déprécier le minerai.

Les échantillons prélevés dans le filon à l'Est des galeries offrent une sidérite d'aspect identique mais sillonnée par des filaments de pyrite et chalcoppyrite. Un de ces échantillons a fait l'objet d'une section polie.

Etude de la section polie FR 26

La chalcoppyrite qui cimente la sidérite est d'une fraîcheur exceptionnelle et présente une anisotropie forte. Elle s'est déposée indifféremment dans les cavités de la sidérite, cavités reliées par une cassure maîtresse.

Les contours des cristaux de sidérite sont bordés de limonite et l'on observe parfois une épigénisation de la sidérite par la chalcoppyrite ; dans ce cas, seule la bordure d'hématite subsiste et permet d'identifier ce phénomène. Cette chalcoppyrite de remplacement est d'un jaune plus clair ; sa densité semble également plus grande ; il s'ensuit qu'elle se rapproche de la pyrite, sa teneur en fer serait donc plus grande.



cristal de sidérite épigénisé par la chalcoppyrite contour souligné par un liséré d'hématite

Composition chimique

Une analyse de 1873 (doc. S.M.) correspondant à un échantillon choisi donne :

Fe	38,00	Mg O	1,83
Mn	5,50	Al ₂ O ₃	-
SiO ₂	5,00	CO ₃ , H ₂ O	49,00
Ca O	-		

Une analyse (C.E.A. 1965) d'un bloc de sidérite a donné en %

Fe	28,74
Mn	2,55

Tonnage extrait

Entre les années 1848 et 1859 la société LEBORGNE a extrait 372 tonnes de minerai. On ne peut formuler aucune estimation sur les réserves possibles.

MINE DE MONT-DONDON

sidérite - chalcopryrite

Situation

x = 902,410 y = 58,530 z = 1440 m
Commune de Villard - La Table

L'existence de cette mine serait absolument insoupçonnée s'il ne subsistait une importante décharge sur la rive droite du Nant des Fruitiers. On peut y accéder par le "chemin de la Montagne" : une fois rendu à la maison forestière (altitude 1420 m), obliquer horizontalement vers le SW sur 150 m.

A l'heure actuelle, il est plus aisé de partir de l'extrémité de la route de "La Richesse" ; l'accès sera encore facilité lorsque cette route forestière aura été prolongée en direction de Prodin.

Historique

L'étude des Archives n'a fourni aucun renseignement concernant ces travaux, si ce n'est, en 1865, une demande de permis de recherche au lieu dit Mont Dondon et au profit de VIAL. Par analogie avec les autres travaux de la région, ceux-ci remontent certainement au XVIII^e siècle.

Travaux

- Immédiatement en rive droite du Nant se trouve une décharge au sommet de laquelle s'ouvre une tranchée. Une tentative de déblaiement a dévoilé la voûte d'une galerie noyée s'enfonçant perpendiculairement à l'axe de la tranchée.

- 16 mètres plus haut, au sommet de la plus grande décharge, on distingue également une tranchée. Celle-ci a été déblayée et prolongée jusqu'aux micaschistes en place sans découvrir la moindre trace de galerie. Ce fait curieux nous laisse supposer que les anciens exploitants ont attaqué en descenderie et que, par conséquent, le seul espoir d'ouvrir la mine serait d'approfondir la tranchée.

- 50 mètres au NW, en contrebas du sentier, de nombreuses tranchées et petites décharges laissent penser qu'il existe un véritable champ filonien, et la désobstruction des entrées de galeries mériterait d'être poursuivie.

Géométrie des filons

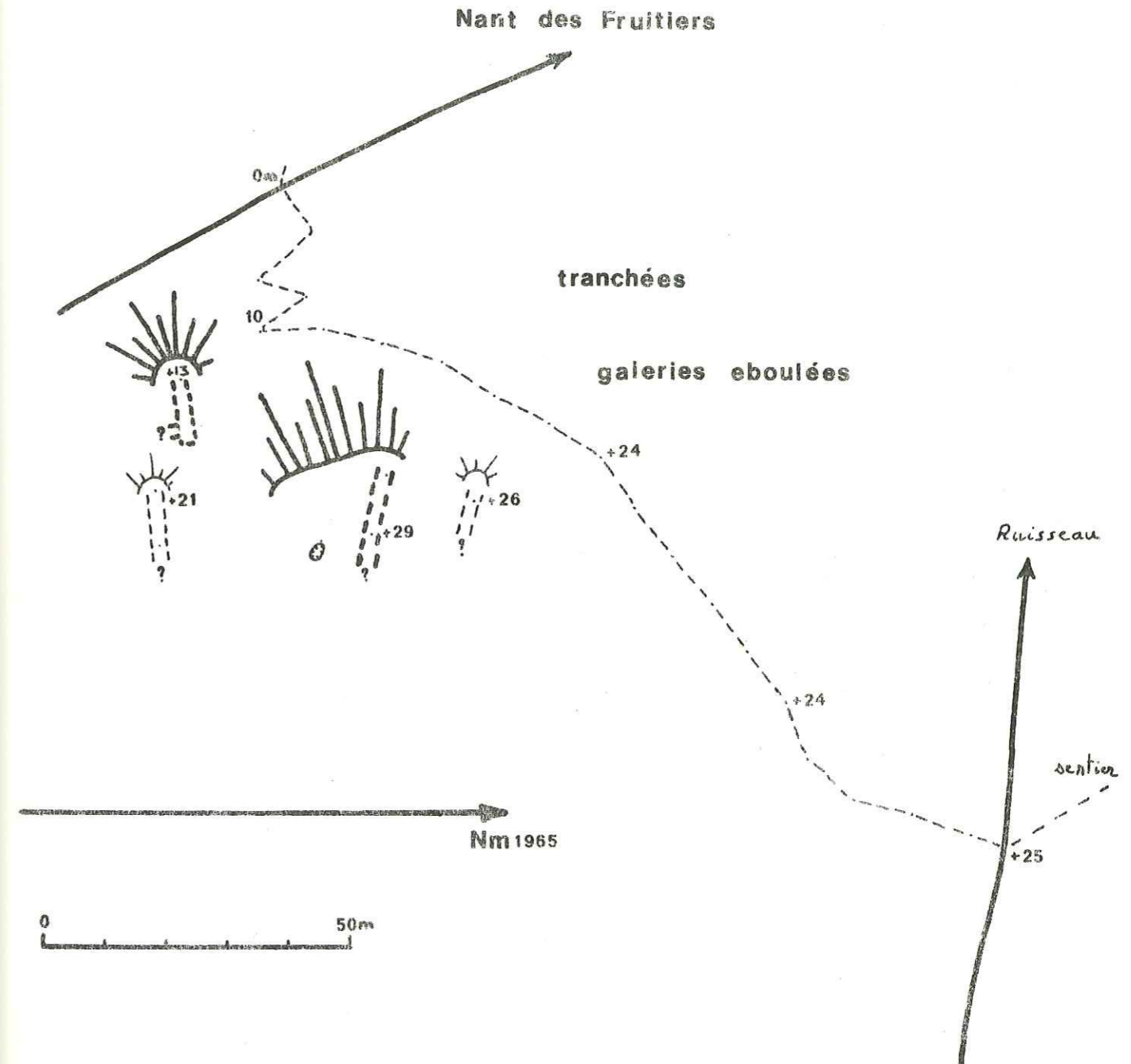
En aucun point il n'est de filon en place visible. La dispersion des travaux est telle qu'on ne peut préjuger de l'orientation de la structure minéralisée.

Minéralisation

Dans l'ensemble, la minéralisation évoque un filon vieux, induré, absolument identique à ceux de La Richesse qui ne se trouvent qu'à 1,5 Km au NE. Le quartz est jaune, très cassé, avec un peu de sidérite altérée en hématite. Des mouches de galène, pyrite, chalcopryrite, se répartissent indifféremment dans la masse quartzreuse ou carbonatée.

Analyses (C. E. A. 1965)

Fe	36,26 %	Mn	1,55
Pb	0,20	Cu	1,50
Zn	1,00		



MINE DE MONT DONDON

Etat actuel des travaux

Léon B. Cabrol 1965

En conclusion, on ne peut se faire aucune idée de l'importance de cette mine et de sa minéralisation. Toutefois, les déblais représentent plusieurs centaines de mètres de galeries, si bien qu'il serait intéressant de pénétrer dans ces vieux travaux. En surface, la moraine qui recouvre le versant peut masquer une structure minéralisée qui permettrait une jonction avec les filons de "La Richesse".

FILON DE MONT-DONDON SUPERIEUR

blende - chalcoppyrite - galène - pyrrhotite

Situation et travaux

x = 902,810 y = 58,070 z = 1675 m
Commune de Villard - La Table

L'intersection du sentier et de la décharge correspond sur la carte au point coté 1664.

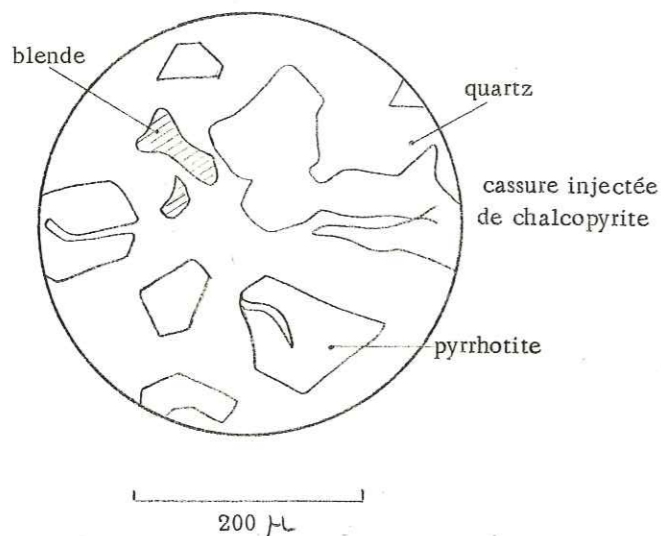
L'entrée de la galerie est obstruée, mais on peut supposer que la tranchée qui la précède a suivi le filon orienté NW-SE.

Bien entendu, il n'existe aucun document concernant ces travaux. L'importance de la décharge représente quelques dizaines de mètres de galeries.

Minéralisation

Elle présente beaucoup d'analogies avec celle de "La Richesse". Le quartz, jaune mais non cristallisé, est mêlé de sidérite généralement altérée en limonite. Le sulfure prédominant est la blende brune associée à la galène et à la chalcoppyrite.

Etude de sections polies

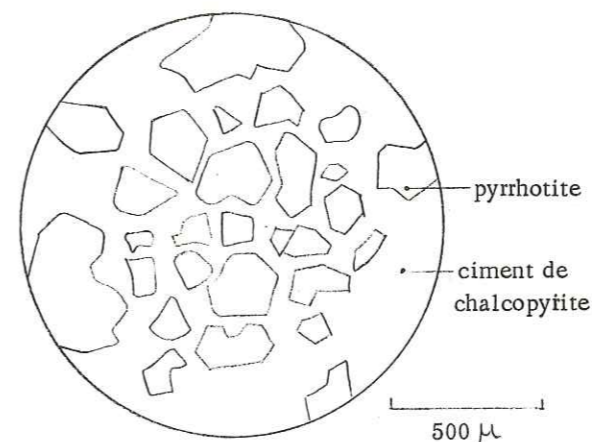


Section MD 53 - A l'œil, cette section donne l'impression d'une toile d'araignée de chalcoppyrite remplissant les fractures du quartz. En fait, il apparaît au microscope que le quartz serait venu après la chalcoppyrite. Les contours du quartz ne sont pas les siens propres, mais ceux de la pyrrhotite. Il se trouve même des cristaux de pyrrhotite noyés dans la chalcoppyrite, complètement pseudomorphosés par le quartz. La pyrrhotite, aux contours automorphes, est fréquemment cassée : les fractures sont envahies par la chalcoppyrite ou le quartz.

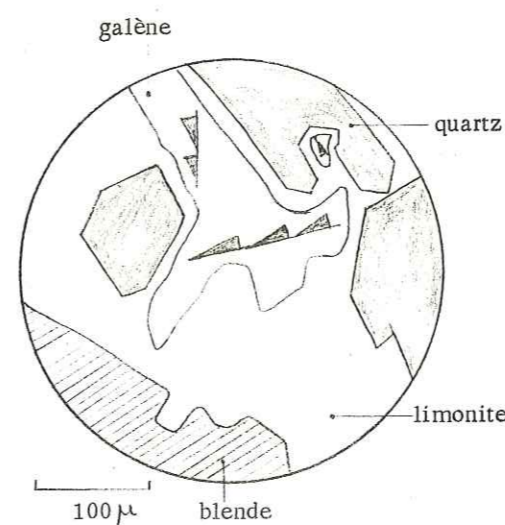
Notons également la blende qui forme des flots dans la chalcoppyrite.

L'ordre d'apparition des minéraux serait le suivant :

- 1) pyrrhotite fracturation
- 2) quartz + chalcoppyrite + blende.



Section MD 54 - Cette section montre un véritable "dallage" de pyrrhotite cimenté par la chalcoppyrite et le quartz. L'ensemble a été tectonisé et partiellement altéré en limonite



Section MD 55 - Cette section est beaucoup plus riche en limonite et blende (marron foncé). La limonite présente une distribution quelconque dans la chalcoppyrite, mais forme un cloisonnement ordonné ailleurs. Cette trame est un assemblage de parallélogrammes, ce qui laisse supposer que l'élément originel était la sidérite. Les fractures qui affectent la chalcoppyrite passent indifféremment dans la blende, mais butent sur la limonite ; l'altération de la sidérite est donc un phénomène récent, probablement dû aux circulations d'eau dans la crête du filon.

Les contacts blende - chalcoppyrite - galène sont très fins et non altérés ; ces trois éléments pénétrant tous la pyrrhotite semblent s'être déposés lors d'une même phase.

En définitive, l'ordre des dépôts serait le suivant :

- 1) pyrrhotite + sidérite + quartz fracturation
- 2) quartz + chalcoppyrite + blende + galène
- 3) altération de la sidérite en limonite et goethite.

Analyses

Un échantillon choisi a donné (C.E.A. 1965) :

Fe	22,11 %	Zn	10,00
Pb	0,25	Cu	1,56

Conclusion

Cet indice, tel qu'on peut le connaître par les échantillons recueillis dans la décharge, contient une gamme de sulfures non négligeable ; aussi serait-il intéressant d'ouvrir la galerie afin de mieux étudier le comportement du filon.

MINE DU GRAND BOIS

Situation

x = 901,610 y = 57,650 z = 1100 (galerie inférieure)
Commune de La Table

Le torrent du Grand Bois est un affluent rive gauche du torrent de La Serra.
Le filon apparaît à 50 m de dénivelée au-dessus du point de confluence de ces deux torrents.

Historique

D'après leur position, les travaux correspondent au signalement de deux mines : "Malrocher" et "La Taillat de Loulle", situées à 60 m l'une de l'autre. Elles auraient été exploitées pour galène et cuivre gris argentifère. Malheureusement, ce dernier minéral est absent.

Quoi qu'il en soit, ces mines sont mentionnées comme inactives par DE VERNEILH en 1807.

Travaux

- Sur l'affleurement du filon a été pratiqué une descenderie suivie d'un allongement ;
- 16 mètres plus bas, nous avons dégagé l'entrée d'un travers-banc destiné, de toute évidence, à recouper le filon en profondeur. Cette galerie, prolongée par un montage, a recoupé un filon à 52 m de l'entrée.

Géométrie

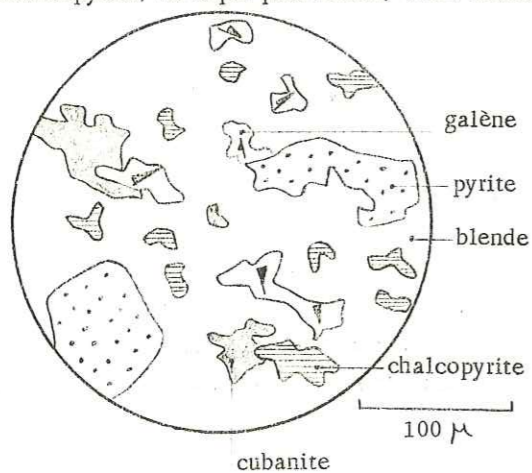
La topographie a montré que le filon visible en surface ne pouvait correspondre au filon reconnu en profondeur. Nous sommes donc en présence de deux filons sensiblement parallèles, à 12 m l'un de l'autre ;

- le filon de surface a pour direction N 157 - 75° NE ; sa puissance est de 0,10 m ; il se suit en affleurement sur 20 m.
- le filon en extrémité du travers-banc a pour direction N 173 - 60° NE ; sa puissance est de 0,30 à 0,40 m ; il a été suivi en allongement sur 7 m.

Ces deux filons recoupent franchement les micaschistes encaissants de direction N 44 - 55° SE.

Minéralisation

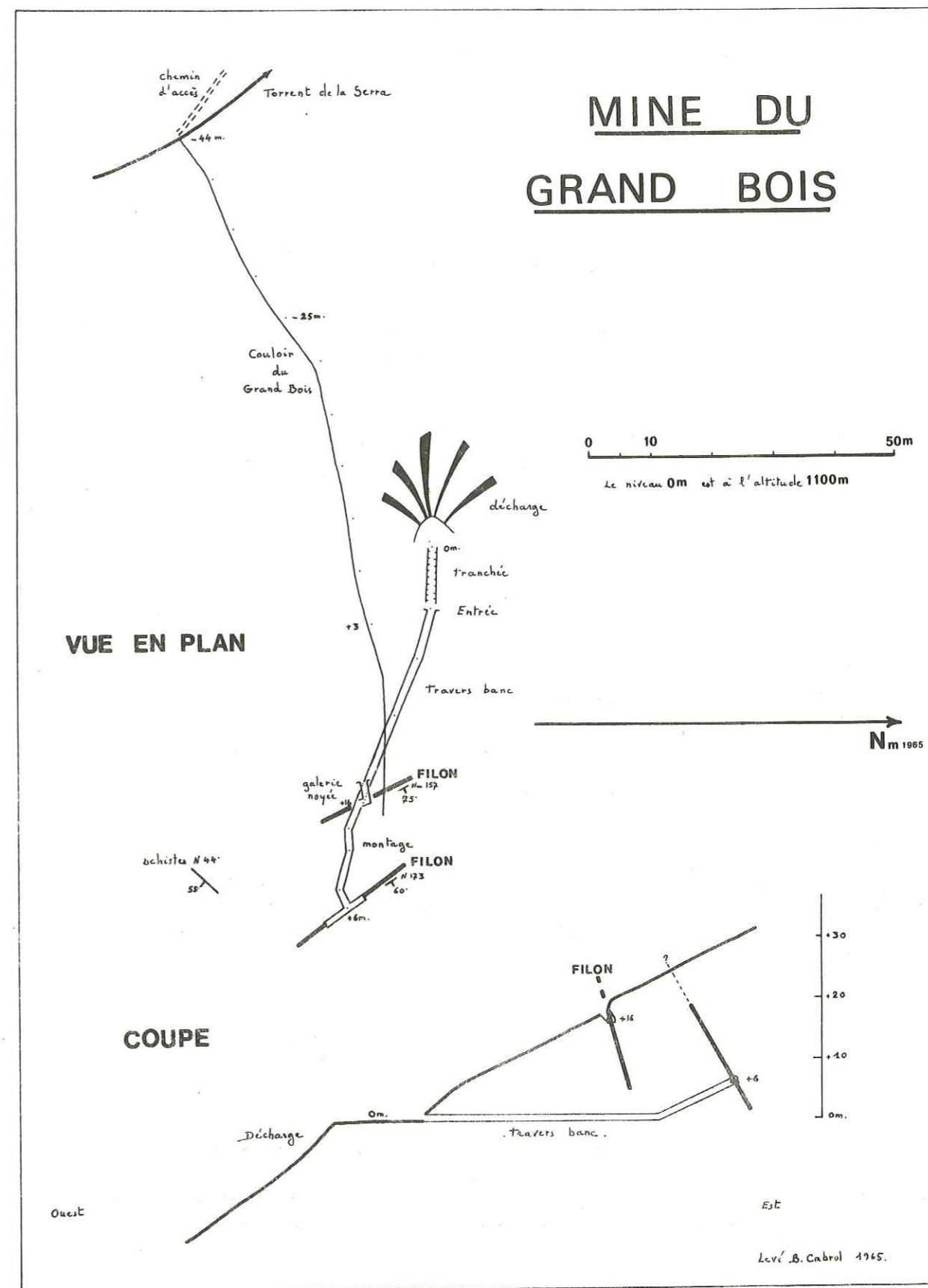
Ces deux filons de quartz ne contiennent pas de carbonates ; ils ont une minéralisation sulfurée identique. La minéralisation présente un zoning très net : la blende brune formant un liséré aux épontes et la galène, pyrite, chalcoppyrite, de dépôt plus récent, étant disséminées au centre. Le quartz est d'aspect blanc mat, non géodique.



Section polie GB 34 effectuée dans la blende :

La blende présente des réflexions internes brun rouge ; elle est saupoudrée de mouches de chalcoppyrite de 20 microns ; ces gouttelettes sont orientées et forment un zoning parallèle aux épontes. La pyrite observée est automorphe ou partiellement corrodée ; elle semble intermédiaire entre la pyrite et la chalcoppyrite, à savoir : un bon poli et une teinte jaune plus claire que la chalcoppyrite. - A noter également une intercroissance de la cubanite (minéral de haute température) dans la chalcoppyrite ou la blende.

MINE DU GRAND BOIS



Lev. B. Cabrol 1965.

LE Puits DE PREVIEUX

ankérite

Situation

x = 902,040 y = 357,000 z = 1230 (pour le puits)
Commune de Villard - La Table

Les travaux de reconnaissance ont été effectués sur des indices d'ankérite massive. Ceux-ci s'étendent en rive droite du torrent de La Serra et 30 m au-dessus, au niveau du sentier.

Historique

Malgré des recherches effectuées au service des mines il n'a pas été découvert de document mentionnant ces recherches. Elles sont certainement antérieures à 1860 si l'on en juge par la lampe à huile découverte dans la galerie inférieure.

Travaux

Au niveau du chemin, une grande tranchée-dépilage a été ouverte sur le filon.

Au niveau du torrent, un travers-bancs de 48 m a recoupé la colonne minéralisée et a été prolongé de 16 m au-delà sans succès.

Géométrie

L'ankérite forme une colonne minéralisée dans une cassure de direction N 116° et de pendage sensiblement vertical ; elle recoupe les micaschistes. Les reconnaissances effectuées ont montré que de petits lambeaux d'ankérite lardent les schistes sur 10 m de long et 1 m de large. La puissance réduite est de 0,10 à 0,20 m et ne laisse pas de place à un gisement.

Minéralisation

La cassure blanche, luisante, et le poids, évoquent la barytine.

En fait, il s'agit d'une ankérite très fraîche (P.J. YPMA la considère comme alpine), en grands rhomboédres. Cette détermination est confirmée par l'altération superficielle brun clair.

Un tel minéral ne peut en aucun cas être considéré comme minéral de fer, la teneur en magnésium le rendant peu fusible.

Analyse

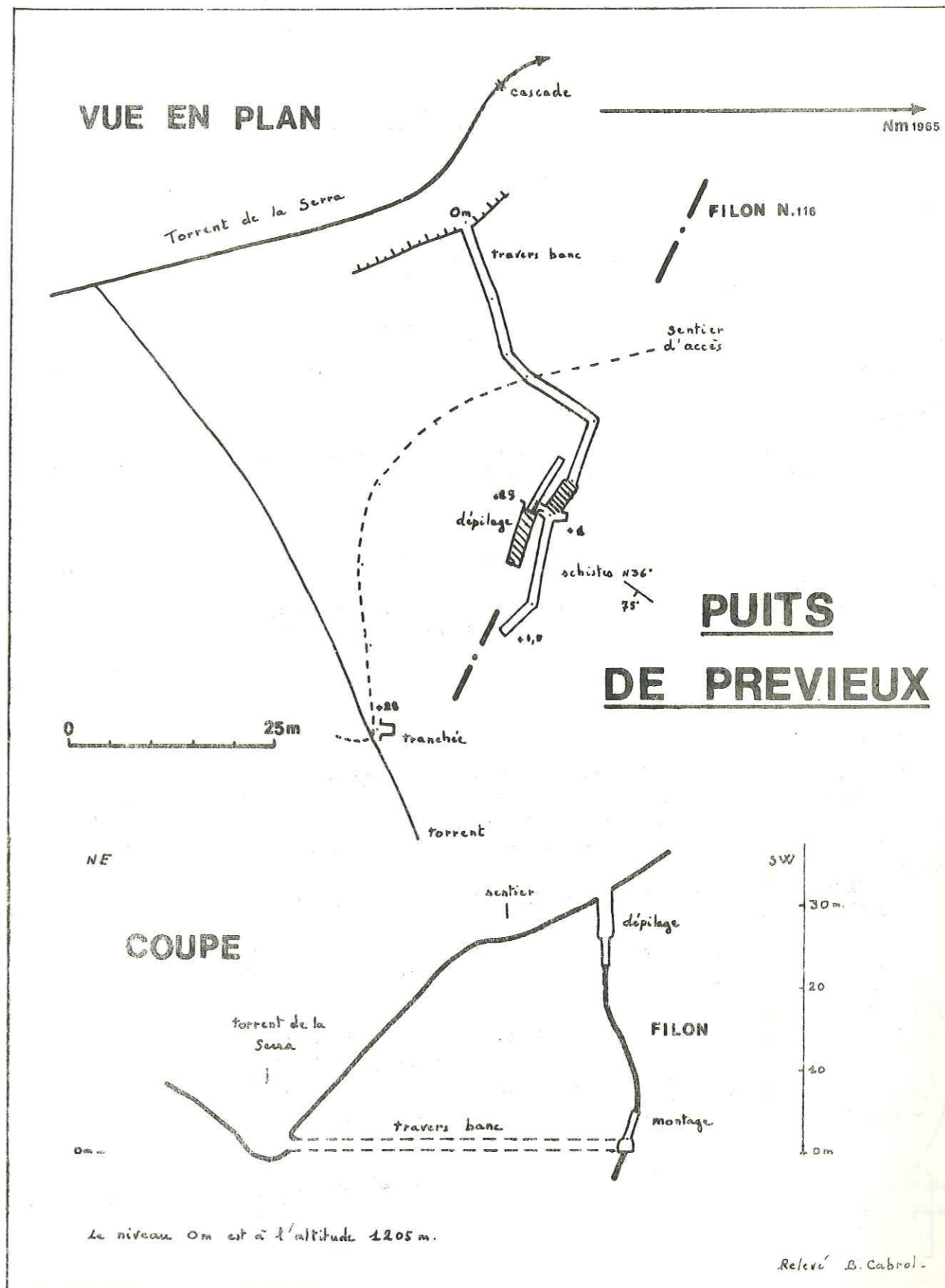
Dosage C.E.A. (1965) de l'ankérite :	Fe	9,17 %
	Mn	0,57

Tonnage extrait

La quantité de minéral extraite est peut-être d'une tonne ; elle n'est donc pas à prendre en considération.

En conclusion, cette mine montre qu'il y a une continuité verticale de la minéralisation dans la structure.

Par ailleurs, le faible tonnage reconnu et le mauvais minéral de fer que constitue l'ankérite ont été la cause de l'arrêt des travaux.



FILON DU PONT DE LA SERRA

galène - blende

Situation

x = 901,200 y = 57,640 z = 1030 m
Commune de Verneil

Depuis le pont où la route de Prévieux franchit le torrent de la Serra, remonter le chemin en rive gauche sur 100 m.

Ce filon qui n'a jamais été exploité a été mis à jour par le bulldozer lors de l'établissement du chemin.

Géométrie

Le filon de 0,20 m de puissance est orienté N 159 - 90°. Il recoupe les micaschistes N 40 - 80° SE. Il est visible dans le talus mais n'a pas été suivi en aval pendage.

Minéralisation

Les minéraux en présence sont, pour la gangue, le quartz, la sidérite, l'ankérite, la limonite ; et pour les sulfures, la galène et la blende brune.

La galène offre de gros cristaux de 1 cm (Alquifoux) noyés dans de la limonite.

Les sulfures sont "collés" aux micaschistes encaissants. Le quartz peu abondant ne joue pas ici le rôle de support.

En conclusion, cet indice paraît d'importance bien minime ; encore faudrait-il vérifier par des tranchées s'il ne présente pas d'éventuels "épanouissements".

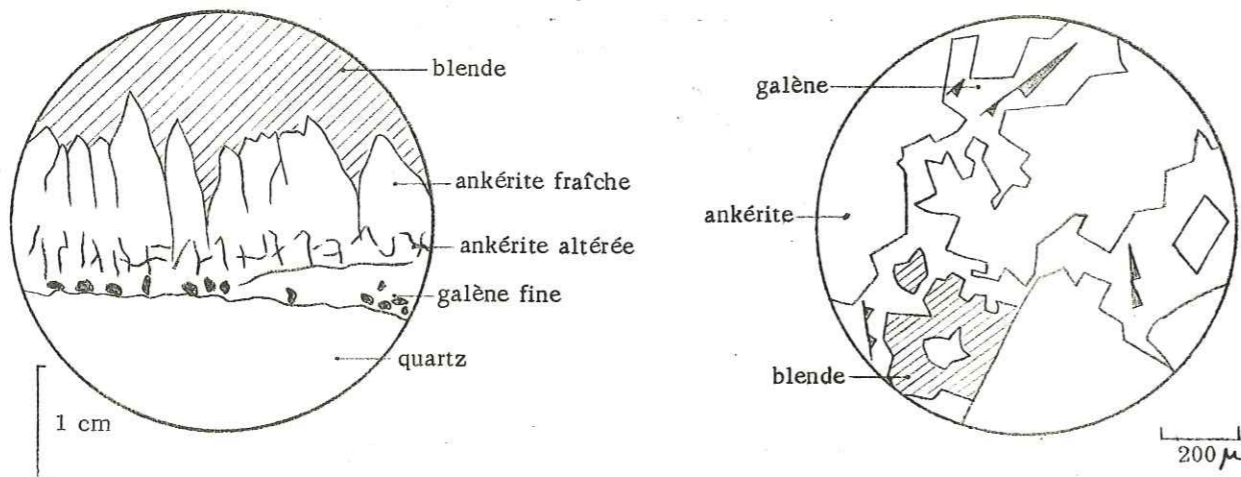
Etude de la section polie SE 38

Cette section a été taillée dans une éponte du filon ; elle met en évidence un zoning.

Il apparaît de façon évidente que la galène et la blende ont pénétré dans les fractures de l'ankérite pré-existante. Les sulfures montrent les rhomboèdres d'ankérite.

Blende et galène ont dû se déposer simultanément ; leurs contacts mutuels sont quelconques ou parfois corrodés.

Notons également que la blende offre de magnifiques réflexions internes brunes ou jaune miel.



FILON DE LA GRANDE MONTAGNE DU VERNEIL

x = 901,140 y = 356,370 z = 1610
Commune du Verneil

Ce filon de quartz blanc affleure 400 m à l'amont du Châlet de la Grande Montagne du Verneil. Il appartient à une structure continue sur 200 m et jalonnée par des tronçons de quartz mis en relief par l'érosion. La direction générale est N 155 - 70° NE, et la puissance varie entre 1 et 2 m.

Ce filon n'a jamais fait l'objet de travaux miniers car il ne semble pas contenir de sulfures métalliques. Il est constitué par du quartz blanc, voire même calcédonieux, donc appartenant à un dépôt très froid.

MINE DU LAURENSAINT

goethite - sidérite - barytine

Situation

x = 899,740 y = 356,050 z = 1260 m (pour T.B. SE)
Commune de Presles

Cette mine est située entre l'épingle à cheveux de la route forestière des Ramiettes (point coté 1212) et la chapelle de Prodin.

En limite de la forêt on peut voir l'emplacement de deux travers-bancs situés au même niveau et à 80 m l'un de l'autre. L'entrée E qui sert d'écoulement n'a pu être ouverte ; par contre le déblaiement de l'entrée W a été couronné de succès.

Historique

La concession a été attribuée à MONTGELLAZ en 1827, puis à BOCQUIN qui, de 1873 à 1875 a effectué des travaux de reconnaissance infructueux. Bien qu'elle soit devenue la propriété de CHABERT en 1909, la mine est restée impénétrable de 1875 à 1966.

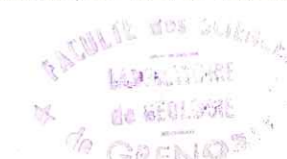
Travaux

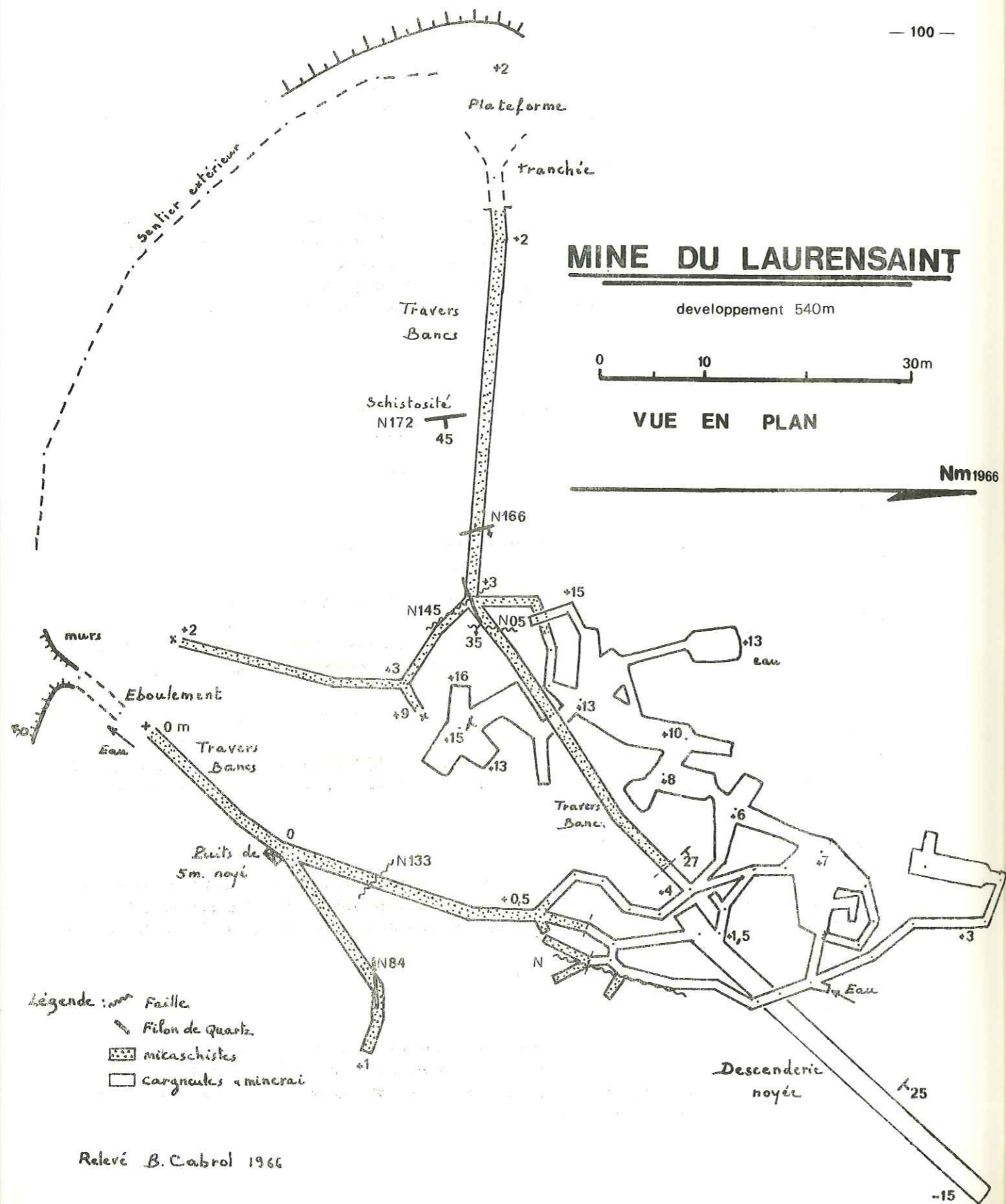
Ils comportent deux travers-bancs ayant respectivement 70 et 55 mètres ; ils sont reliés à leurs extrémités par un montage de 4 m dans le filon. En amont du niveau supérieur s'étendent de petits dépilages jusqu'à la cote + 15. Du niveau inférieur on a poussé une descenderie de 38 m (actuellement noyée) dans le plan du filon incliné à 25°.

Le développement des galeries topographiées est de 540 m.

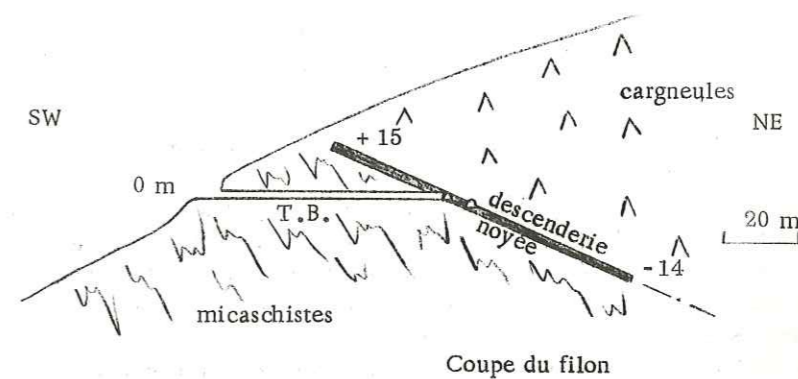
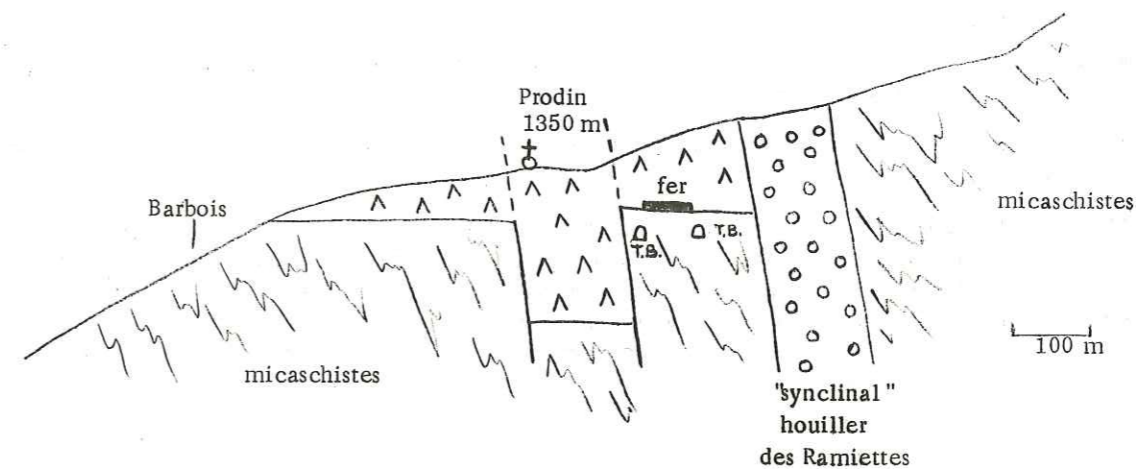
Géométrie du gisement

Ce filon a la particularité d'être situé au contact des micaschistes du socle et des cargneules du Trias, contact penté 25° vers le NE. En fait, la surface de contact n'est pas plane : elle ondule, de sorte que le pendage se dirige parfois vers le NW. En allongement la structure n'a été reconnue que sur 40 mètres ; au-delà le contact semble devenir stérile ou tout au moins très pauvre.





La minéralisation affecte les calcaires écrasés sur une puissance d'environ 2 à 3 mètres.



Minéralisation

Elle évoque tout à fait celle d'un chapeau de fer. La limonite et parfois la goethite forment des rubanements en alternance avec les brèches dolomitiques jaunes. Par endroits il subsiste des passées de sidérite non affectées par l'altération. Le quartz, peu abondant et carié, ne forme pas de "banc" massif avec des épontes nettes. L'ensemble est lardé de filaments de barytine blanc mat. Les sulfures sont inexistantes à l'exception de très rares nodules de chalcopryrite fracturée au sein d'un quartz "réduit en farine".

Teneurs et tonnage extrait

Analyses 1873 :	Fe	39,0 %	Analyses C.E.A. (1965) :	Fe	26,46 %
	Mn	4,2		Mn	1,64
	MgO	6,3			
	CaO	2,5			
	SiO ₂	3			

En 1873, 5 tonnes de minerai ont été traitées au haut fourneau de Saint-Hugon. En fait, un tel minerai était pauvre en fer ; de plus il devait être déprécié par sa forte teneur en magnésium qui rend la fusion difficile.

Genèse de la minéralisation

Le problème posé par cette mine est celui de l'origine de la minéralisation et surtout de son mode de dépôt. Plusieurs hypothèses s'offrent à l'esprit :

1) - On peut évoquer une ancienne cuirasse latéritique recouvrant les micaschistes et fossilisée par le dépôt des calcaires du Trias.

2) - On peut penser également à une activité filonienne postérieure au dépôt des calcaires. Il faut alors faire appel à une fracture nourricière qui aurait "bavé" au contact particulièrement poreux Cristallin - Trias. Au Laurensaint, cette faille-mèche n'a pu être mise en évidence ; par contre, dans la mine du Molliet, où se pose un problème analogue, elle pourrait correspondre au "filon intermédiaire".

Dans l'une et l'autre de ces deux mines, il est à noter que la minéralisation est extrêmement broyée.

MINE DU REMOUD

cuivre gris - chalcopryrite

Situation

x = 900,660 y = 355,300 z = 1200 m environ
Commune de Presles

Cette mine est située en rive droite du torrent du Joudron, entre la bifurcation de la route des Ramiettes et le pont sur le Joudron.

Les galeries s'échelonnent sur 100 m de dénivellation : le travers-bancs inférieur (niveau 0 m) que nous avons réouvert et qui sert d'écoulement, s'ouvre au pied de la barre rocheuse dans le couloir est ; le travers-bancs + 28 m s'ouvre sur une vire au sommet de la barre ; la galerie + 48 m s'ouvre au sommet de la grande décharge au niveau de la plateforme ; l'orifice + 67 m correspond au débouché vers le jour d'un défilage ; et la galerie + 83 m fait suite à une tranchée plus ou moins comblée.

La plateforme + 48 peut être atteinte grâce à un excellent sentier qui monte entre la décharge et le torrent situé 50 m à l'Ouest.

Historique

DE VERNEILH mentionne que la mine de Presles, exploitée sur une hauteur de 60 m, fut abandonnée en 1778.

En 1812, SCHREIBER veut l'exploiter pour le compte de l'Etat ; les quelques fouilles exécutées ont été interrompues par les événements de 1814.

En 1830, TRABICHET et CHAMBEROD exploitent 60 tonnes de minerai et le vendent aux fonderies d'Albertville.

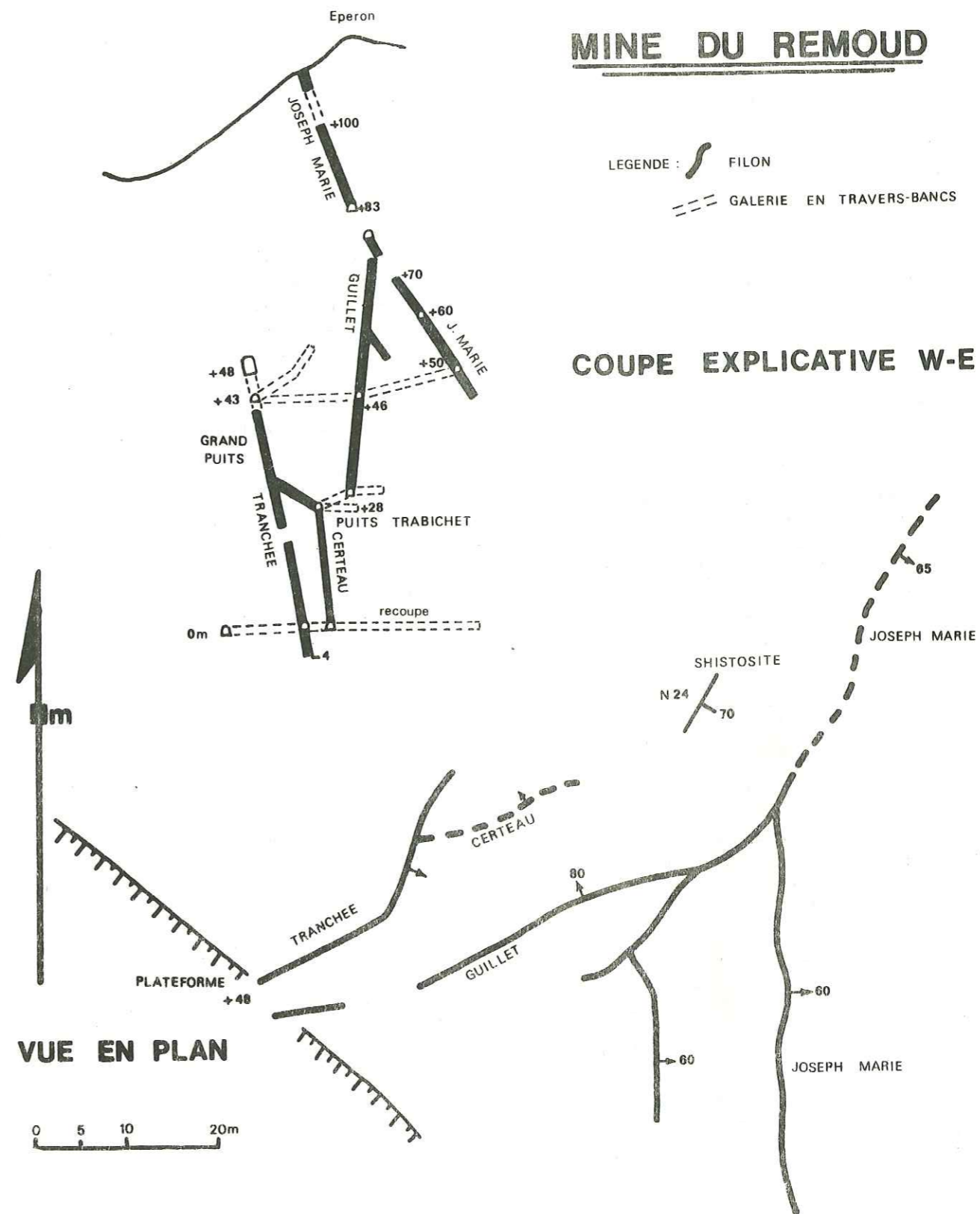
La concession est instituée en 1836, pour 30 ans, par lettre patente du Roi de Sardaigne à PACTHOD. Elle devient perpétuelle en vertu de l'édit royal Sarde de 1840, et la propriété de LANGLOIS et Cie.

La concession est reprise par PATUEL en 1851, DE CERTEAU en 1855, JOLY en 1857, puis DE TERBECQ en 1862 ; ce dernier réinstalle un boccard au pied de la mine, en rive droite du Joudron. Cet atelier de séparation mécanique comprenait des cylindres broyeurs, un classificateur et un tube Toussaint. Le fonctionnement de ce

MINE DU REMOUD

LEGENDE : FILON
GALERIE EN TRAVERS-BANCS

COUPE EXPLICATIVE W-E



B.C. REPRESENTATION DES FILONS AU NIVEAU +50m.

tube a donné lieu à l'échec le plus complet, puisque le stérile rejeté avait des teneurs presque aussi fortes que le concentré.

Ainsi les travaux cessèrent en 1864 ; la concession fut déclarée irrecouvrable en 1892, puis déchuée et propriété de l'Etat en 1903.

Travaux et géométrie

Comme nous l'avons déjà dit, les travaux s'étendent sur une hauteur de 100 m avec un allongement maximal de 60 m. Bien qu'ils affectent 4 ou 5 filons distincts, ils communiquent tous entre eux, à l'exception de la galerie supérieure + 83. La longueur des galeries et dépilages topographiés atteint 946 mètres.

L'idée qu'il faut se faire de ce petit gisement est celle d'un stockwerk : même après avoir effectué une topographie précise, il est extrêmement difficile de suivre et de raccorder les filons d'un niveau à un autre ou même en allongement. L'ensemble des filons, dont l'orientation oscille entre N - S et NE - SW avec pendage E ou bien W, interfère avec la schistosité des micaschistes NNE - SSW 70° SE. Il semble donc que le filon, trop tangent à la schistosité, emprunte momentanément cette dernière, puis reprenne sa direction propre ; et ceci a lieu aussi bien pour la direction que pour le pendage.

Pour augmenter la difficulté, la structure n'est pas toujours matérialisée par du quartz minéralisé, mais souvent par une mince salbande argileuse de quelques centimètres. Il s'en suit que le mineur voyant le filon se pincer, risquait de suivre la schistosité et non la trace de la structure qui lui est tangente.

Quoi qu'il en soit, nous avons réussi à individualiser quatre des branches filoniennes les plus importantes ; nous pensons les avoir baptisées conformément à la description de l'ingénieur des mines LACHAT (1863).

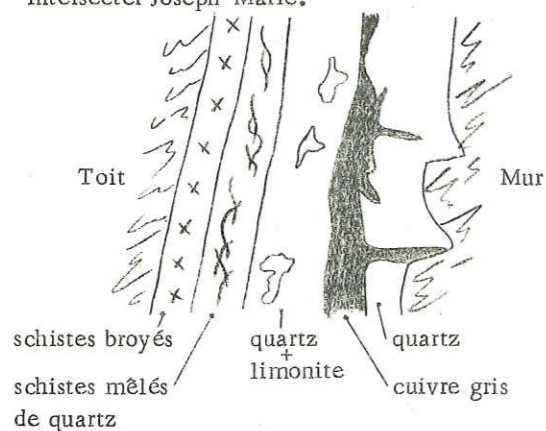
Pour des raisons de clarté, nous avons décomposé la vue en plan de la mine en trois tranches qu'il faudrait superposer pour avoir une vue d'ensemble ; mais pour une meilleure compréhension, il est préférable de se reporter à la coupe schématique.

Les filons les plus importants et continus sont, par ordre décroissant : Joseph-Marie, La Tranchée, Guillet et Certeau. Leurs directions sont les suivantes :

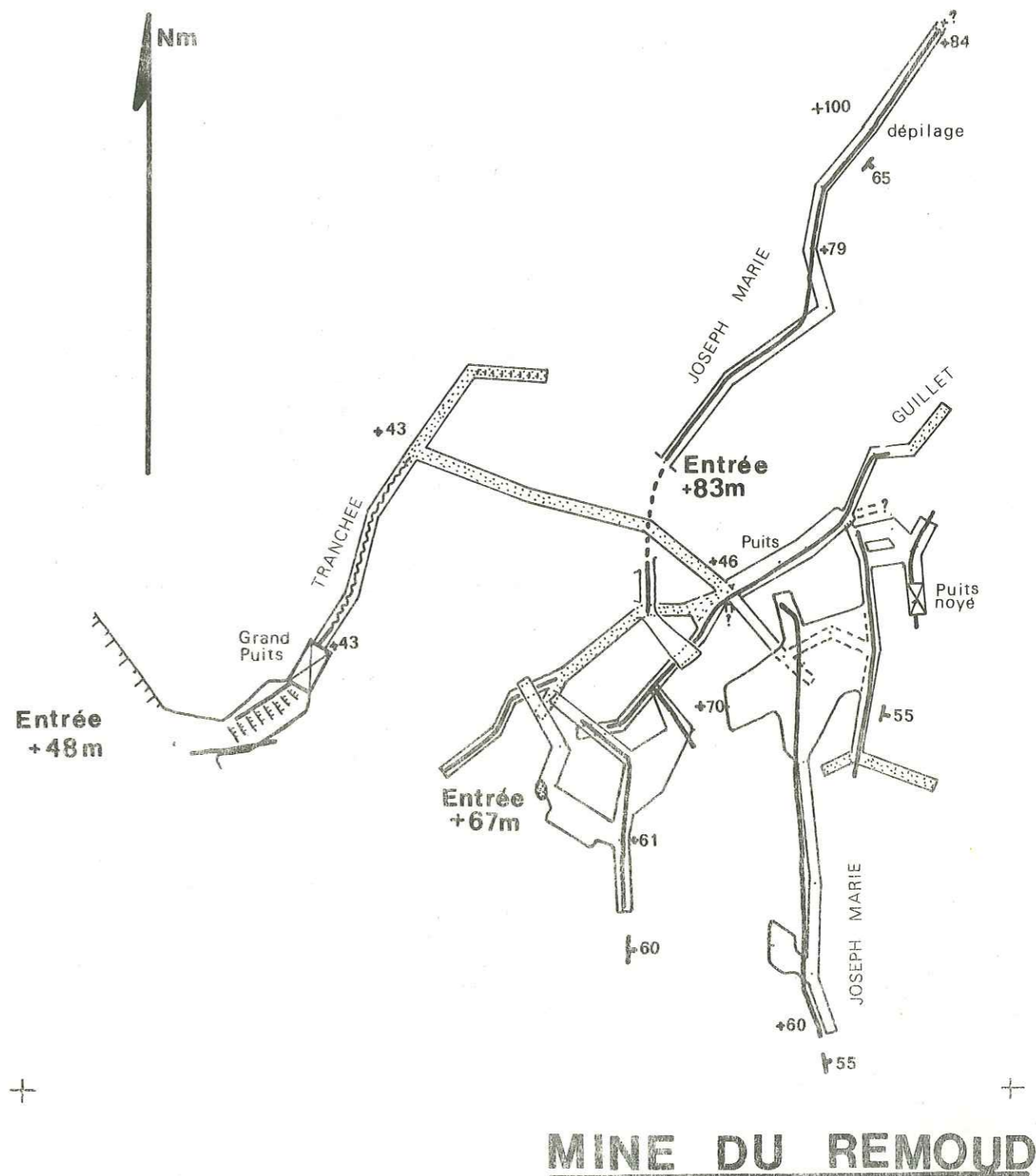
Tranchée	NE - SW	75° SE
Certeau	ENE - WSW	80° NW
Guillet	ENE - WSW	70° NW
Joseph-Marie	NNE - SSW	60° SE

Le filon de la Tranchée a été reconnu au niveau inférieur (0 m) et même exploité quelques mètres au-dessous (dépilage noyé), mais son extension semble décroître en profondeur.

Le filon Joseph-Marie, compte tenu de son pendage, s'éloigne du filon précédent et n'a pas été exploité au-dessus de 45 m. Au niveau + 3 m une recoupe a été amorcée, mais il faudrait la prolonger de 22 m pour intersecter Joseph-Marie.



Quant à la caisse filonienne proprement dite, sa puissance varie de 0 à 1 m de quartz minéralisé, la moyenne étant 0,30 m. En fait, il est fréquent que les zones riches se situent dans les serrées, le cuivre gris étant alors collé directement sur les schistes avec très peu de quartz.



LEGENDE
 MICASCHISTES
 FILON
 FRACTURE "SECHE"

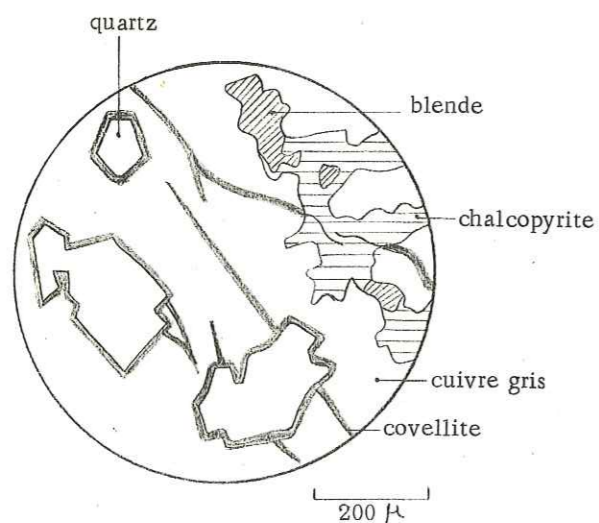
MINE DU REMOUD



Minéralisation

Le quartz, d'aspect parfois géodique, contient des mouchetures de chalcopryrite ou de cuivre gris. Dans les serrées, la distribution des sulfures est beaucoup plus zonée.

Etude de la section polie BO 44



Cette section nous montre, se détachant sur une gangue de quartz, des plages de chalcopryrite et de cuivre gris tachetées de blende. Le cuivre gris, dont les contours épousent ceux du quartz automorphe, peut être remplacé indifféremment par la chalcopryrite. Quant à la blende, elle forme de petits îlots de 100 microns et, bien entendu, sa présence n'a pu être décelée qu'au microscope. Elle contient des gouttelettes d'exsolution de chalcopryrite ; notons également que l'absence de fractures ne permet pas d'observer la couleur des réflexions internes.

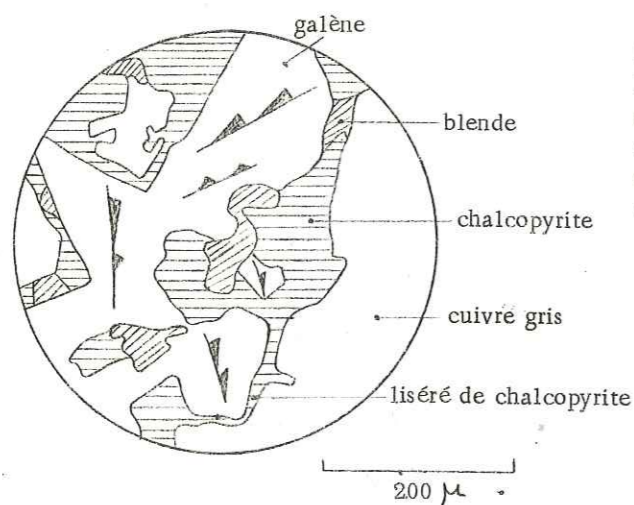
Des filaments de covellite, formant des rubans larges de 10 microns, recourent les plages de cuivre gris, ou bien bordent les contacts quartz-cuivre gris. Lorsqu'ils pénètrent dans la chalcopryrite ou la blende ils se rétrécissent et seul un cheveu de covellite permet de suivre le tracé de la fissure. Par contre, les cristaux de quartz ne sont jamais traversés par la covellite.

Section BO 42

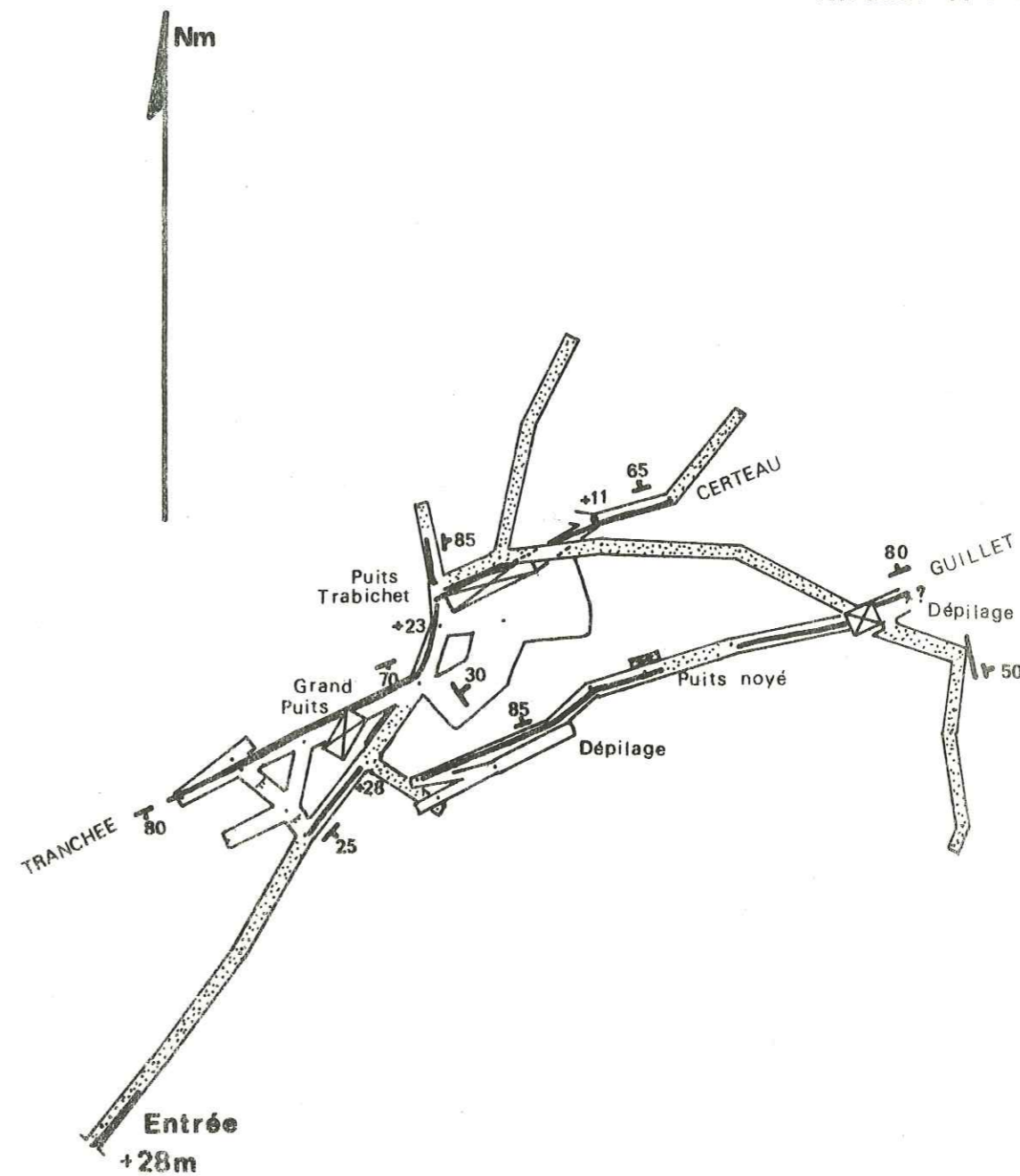
La gangue est constituée par du quartz automorphe. Le quartz a cristallisé au sein du cuivre gris ; il offre de magnifiques cristaux bipyramidés.

La sidérite, très peu abondante au Remoud, jalonne ici les fractures ou bien se présente en fuseaux disséminés dans le cuivre gris. Le pourtour de ces fuseaux, tout comme les clivages, est souligné par un filet de limonite.

Section BO 43



Les fractures affectant la gangue de quartz sont remplies par de la chalcopryrite, du cuivre gris, et de la galène. Les contacts avec le quartz sont très corrodés et donnent une structure en files et continents. Les contacts entre cuivre gris et galène suivent un contour désordonné et sont curieusement bordés d'un liséré de chalcopryrite.



JOSEPH MARIE position probable

MINE DU REMOUD



Analyses

Une analyse (C.E.A. 1965) effectuée sur un échantillon contenant chalcopryrite et cuivre gris montre une nette prédominance de l'antimoine sur l'arsenic ; on peut donc affirmer que le cuivre gris est une tétraédrite et non pas une tennantite.

Fe	2,62 %	Zn	0,26 %
Cu	2,08	As	410 ppm
Pb	0,00	Sb	2300 ppm

Un autre échantillon contenant uniquement quartz et cuivre gris a donné (Salsigne 1965) :

Cu = 14,5 % et Ag = 2104 ppm.

La forte teneur en Ag faisait de cette tétraédrite un minerai très recherché par les anciens exploitants.

Tonnage extrait

Nous avons récapitulé dans le tableau ci-dessous les dimensions de chacun des filons ; ces chiffres vont ainsi nous permettre de calculer un ordre de grandeur des tonnages de minerai extraits ou disponibles.

Extension en allongement	Tranchée	Certeau	Guillet	Joseph-Marie
Niveau + 83 Niveau + 46	15 m (Gd Puits)		35 m	40 m 40 m (peut-être 80 m ? galerie inaccessible)
Niveau + 28	25 m	7 m (Puits Trabichet)	40 m (et plus ?)	non reconnu
Niveau 0	25 m	10 m	fracture sèche	non reconnu
Extension <u>Amont-pendage</u>	48 m	28 m	40 m	60 m
<u>Surface des Panneaux</u>	1200 m ²	280 m ²	1600 m ²	2400 m ²

La surface totale est donc d'environ 5500 m² et, en admettant une largeur minimum d'exploitation de 1 m, le tonnage s'élève à :

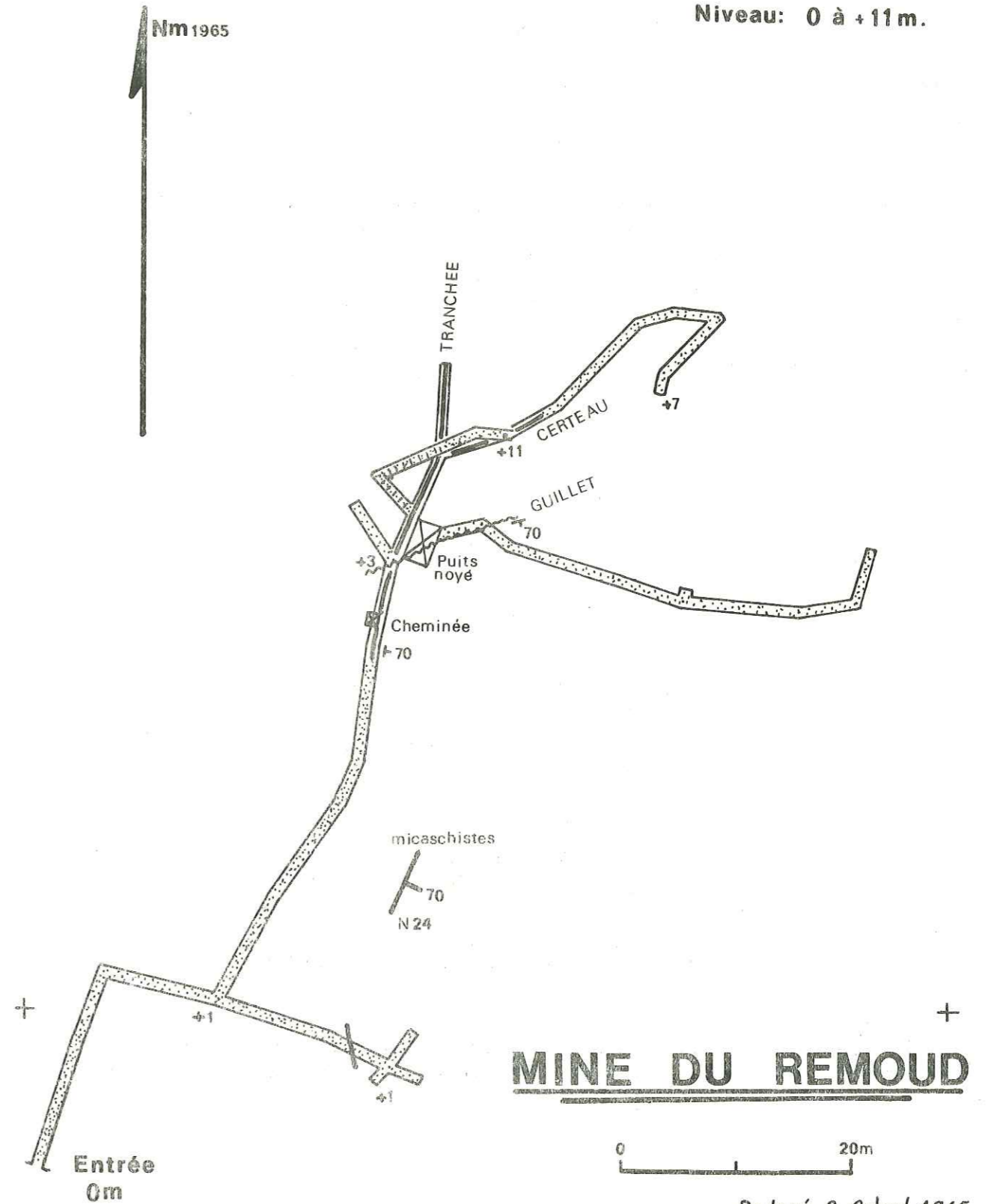
$$5500 \times 1 \times 2,5 = 13\ 500 \text{ tonnes.}$$

Calculons à présent la teneur moyenne du filon. Il n'a malheureusement pas été fait de rainurage, mais on peut estimer honnêtement la puissance réduite à 0,005 m de cuivre gris massif.

Dans 1 m³ on a :

- en tout-venant (densité 2,5) : 2,5 tonnes
- en cuivre gris (densité 4,8) : $0,005 \times 1 \times 1 \times 4,8 = 0,024 \text{ tonne.}$

Niveau: 0 à +11 m.



Cette tétraédrite a pour composition :
Cu = 45 %
Sb = 25 %
Ag = 6500 ppm

On calcule donc que 1 tonne de tout-venant contient :

Cu = 4,35 Kg
Sb = 2,4 -
Ag = 0,062 -

Un grossier calcul de rentabilité montre qu'il faudrait des teneurs environ trois fois plus fortes pour que cette mine justifie des travaux de recherche en aval pendage. Cependant ne perdons pas de vue que le point de départ, soit une puissance réduite de 0,005 m de cuivre gris, reste contestable.

En conclusion, la minéralisation du Remoud, de même que celle de La Perellaz, est de type mésothermal B.P.G.C.

D'après le style des filons tels qu'on les observe sur 100 mètres de hauteur, il n'y a pas de raison pour que la minéralisation s'enrichisse ou bien disparaisse en profondeur ; mais il est probable que les branches filonien- nes connues sont relayées par d'autres, ce qui rend la recherche très aléatoire.

FILON DU GARGOTTON

magnétite - pyrite

Situation

x = 902,190 y = 353,200 z = 1800
Commune d'Arvillard

Lorsqu'on remonte le vallon de l'Arbet Neuf en direction du col de la Perrière, l'entrée de la galerie apparaît à la base de la paroi rocheuse, en son contact avec l'éboulis.

Historique

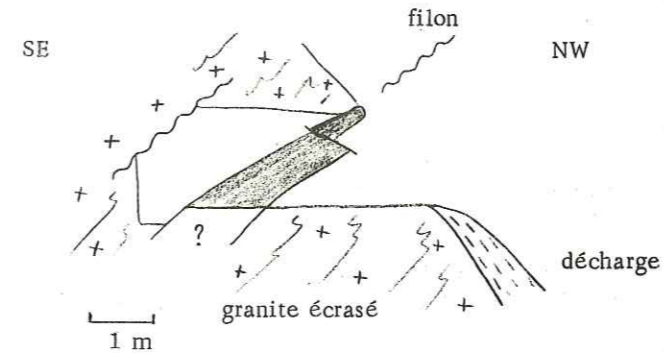
En 1861, CHAMPIOT et THIABAUD demandent une prorogation du permis de recherches dans le Gargotton pour minerai de fer magnétique ; les fouilles entreprises remontent donc au XIX ème siècle.

Travaux

Ils ne comprennent qu'une vaste galerie horizontale longue de 6 m, orientée N 130.

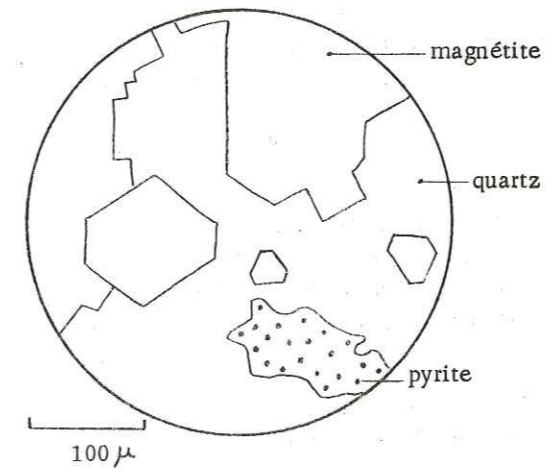
Géométrie du filon et minéralisation

La minéralisation est disposée dans la zone de broyage due au chevauchement du granite d'Epièrre sur les micaschistes. Ce contact observé au col de la Perrière montre un granite très écrasé, très chloritisé, reposant



Représentation du parement SW de la galerie

Etude de la section polie GA 37



Cette section polie montre, se détachant sur une gangue de quartz, des cristaux de magnétite aux contours francs (cubes et octaèdres). Dans les parties plus quartzueuses, la magnétite est très corrodée, jusqu'à atteindre le démantèlement total du cristal et sa transformation en oligiste à texture "fluidale".

La pyrite, bien que plus rare, est également présente sous forme d'flots très corrodés et remplis par du quartz.

Analyses

Un dosage C.E.A. 1965) sur un échantillon riche en magnétite a donné :

Fe	40,96 %	Cr	0,02
Mn	0,03	Ni	0,20

Tonnage extrait

Ce filon n'a pas fait l'objet d'exploitation, mais d'un simple ouvrage de reconnaissance. La forte teneur en soufre, due à la présence de pyrite, a certainement rebuté les anciens chercheurs. Quoiqu'il en soit, la présence d'éboulis ne permettait pas de recouper le filon par un travers-bancs inférieur ; il aurait fallu le suivre par descente et il se serait posé des problèmes d'exhaure.

Dans cette importante structure il existe certainement d'autres lentilles analogues, mais le contact granite - micaschistes est généralement noyé sous les éboulis.

MINE DE LA PERRIERE

Oligiste

Situation

x = 901,170 y = 351,390 z = 1500 (plate-forme)
Commune d'Arvillard

Les travaux s'étendent en rive droite du Bens, 600 mètres au SE du Habert de La Perrière, dans la zone d'éboulis recouvrant le contact granite - micaschiste. A la cote 1500, un sentier horizontal aboutit à une plate-forme de chantier.

Les seuls indices qui ont été retrouvés sont une amorce de galerie dans du quartz à oligiste (en place ?) 10 mètres plus bas que cette plate-forme, ainsi que des blocs riches en oligiste, 30 mètres au NW du point coté 1419.

Dans le texte qui va suivre nous avons largement puisé dans les renseignements (assez divergents) recueillis dans les archives des mines.

Historique

Les premiers grattages remontent à l'époque des Chartreux (1750). En 1863 LOUARAZ effectue des galeries dans sa propriété. La "concession de St Hugon" est instituée en 1874 au profit de BOULANGIER ; elle sera déchuée en 1930.

Travaux et géométrie

1) - Galerie 1536 m : "l'entrée est située au-dessous d'un filon de fer oligiste dont la puissance est de 1,60 m et la direction N 55 - 35 SE. Le minerai est très pur, à part une bande de 0,40 m sillonnée de quartz au mur. La galerie, que précède une tranchée de 17 m, a atteint à 10 m du jour un 2ème filon d'oligiste de 0,60 m de puissance. Les deux filons sont séparés par 2,50 m de granite écrasé". D'après OBRY, ingénieur des mines, ce filon ne serait pas en place.

2) - Galerie 1642 m : un autre filon d'oligiste encaissé dans le granite a été reconnu par une tranchée de 8 m et une galerie de 7 m. Sa puissance est de 1,50 m, sa direction N 40 et son pendage 30 SE.

Minéralisation

- A l'œil : on distingue du matériel granitique écrasé et très silicifié contenant de l'oligiste fine très brillante.

- Au microscope : sur une gangue de quartz xénomorphe se dispersent des lattes d'oligiste présentant une texture très contournée. Ces cristaux tabulaires viennent parfois buter sur des cubes de pyrite de 0,1 mm. Ceci laisse supposer que l'apparition de la pyrite est plus récente que celle de l'oligiste.

Analyses

Table with 4 columns: Dosages effectués en 1874, Galerie supérieure, Galerie inférieure, Galerie inférieure. Rows: gangue quartzeuse %, fer %.

Table with 3 columns: Roche encaissante, SiO2, Al2O3, FeO, CaO, MgO, K2O + Na2O, Perte. Values: 70,00 %, 14,04, 1,96, 2,00, 3,00, 7,50, 1,50.

Analyse d'un échantillon choisi (C.E.A. 1965)

Table with 2 columns: Fe, Mn, Cr. Values: 36,04, 0,03, 0,04.

En résumé, on peut dire que la minéralisation est liée au contact granite - micaschiste de direction NE-SW et pendage 30° SE.

Les travaux entrepris ont été insignifiants puisque la galerie la plus longue mesure 24 m et qu'il a été extrait 50 tonnes de minerai à 55 % de fer.

MINE DU MOLLLET

sidérite

Situation

x = 898,04 y = 355,74 z = 725 (pour TB 12 m ouvert)
Commune d'Arvillard

Cette mine s'ouvre 600 m à l'Est du village le Molllet, à mi-hauteur entre la route forestière et le torrent du Joudron. L'intérêt particulier qu'il faut lui attacher réside dans le fait qu'elle se développe dans la zone de contact Trias-Cristallin.

Historique

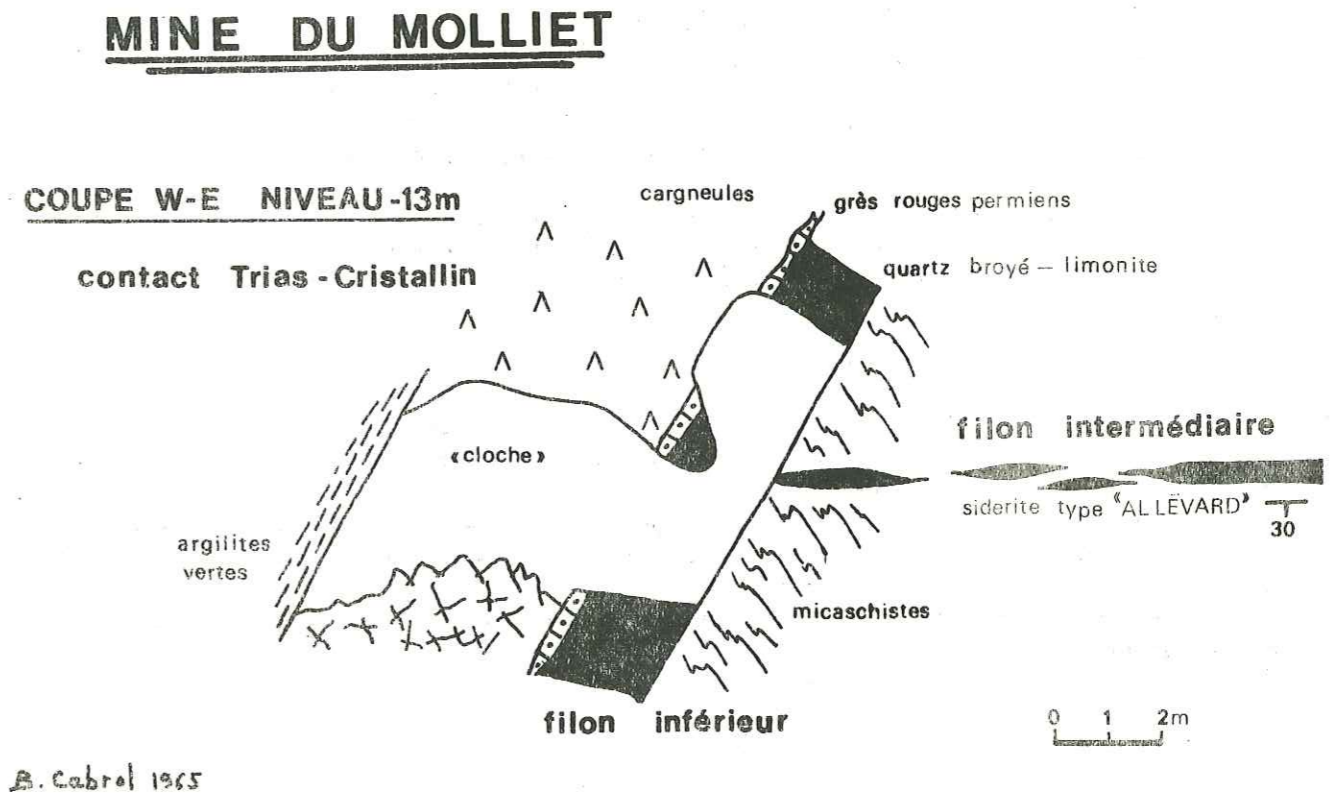
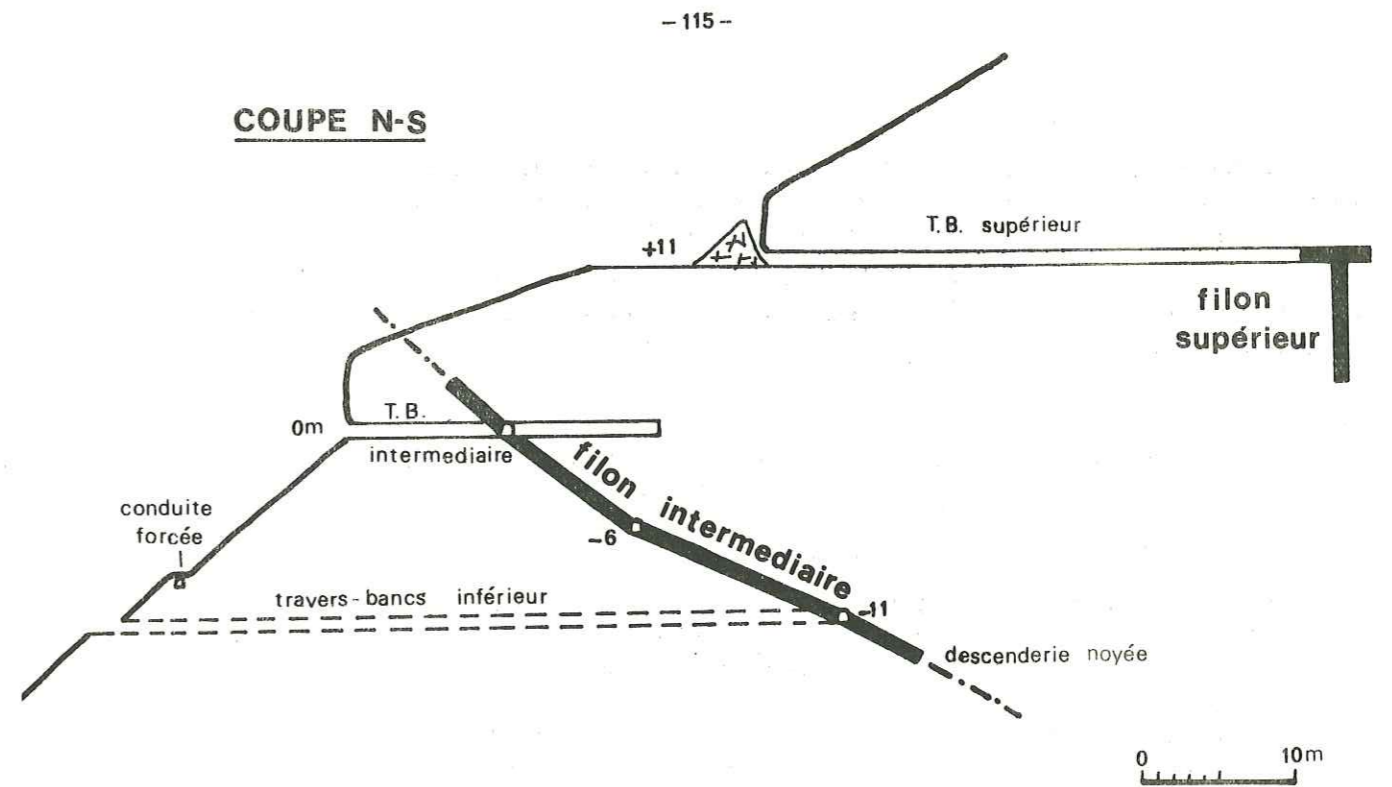
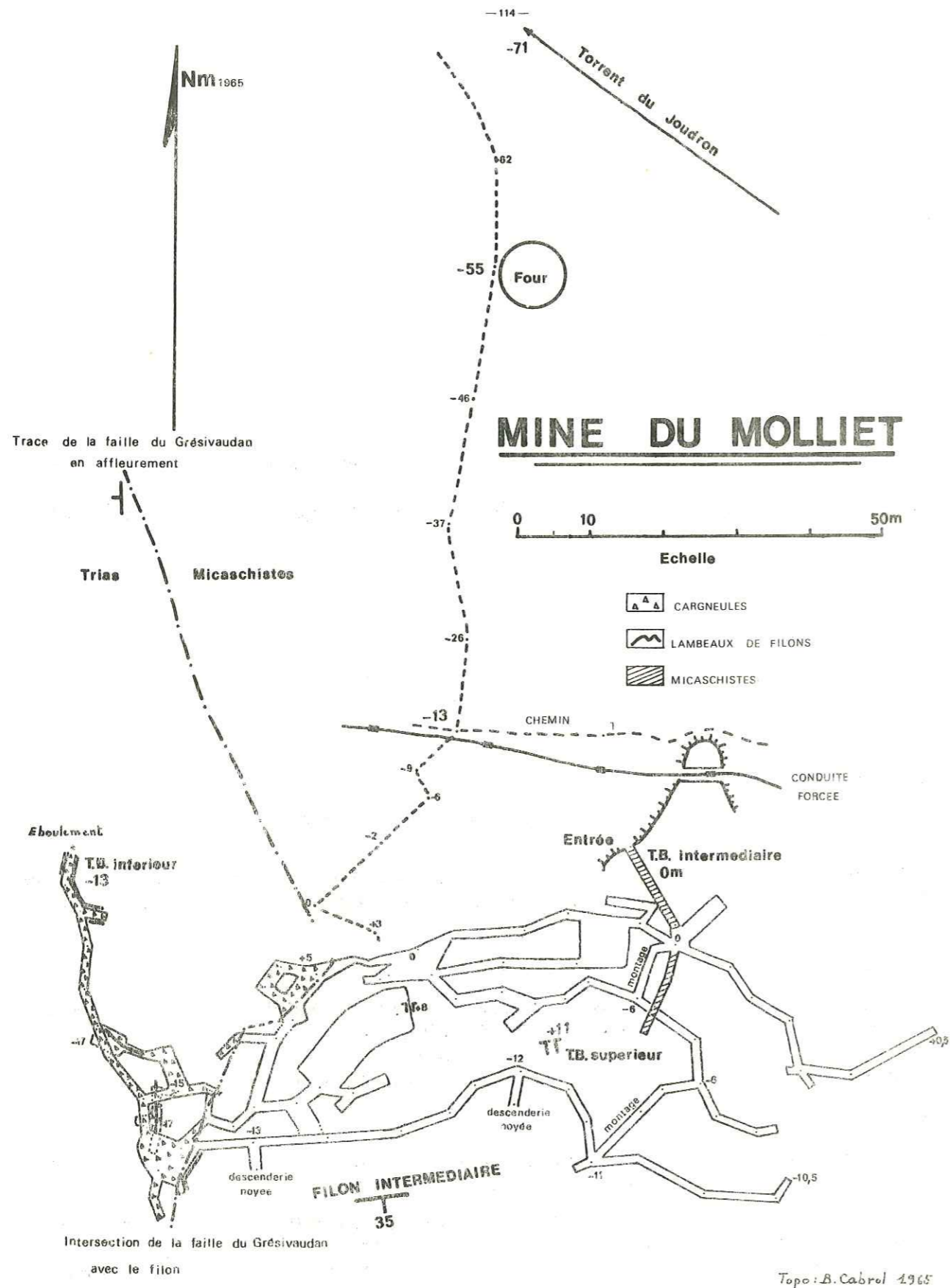
Cette mine était exploitée jadis par les Chartreux de St Hugon. La concession du Molllet a été instituée en 1839 et accordée à la Société LEBORGNE-GUILLET-VIGAN.

En 1873 elle a été acquise par la Société de Saint-Chamond. Les travaux n'ont pas été repris depuis, la faible puissance (0,40 m) du filon en étant la cause.

Travaux

Ils affectent trois filons de positions différentes, chacun d'eux étant desservi par un travers-bancs. Seul le travers-bancs intermédiaire est encore ouvert, et des descenderies le relient au travers-bancs inférieur.

- Le travers-bancs inférieur (cote -13 m) en arc de cercle, long de 85 m, a, paraît-il, été attaqué dans les schistes. Il traverse une première fois le contact schistes-Trias, se développe dans les carneules broyées et recoupe une "couche" de sidérite altérée formant un placage sur le contact micaschiste-Trias. Il se prolonge par



un traçage dans le filon intermédiaire.

- Le travers-bancs intermédiaire (cote 0 m), creusé dans les micaschistes, atteint le filon au bout de 12 m. Le filon a été tracé et exploité à trois niveaux (0 m, 6 m, 11 m) et sur 50 m de long. A l'Ouest les défilages butent sur le Trias et à l'Est toute trace du filon disparaît progressivement.

- Le travers-bancs supérieur (+ 11 m) dont on voit encore l'amorce aurait atteint un filon "croiseur" au bout de 40 m. Celui-ci a été exploré par un puits de 8 m de profondeur, mais le minerai étant très quartzeux, pratiquement inexploitable, les recherches n'ont pas été poursuivies.

Géométrie du filon

- Le filon inférieur jalonne le contact faillé schistes - Trias dirigé N 15 - 50° W. Des flots de ce même filon se trouvent dispersés en tous sens dans la masse mylonitique du Trias. La puissance varie de 1 à 3 m. Le minerai très broyé est composé de limonite quartzeuse et plus rarement de barytine. Cette limonite provient de façon évidente de l'altération de la sidérite qu'elle épigénise.

- Le filon intermédiaire est, sans nul doute, le plus important. Il s'est mis en place dans une fracture de direction N 86 - 30° S qui recoupe franchement la schistosité N 35 des micaschistes. Le panneau a été reconnu sur 50 m de long et 18 m de dénivellation ; sa puissance moyenne est de 0,40 m (maximum 1 m). Le minerai est constitué par de la sidérite type Allevard.

A l'Est, au point où il s'effiloche, le filon tourne vers le SE et ne laisse plus voir qu'une faille sèche que les anciens ont tenté de suivre encore sur 40 m. Ce mouvement tournant très prononcé s'observe dans les trois allongements. Nous sommes en présence d'un exemple supplémentaire de torsion de filon, phénomène devenu habituel dans le massif des Hurtières.

Il apparaît très nettement que la puissance du filon diminue d'autant plus qu'on s'éloigne du contact Cristallin - Trias. Ceci nous laisse supposer que ce contact aurait pu jouer le rôle de filon générateur.

- Le filon supérieur, encaissé également dans les micaschistes, a été reconnu sur 10 m en allongement et 8 m en profondeur. Sa puissance serait de 2 m et sa direction N 162 - 55° W. Cette branche devrait recouper le filon décrit précédemment, ce qui n'est pas. Elle ne peut lui être raccordée car cela supposerait un décrochement de 80 m vers le SW : il n'a pas été observé de telle faille. On ne peut le raccorder au filon inférieur qui ne possède pas la même direction et qui, de plus, ne se trouve pas encaissé dans la même formation.

En conclusion, nous sommes en présence de trois branches filoniennes. Est-il possible de les raccorder à un seul et même filon qui a été plissé et déchiqueté ?, ou bien s'agit-il de plusieurs cassures minéralisées indépendantes ?

Cette pénétration de filon dans le Trias n'est pas unique : nous l'avons déjà rencontrée aux Mouches, au Reveyret, au Laurensaint.

Nature du minerai

Contrairement à toutes les mines situées au Nord, celle-ci est très pauvre en sulfures. Seule la pyrite est représentée, généralement bien fraîche, cristallisée en dodécaèdres allant jusqu'à 2 cm de diamètre. Les sulfures de cuivre, zinc, plomb, sont totalement absents.

La sidérite est du type Allevard, c'est-à-dire en grandes écailles brunes. Les rhomboèdres ont 1 à 2 cm d'arête. Cette sidérite classique est magnésienne et peu manganésifère. Le quartz est rare dans le filon intermédiaire ; on le trouve en aiguilles dans les géodes.

Le filon intermédiaire, d'une fraîcheur exceptionnelle, contraste avec le filon inférieur très altéré en limonite et silicifié.

Analyses

Une analyse effectuée en 1873 donne :

Fe	33,60 %	Mg O	3,66
Mn	2,95	Al ₂ O ₃	5,92
Si O ₂	1,50	CO ₃	-
Ca O	-	H ₂ O	43,-

Tonnage extrait

Entre 1848 et 1859 il a été extrait 268 tonnes de minerai.

Au total, on peut estimer qu'il a été extrait environ 700 tonnes de minerai et qu'aucun tonnage n'a été reconnu par les derniers travaux de recherche.

MINE D'ORGEVAL

blende - galène

Situation

x = 900,060 y = 351,210 z = 1150
Commune de La Chapelle du Bard

Le filon est visible en rive gauche du Bens, en amont du barrage de St Bruno et 400 m en aval de la Baraque du Plane. Les galeries s'ouvrent, plus précisément, dans un torrent 100 m à l'Ouest du torrent du Petit Orgeval et 5 m au-dessus de la nouvelle route forestière.

Historique

Un parchemin des Chartreux de St Hugon daté de 1750 mentionne cette mine d'argent "à 1000 brassées en amont du couvent et 115 aunes au Sud du Bens". Ce grimoire nous dit : "entrée horizontale, 6 brassées jusqu'au puits et, dans le puits, trois conduits ; à celui du couchant profilant droit au tas de mine de deux brassées carrées, suivre le fil de fer attachant la tôle bouchant l'entrée".

Travaux

Ils ont certainement été effectués jadis pour plomb argentifère et non pour le zinc.

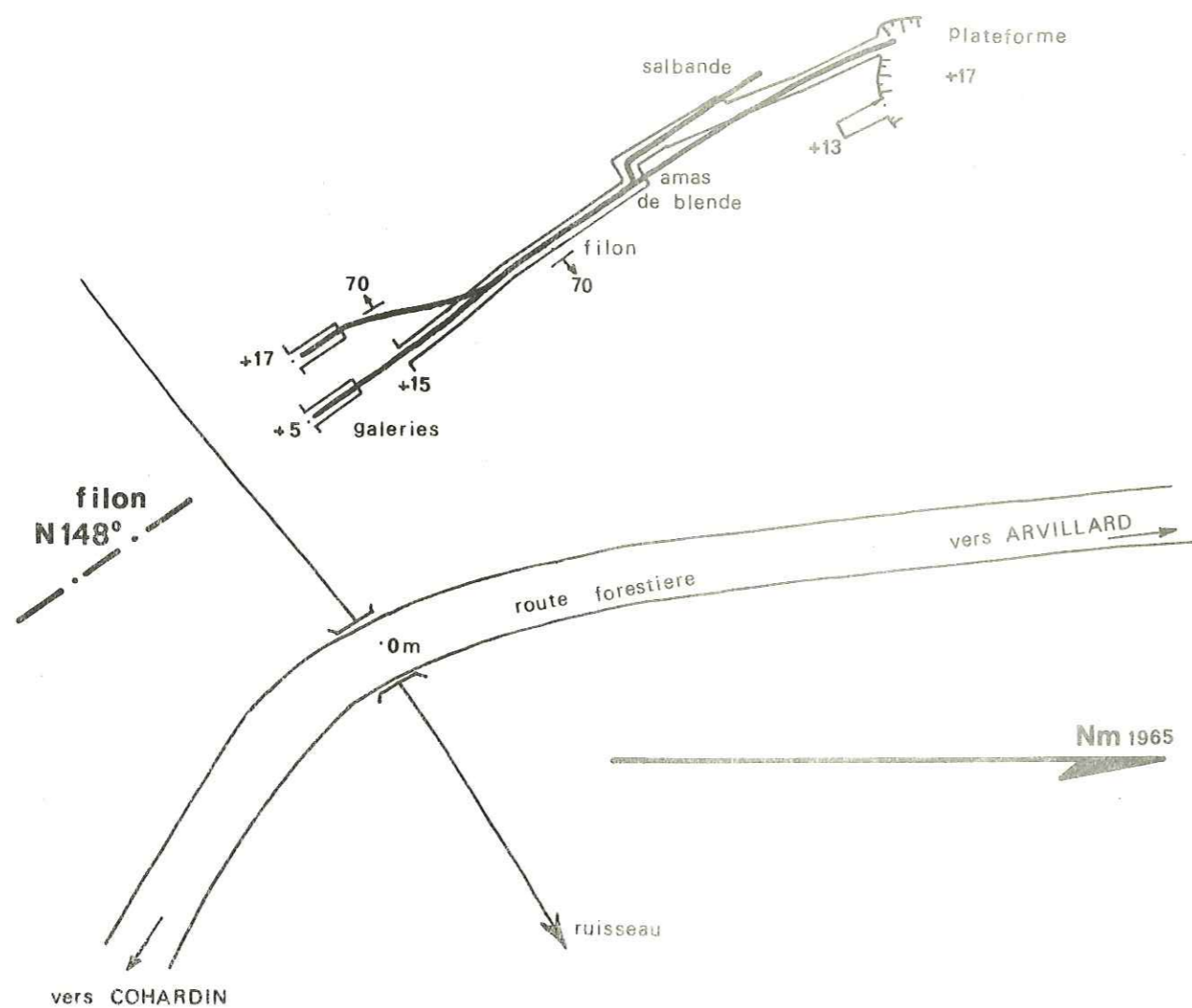
Dans la tranche du filon visible de la route ont été pratiquées des attaques de galeries échelonnées sur 15 m de hauteur. La galerie supérieure suit le filon en allongement et ressort de l'autre côté de l'éperon 40 m plus loin. Une galerie en travers-bancs aurait, paraît-il existé en contrebas de la route, mais les terrassements de celle-ci en auraient masqué l'entrée.

Géométrie du filon

La structure minéralisée est orientée N 148 et pentée 70° NE ; elle recoupe les micaschistes de schistosité N 28 - 70 SE.

Cette structure comprend plusieurs fractures qui se rejoignent puis se séparent pour cheminer parallèlement

VUE EN PLAN



MINE D'ORGEVAL

Relevé B. Cabrol 1965

à 2 ou 3 m les unes des autres. A chaque intersection il se produit un petit amas de blende qui atteint 0,20 m en puissance réduite ; mais dans l'ensemble du filon on peut estimer la puissance réduite moyenne à 0,04 m.

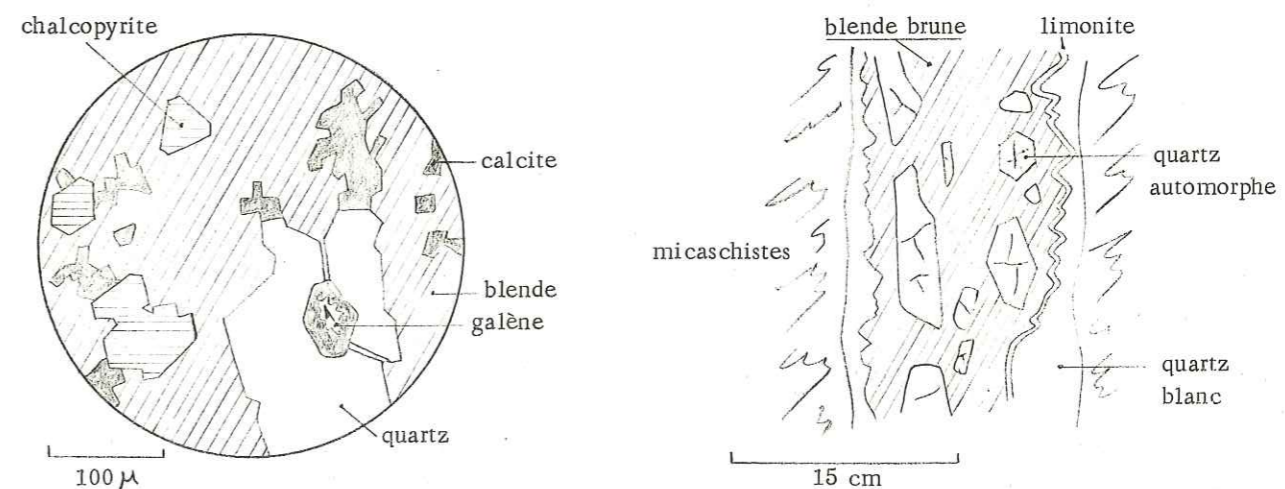
Minéralisation

Le minerai est une brèche de gros cristaux de quartz noyés dans la blende. Le quartz opaque, bien que cassé, offre des tronçons hexagonaux de 2 cm de diamètre et 5 cm de long. La blende qui cimente le quartz est donc de venue plus récente. Sa couleur brun foncé (analogue à celle de Noguillan) résulte de sa richesse en fer ; en galerie on observe des concrétionnements d'hydrozincite et des revêtements de limonite.

Etude de la section polie OR 59

L'ensemble de la section polie donne l'aspect d'un puzzle blende, galène, quartz s'engrenant suivant des contours quelconques. L'ensemble est saupoudré de quelques magnifiques cristaux de chalcopryrite (chalcopryrite isotrope). Celle-ci généralement en tétraèdres, est d'une grande fraicheur (elle inclut parfois de la blende). Tout laisse supposer que la chalcopryrite est apparue en second lieu et qu'elle s'est développée au profit de la blende et de la galène.

En dernier lieu, la calcite a pénétré par des fissures et bouché les trous existant entre quartz, galène et blende.



Analyse

Dosage d'un échantillon riche en blende (C.E.A. 1965) :

Fe	5,74 %
Pb	5,00
Zn	25,00

Tonnage extrait

D'après le manuscrit de 1750, en l'espace de 6 ans, il aurait été extrait "poids d'argent 6 800 000". - Les unités ne sont pas précisées ; mais en supposant que l'unité est le "grain" valant 0,053 g, il aurait été extrait au total 360 Kg d'argent. Cette valeur paraît disproportionnée avec la faible importance du filon et l'on peut se demander s'il n'existait pas une autre mine dans ce secteur.

CONCLUSIONS GENERALES

En partant d'une série d'analyses, notre but est, d'une part, de différencier chimiquement les sidérites, d'autre part, de faire ressortir l'importance de l'association des éléments traces (Ag et Au) pour différents minerais. A titre de comparaison nous y avons joint les analyses d'autres échantillons recueillis dans divers filons du Sud de la France.

Les analyses pour or, argent, cuivre, plomb, zinc, ont été effectuées par les laboratoires des mines de Salsigne (Aude) ; les résultats publiés constituent donc des éléments de base sérieux.

I - Le problème de la géochimie du fer - manganèse - magnésium.

L'ensemble de la bordure ouest du massif de Belledonne présente sur 70 Km de long une succession de mines à gangue carbonatée. On pourrait lui donner le nom de "district à sidérite". En fait, les sidérites qu'on y rencontre offrent des faciès très variés et les anciens avaient déjà cherché à établir une correspondance entre la composition chimique et le faciès. Nos observations ne feront donc que confirmer et compléter les déductions de nos prédécesseurs.

- La sidérite de St Georges, rappelons-le, n'est pas d'un type classique : elle est blanche ou grise en cassure fraîche ; en altération ou bien le long des fissures, elle se décarbonate, devient brune et tend à se transformer en limonite. La dimension des cristaux est de l'ordre de 0,1 mm. La texture finement grenue, très homogène, confère à cette sidérite une dureté presque équivalente à celle du quartz.

Cette sidérite apparaît également en profondeur dans le gisement d'Allevard où elle porte le nom de "Rives" : celle-ci est beaucoup plus quartzreuse que le faciès "Maillat" que nous allons décrire.

- La sidérite d'Allevard correspond à la description donnée par les manuels de minéralogie. Les rhomboèdres présentent des facettes allant jusqu'à 1 cm² ; leur clivage est facile et leur couleur brun clair. Il arrive que la "Maillat" contienne des inclusions de "Rives", mais l'inverse est plus rare. D'après les études de P.J. YPMA, la variété "Maillat", bien cristallisée et associée à des géodes de quartz, serait une reprise de la "Rives" minéral primaire.

- Des diagrammes de diffraction aux rayons X effectués (laboratoire de géologie de Grenoble 1965) successivement sur des sidérites de St Georges et d'Allevard, ont donné exactement les mêmes raies caractéristiques de la sidérite. Le minéral de St Georges qui est une "Rives" a donné en plus les raies du quartz auquel il est toujours associé. De cette identité de diagrammes on peut donc déduire que les deux minerais ont des mailles cristallographiques de dimensions identiques. Il nous restait à vérifier si les atomes de fer ne pouvaient pas être remplacés par d'autres éléments de dimensions et propriétés identiques ; c'est pourquoi nous avons eu recours à l'analyse chimique.

- Des dosages ont montré que les teneurs en magnésium, manganèse et fer étaient variables ; qu'en comparaison des sidérites d'Allevard celles de St Georges étaient pauvres en magnésium, mais plus riches en manganèse. Ces résultats confrontés avec ceux des rayons X montrent qu'à St Georges on n'a pas l'association sidérite (CO₃ Fe) - dialogite (CO₃ Mn), mais un remplacement isomorphique du fer par le manganèse sans modification de la maille élémentaire.

De même, pour Allevard on ne peut parler d'association sidérite - giobertite (CO₃ Mg), mais d'une substitution du magnésium au fer. Les teneurs (dosages YPMA) sont les suivants :

	Fe O	Fe ₂ O ₃	Mg O
- Sidérite fine de ST Georges	18,82 %	8,73 %	0,89 %
- Sidérite grossière d'Allevard	42,79	2,49	11,42

Ci-dessous nous présentons une série d'analyses relatives à des minerais de fer de la région étudiée :

Mine	Fe %	MnO	Mn	Mn x 100 Fe	Nature minéral
St Georges	36,10		5,08	14,0	sidérite fine
Les Gorges	14,96	2,18	1,69	11,3	sidérite fine + quartz
Le Bordier	10,83	1,34	1,04	9,6	sidérite fine + quartz
La Richesse	22,50	2,36	1,83	8,1	sidérite fine + limonite
Fruitiers	37,97	3,28	2,54	6,7	sidérite moyenne
Noguillan	37,86	2,84	2,20	5,8	sidérite moyenne + pyrite + blende
Lénou	10,77	0,60	0,46	4,3	sidérite moyenne + ankérite
Reveyret	38,76	1,96	1,52	3,1	sidérite grossière fraîche
Rebaisse	51,94	0,09	0,07	0,13	oligiste massive
Cucheron	35,00	0,26	0,20	0,56	oligiste + schistes
Champet	8,23	0,00	0,00	0,00	oligiste + quartz

Ces analyses confirment la correspondance existant entre la taille des cristaux de sidérite et leur composition. P.J. YPMA considère la variété grossière très magnésienne (Maillat) comme une reprise de la sidérite fine qui aurait perdu son manganèse et se serait enrichie en magnésium.

II - Le problème de la géochimie de l'argent

Bien que les véritables minerais d'argent soient la proustite, l'argentite, 60 % de la production mondiale de ce métal proviennent de son association avec les métaux communs.

La galène a de tous temps été considérée comme la principale source d'argent. Ce métal semi-précieux était particulièrement recherché par les Romains qui le séparaient du plomb par coupellation.

En 1830 on considérait les mines d'Argentine et de La Richesse comme particulièrement riches en argent et nous avons tenu à le vérifier. Quoique l'intérêt monétaire de l'argent ait diminué depuis, ce métal est encore très demandé : la réserve du trésor américain décline rapidement, la demande excédant la production.

Il nous a donc paru intéressant d'effectuer des dosages (laboratoire de Salsigne 1967) sur les galènes, blendes, chalcopyrrites et cuivre gris de la zone étudiée et de les comparer à d'autres sulfures prélevés dans d'autres régions de France.

Afin d'augmenter la précision des analyses, nous avons opéré sur des échantillons triés et enrichis. Pour faciliter les comparaisons entre mines différentes, nous avons calculé dans chaque cas la quantité d'argent contenue dans une tonne de minéral à 1 % de plomb, zinc ou cuivre.

A) - Argent lié aux galènes

La distinction entre les galènes riches ou pauvres en argent a été longtemps basée sur la dimension des cristaux de galène. Une tradition veut que la galène en gros cristaux (alquifoux) soit peu argentifère et que, réciproquement, les fortes teneurs soient l'apanage des galènes très fines. En fait, toutes les analyses ci-après vont à l'encontre de ce préjugé.

Au microscope métallogénique l'argent s'observe parfois sous forme d'inclusions d'argent massif de quelques microns disséminées le long des clivages. Quoi qu'il en soit, la seule méthode pour déceler si une galène est argentifère ou non est de recourir à l'analyse chimique.

Provenance	Ag ppm	Pb %	Ag g/T pour 1 % Pb	Dimensions cristaux
St Georges - Ste Barbe	280	39,7	7,1	moyens
St Laurent	215	24,3	8,8	d°
St Jacques	135	12,5	10,8	d°
Reveyret	175	30,4	5,7	moyens/fins
Rebaisse	755	49,9	15,2	d°
Perellaz	375	39,4	9,5	d°
Orgeval	295	19,5	15,1	fins
Remoud	1412	59,2	23,9	moyens
Pont Serra	25	15,12	4,9	très gros
Richesse supérieure	175	5,47	31,0	moyens
- d° -	155	10,88	14,2	d°
Noguillan	212	26,6	8,0	d°
Mouches	790	36,5	21,6	très gros
Lénou	77	7,05	10,9	fins
- d° -	336	21,44	16,5	moyens
Argentine	297	49,9	6,0	moyens/fins
Clou de Masse	70	5,7	12,3	moyens
<hr/>				
Lamalou Vernière (Hérault)	40	1,9	21,0	moyens
Lamalou Dyke (Hérault)	136	6,5	21,0	d°
St Léger de Peyre (Lozère)	184	9,0	20,4	d°
Allenc (Lozère)	88	13,0	6,8	très gros
Valauria (Alpes Maritimes)			9	
Largentière (Ardèche)			20	

Pour le massif des Hurtières, la moyenne des teneurs en argent, pour une tonne de minerai à 1 % de Pb, est de 13 g.

P.J. YPMA estime que les galènes pauvres (à l'exception de La Richesse et Argentine) ont été reprises à l'Alpin et ont libéré tout l'argent, l'arsenic et le bismuth qu'elles contenaient. En fait, les dosages précédents montrent, d'une part, que les galènes de La Richesse et Argentine ne se différencient pas des autres galènes du massif et, d'autre part, que la moyenne des teneurs, comparée à celle d'autres filons du Sud de la France, ne laisse apparaître aucun appauvrissement en argent.

B) - Argent lié aux blendes

Le zinc est étroitement lié au plomb dans la nature, et c'est pourquoi tous les gîtes de blende contiennent également de la galène : aussi faut-il tenir compte de la présence de cette galène et retirer l'argent qu'elle a introduit. Les analyses précédentes permettent d'effectuer cette correction.

Les blendes dosées sont brun marron, donc riches en fer (marmatites), excepté celles du Reveyret de couleur vert jaune.

Provenance	Ag ppm	Zn %	Pb %	Ag ppm lié au Zn calculé	Ag ppm lié au Zn par différence
Reveyret	30	27,2	9,60	55	0
Perellaz	55	38,4	5,10	48	7
Noguillan	10	56,0	0,64	5	5
Mont Dondon supérieur	10	24,0	0,00	0	10
Orgeval	25	55,6	2,24	34	0
Grand Bois	15	30,4	1,60	13	2
St Georges	42	24,8	9,28	66	0

Ces analyses montrent que les blendes ne sont pratiquement pas argentifères et que l'argent qui apparaît dans les résultats provient de la galène associée à la blende. En moyenne, une tonne de minerai à 1 % de Zn contiendrait environ 0,1 g d'argent.

C) - Argent lié aux sulfures de cuivre.

Les analyses ont porté ici sur les chalcopryrites et cuivre gris. Il s'avère que la présence de pyrite apporte de l'argent et fausse un peu les résultats.

En ramenant tous les résultats à 1 % de cuivre, la teneur moyenne en argent est de :

10 g/tonne pour les chalcopryrites
175 g/tonne pour les cuivres gris (tétraédrites)

Les cuivres gris sont beaucoup plus riches en argent que les galènes, mais c'est la présence d'antimoine qui a de tous temps rendu le traitement de ce minerai difficile.

Mine de :	Ag g/T	Cu %	Ag g/T pour 1 % Cu	Minerai
<u>St Georges</u>				
- Galvagne O ₁	45	13,80	3,1	chalcopryrite
- St Laurent M ₂₆	120	22,30	5,4	chalcopryrite massive
- Parques	95	15,50	6,3	chalcopryrite
- Ste Barbe	60	6,10	9,8	d°
- St Laurent D ₂₃	50	22,85	2,2	chalcopryrite broyée
- St Laurent	76	18,30	4,2	pyrite cuivreuse
- Gde Fosse-St Laurent	35	7,85	4,5	chalcopryrite
- Gde Fosse	55	17,85	3,1	d°
- Canard des Terriers	78	4,95	15,7	d°
- Plan Canova	55	16,45	3,3	d°

Mine de	Ag g/T	Cu %	Ag g/T pour 1 % Cu	Minerai
Richesse Supérieure	85	10,10	8,4	d°
Mont Dondon Supérieur	95	10,45	9,1	d°
Mont Dondon Inférieur	60	4,50	13,3	d°
Mouches	2055	21,75	94,7	d°
Clou de Masse	40	4,50	8,9	d°
Grand Bois	48	2,50	19,2	d°
Perellaz	100	9,25	10,8	d°
Rebaisse	100	4,50	22,1	d°
Noguillan	32	3,50	9,1	d°
Lénou	32	3,00	10,7	d°
Clapier	23	1,00	23	Mispickel-pyrite-chalco.
Clapier	14	0,80	17,5	" " "
Remoud	3845	21,90	175	cuivre gris
Remoud	2104	14,50	145	d°
Villard	12	0,50	24	pyrite - chalcopryrite
<hr/>				
Irazen (Ariège)	9596	33,8	284	chalcosite ?
Alzen (Ariège)	8394	14,1	595	cuivre gris ?
"	8399	6,0	1400	cuivre gris ?
Aiguille (Aude)	492	3,0	164	cuivre gris
Ste Marie (Aude)	674	2,50	270	d°
Cerisier (Alpes Maritimes)	104	12,2	9	chalcosite
"	65	12,5	5	d°
"	63	5,0	12	d°
La prade (Tarn)	20	1,0	20	d°
Liouc (Alpes Maritimes)	9596	33,8	284	chalcosite
Carnélas (Pyrénées Orient.)	56	5,6	10	chalcopryrite
"	3	0,45	7	d°
Les Rognioux (Savoie)	12	4,20	3	d°
L'Ami (Savoie)	13	2,25	6	d°

Si les teneurs en argent sont assez constantes pour la chalcopryrite, il n'en est pas de même pour les cuivres gris et chalcosites qui présentent de fortes anomalies.

III - Le problème de la géochimie de l'or

Bien que les Alpes ne soient pas réputées pour être une région aurifère, il n'en est pas moins vrai que les Romains exploitaient l'or alluvial sur les rives du Chéran dans le massif des Bauges. Cet or provient sans doute de la décomposition ou fragmentation des galets morainiques transportés par les glaciers descendant les vallées de la Maurienne, de la Tarentaise et de l'Arve. Ces galets minéralisés proviendraient de l'écrêtement des

filons lors du décapage des massifs cristallins.

Jusqu'à présent, l'or n'est connu dans les Alpes que par la mine de La Gardette et surtout celles d'Alagna (Mont Rose) en Italie. Toutefois, il existe plusieurs indices tous liés à des gîtes contenant du mispickel : ce sont Tours, St Paul-sur-Isère, en Tarentaise, qui ont fait l'objet de travaux de recherches.

Des analyses (Salsigne 1967) ont donné :

- St Paul-sur-Isère	Au = 0,8 g/T	Ag = 9 g/T
- Tours sur Isère	Au = 1,2 g/T	Ag = 9 g/T

Dans le massif des Hurtières nous avons découvert l'indice du Clapier et, plus récemment, il a été mis à jour un filon de mispickel à Montjean au-dessus de Vizille. En 1844, E. GUEYMARD signale que dans quelques cas la chalcopryrite et le cuivre gris ont été exploités pour leur teneur en or (12 à 50 g/T) "aux Chalanches, Le Merle de Theys et Allevard". Des échantillons prélevés par M. CLAVEL (1963) aux mines de Chalanches ont donné une moyenne de teneurs beaucoup plus faible.

Pourtant, tous les échantillons de chalcopryrite et de cuivre gris, dosés pour l'argent au chapitre précédent, ont également été dosés pour l'or ; aucun n'a donné de teneur supérieure à 0,1 g/T, si ce n'est l'indice du Clapier qui contient du mispickel :

- Le Clapier	Au = 1,6 g/T	Ag = 23 g/T	Cu = 1,00 %
"	Au 0,4	Ag 14	Cu 0,80

Ce bref exposé montre que l'or n'est pas inexistant dans les Alpes ; sa présence liée au mispickel nous fait apparaître toute une catégorie de filons sans rapport avec les gîtes à sidérite.

IV - Origine de la sidérite.

Jusqu'à présent nous avons admis d'office l'origine filonienne de notre minéralisation ; mais ne serait-il pas objectif d'envisager d'autres solutions ? - La sidérite a été reconnue d'origine sédimentaire dans certains gisements des U.S.A. (en Pennsylvanie, Ohio, Kentucky), ne pourrait-il pas en être de même dans le massif de Belledonne ? Toute stratification de l'ancienne série péritique ayant été effacée par le métamorphisme, on pourrait concevoir que la sidérite représente les vestiges d'un ancien horizon stratigraphique.

En faveur d'une origine filonienne nous relèverons cependant les arguments suivants :

- il n'y a pas de passage progressif de la sidérite à la roche encaissante ; les épontes sont très franches ;
- la sidérite, une fois mise en place, a été tectonisée, puis injectée de sulfures et enfin de barytine. Ces minéralisations affectent uniquement la sidérite.
- Pourrait-on concevoir une origine sédimentaire d'une si grande variété d'éléments : fer, cuivre, argent, plomb, zinc ?

Ces considérations paraissent déterminantes pour conclure à une origine filonienne. Bien que cela nous ait paru évident dès le début, nous avons tenu à soulever la question.

Quant à vouloir expliquer l'abondance de la sidérite à l'Ouest de Belledonne et son absence ailleurs, nous ne saurions nous prononcer. Pourquoi une telle accumulation de fer ? Peut-être l'étude de Belledonne associée à celle d'autres "districts à sidérite" telles que la région d'Alès, le Canigou ou même les Carpathes, livrera-t-elle la clef du problème.

V - Origine des sulfures.

La présence de nombreux gisements sulfurés dans le monde a été expliquée par leur relation avec un ancien volcanisme. En ce qui concerne notre région c'est beaucoup moins évident : nous n'avons découvert en effet aucun indice de volcanisme. Il en existe cependant des manifestations dans la chaîne, par exemple, les ignimbrites du Permien (J. APRAHAMIAN 1966), les spilites du Trias (J.L. TANE), les trachytes post-carbonifères de l'Outray près du lac de la Girotte, les orthophyres des Grandes Rousses.

Dans le reste de la France, il existe dans le Permien et à la base des conglomérats triasiques un niveau cuprifère très constant : dans le Dôme de Barrot, près de Toulon, près de Bédarioux, dans le Tarn, près de Brive. Ceci montre qu'il a existé à une grande échelle, à la fin du Permien, une période d'intense volcanisme et de dépôts cuivreux.

Sans vouloir cataloguer d'office les venues sulfurées des Hurtières comme permiennes, nous pouvons insister sur le fait que cette période est assez privilégiée, en tous cas cette éventualité s'avère compatible avec les observations suivantes :

- le filon de St Georges, par exemple, bute contre les grès de la base du Trias reposant sur le socle ;
- les datations du plomb des galènes (P.J. YPMA) indiquent un âge compris entre le Carbonifère et le Trias :

Montgilbert	284 ± 75 millions d'années	
La Richesse	242 -	
Perellaz	214 -	
Les Mouches	163 -	(dans faille Grésivaudan)
Bonvillard	223 -	
Orgeval (St Hugon)	149 -	(âge jurassique ?)
Argentine	237 -	
Fond de France	344 -	

VI - Origine de la barytine.

La barytine, il faut le reconnaître, est peu courante dans le massif des Hurtières ; on en trouve des indices au Laurensaint, aux Fruitiers, aux Mouches et surtout à St Georges. Dans cette dernière mine elle ne descend pas au-dessous de 1300 mètres, et elle n'est pas associée aux sulfures.

Diverses hypothèses ont été émises au sujet de la barytine qui affecte bien souvent la "crête" des filons. Dans "Barites in Ireland" 1923 T. HALLISSY suggère que, étant donné l'insolubilité quasi totale du sulfate de baryum, le transport s'est produit sous forme de chlorure. Lorsque la solution contenant Ba Cl₂ rencontre les ions SO₄⁼⁼, il y a précipitation de SO₄Ba. Une source très commune de SO₄⁼⁼ est la zone d'oxydation de tous les gisements de sulfures. Dans ce cas, la présence de barytine devrait se traduire par une diminution des teneurs en sulfures. Ce mode de mise en place explique probablement certains gisements, mais ne paraît pas valable pour St Georges.

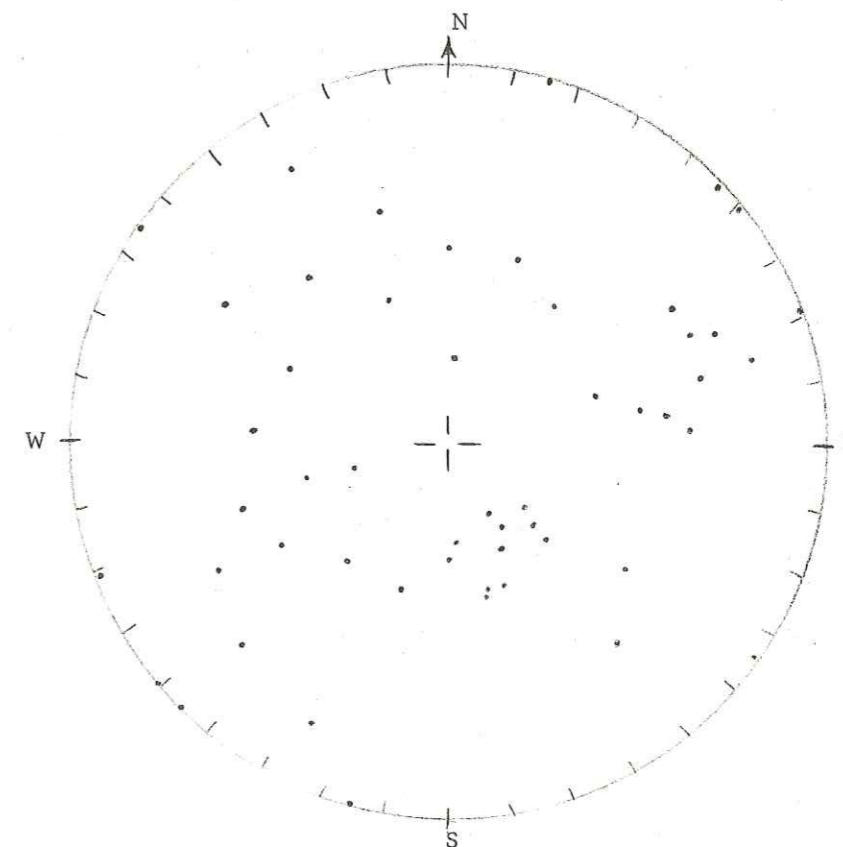
VII - Direction et position de la minéralisation

L'ensemble des filons reportés sur une carte géologique montre de façon évidente qu'ils sont tous compris dans la série satinée. P.J. YPMA les met en relation directe avec le granite d'Epierre - Sept-Laux, mais cette opinion n'est pas fondée. Au contraire, il semble y avoir une accumulation de mines dans la moitié ouest de la série satinée de sorte que nous sommes tentés de les supposer en relation avec le graben du Grésivaudan ; mais cette zone d'effondrement existait-elle à l'Hercynien ? - Dans ce cas tous les filons seraient transverses.

N.B. - L'échelle adoptée ici est celle du Symposium de Glasgow (1964)

Limite Jurassique - Trias	190 millions d'années
- Trias - Permien	225 - -
- Permien - Carbonifère	280 millions d'années
- Carbonifère - Dévonien	345 millions d'années

Le report des directions de tous les filons étudiés sur un même diagramme montre une dispersion totale des points ; on en conclut que la minéralisation ne suit aucune direction privilégiée.



VIII - Essai de classification.

Nous avons essayé ici de regrouper les filons qui possèdent des caractères identiques. Nous indiquons à la suite du nom de la mine la gangue et la minéralisation. Les minerais indiqués entre parenthèses sont en quantité moindre. Nous utilisons les abréviations : Q = quartz - sid. = sidérite - lim. = limonite

- Filons liés au synclinal médian

Arbarétan : Q. - oligiste pyrite - chalcopyrite
 Gargotton : Q. - oligiste - magnétite - pyrite
 Perrière : Q. - oligiste -

La sidérite est absente ; les épontes peu nettes ; le quartz silicifie les micaschistes ou le granite mylonitisé. L'oligiste provient de la magnétite ; sa présence implique-t-elle nécessairement une venue chaude ?

- Vieux filons à sidérite fine ou moyenne

St Georges : Q. - sid. - ankérite - barytine - chalcopyrite - galène - pyrite - pyrrhotite - (rutile - blende-cuivre gris-cubanite)
 Les Gorges : Q. - sid. - (chalcopyrite)

Bordier	: Q. - (sid.) - (chalcopryrite)
Fruitiers	: sid. - chalcopryrite - (barytine)
Noguillan	: Q. - sid. - lim. - chalcopryrite - galène - blende - (pyrrhotite)
La Richesse	: Q. - sid. - lim. - chalcopryrite - galène - blende - (rutilite)
Mont Dondon	: Q. - sid. - lim. - chalcopryrite - galène - (blende)
Mont Dondon sup.	: Q. - sid. - lim. - chalcopryrite - galène - blende - pyrrhotite

La présence de blende ferrifère, pyrrhotite, rutilite, cubanite, sont autant de minéraux qui font penser à un dépôt de type mésothermal.

- Filons à sidérite grossière type Allevard

Le Molliet	: (Q.) - sid. - (pyrite)
Le Reveyret	: Q. - sid. - pyrite - chalcopryrite - galène - blende claire

La sidérite présente un aspect très frais. Pour P.J. YPMA ce serait une sidérite reprise à l'Alpin. Ce dépôt serait épi ou téléthermal.

- Filons sans sidérite type BPGC mésothermal.

Remoud	: Q. - cuivre gris - chalcopryrite - galène - (blende)
Perellaz	: Q. - cuivre gris - chalcopryrite - galène - (blende) - (cubanite)
Crochet	: Q. - chalcopryrite - galène
Clou de Masse	: Q. - chalcopryrite - galène
Grand Bois	: Q. - cuivre gris - chalcopryrite - galène - blende - (cubanite)

Le quartz est peu abondant, jaune, présente des géodes et un aspect zoné.

- Minéralisation dispersée à la base du Trias

Mouches	: (sid.) - (lim.) - barytine - chalcopryrite - galène - (blende claire)
Le Reveyret	: Q. - sid. - pyrite - chalcopryrite - galène - blende claire
Laurensaint	: sid. - lim. - (chalcopryrite) - barytine
Le Molliet	: sid. - lim.

La minéralisation est caractérisée par une sidérite de type Allevard partiellement décomposée en limonite et de la blende claire (lorsqu'elle est présente). Le processus de mise en place n'est pas évident : s'agit-il d'une reprise d'un filon hercynien du socle qui a "bavé" dans le Trias au cours de la phase alpine ? ou bien s'agit-il d'une carapace latéritique d'âge antétriasique ?

- Filon à mispickel

Le Clapier	: (Q) - mispickel - chalcopryrite - pyrite
------------	--

Ce type de minéralisation que l'on retrouve à St Paul-sur-Isère et Tours serait mésothermal.

- Filons à quartz calcédonieux ou à oligiste

Gde Montagne du Verneil	: quartz
La Richesse N, 140	: quartz
Le Grand Leyat	: quartz
Col du Champet	: quartz - oligiste
Route Forestière	: oligiste
Aiguebelle	: quartz - oligiste - chalcopryrite

En général, ce sont des filons téléthermaux.

IX - Essai de chronologie de mise en place

Sur l'ensemble du territoire étudié nous trouvons des sidérites fines (faciès vieux type St Georges) et des sidérites grossières (faciès jeune type Allevard). A priori on ne voit pas pourquoi un phénomène de rajeunissement aurait affecté les unes et pas les autres. On ne retrouve que des faciès jeunes dans les filons qui ont apparu à travers le houiller (filonnets découverts à St Hugon et les Ramiettes). Par ailleurs, la zone houillère Briançonnaise fournit de nombreux exemples de mines (Filon Neuf, Freney, Fourneaux, Bissorte, Sarrasins, Monio) avec une minéralisation identique : sidérite grossière, chalcopryrite, blende, galène, oligiste.

Dans la région d'Allevard, la minéralisation ne dépasse pas les grès de base du Trias ; donc cette sidérite et les sulfures se sont mis en place à une époque comprise entre le houiller et la base du Trias.

Cette opinion se trouve corroborée par les faits suivants :

- 1) la datation des galènes (pour autant que la méthode soit valable) indique un âge permien.
- 2) les collines liasiques ne fournissent aucun filon de sidérite, alors que 100 ont été dénombrés à proximité dans le socle.

Même dans le Lias autochtone du Dôme de La Mure, qui offre cependant des minéralisations en cinabre, blende claire, barytine, on ne trouve pas de sidérite.

Rien dans nos constatations ne laisse à penser qu'il y ait eu remobilisation et jeu des fractures lors de la phase alpine.

Pour les sidérites fines de St Georges, nos observations semblent montrer que le filon est antérieur à la schistosité de la série satinée, schistosité elle-même antérieure au Houiller.

L'évolution géologique et métallogénique pour ce dernier type de gisements s'établirait comme suit :

- Série péliitique type Flysch
 - 1) Mise en place des filons de sidérite - quartz
- Plissement, métamorphisme, apparition de schistosité, broyage du filon
 - 2) Cimentation par sulfures Fe - Cu - Pb - Zn -.
 - 3) Barytine
- Carbonifère - Permien inférieur.
- Phase saaliennne - Formation de synclinaux pincés houillers
- Permien supérieur
- Trias
- Lias - Jurassique - Crétacé
- Tertiaire - Orogénie alpine - (Soulèvement série satinée
(Soulèvement granite d'Epierre
(Décollement couverture terrains secondaires

Conclusion

Nous espérons que cette étude aura apporté une contribution utile à la connaissance géologique de la région des Hurtières.

Si nous avons dû laisser sans réponses un certain nombre de problèmes, nous pensons néanmoins avoir apporté une somme de données précises qui permettront à d'autres d'élucider les questions non résolues.

BIBLIOGRAPHIE

Les abréviations utilisées sont les suivantes :

- Arch. S.M. - Archives du Service des Mines (Grenoble).
C.R. Acad. Sc. - Comptes rendus de l'Académie des Sciences (Paris).
C.R.Som. Soc. Géol. Fr. - Comptes rendus sommaires de la Société Géologique de France.
Bull. Suisse Min. pétro. - Bulletin Suisse de Minéralogie et Pétrographie.
B.R.G.M. - Bureau de Recherches Géologiques et Minières.
Bull. Soc. Géol. Fr. - Bulletin de la Société Géologique de France.
Bull. Soc. Fr. Min. - Bulletin de la Société Française de Minéralogie.
Trav. Lab. Géol. Grenoble. - Travaux du Laboratoire de Géologie de Grenoble.
Bull. Soc. Hist. Nat. Savoie - Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Savoie.

-
- APRAHAMIAN (J) et GIBERGY (P), 1966 - Présence de débris d'ignimbrites dans les grès permien des Rouchoux (bordure sud-ouest du Pelvoux - Isère). C.R.Acad. Sc., t. 262, pp. 1505-1508.
- BARBIER (V), 1875 - La Savoie industrielle. Acad. Sc. et Belles Lettres Savoie, 3ème série, t. II et III.
- BELLAIR (P), 1946 - Le manganèse dans les roches cristallines du massif des Ecrins-Pelvoux. C.R. Som. Soc. Géol. Fr., pp. 96-97.
- BERTRAND (J), CHESSEX (R), DELALOYE (M), LAURENT (R), VUAGNAT (M), 1965 - Nouvelles déterminations d'âges plomb total sur des zircons alpins. Bull. Suisse Min. Pétro., t. 45, pp. 318.
- BORDEAUX (A), 1925 - La géologie et les mines de la Savoie et des régions avoisinantes. Mines et Carrières.
- BORDET (C), 1957 - Recherches géologiques sur la partie septentrionale du massif de Belledonne - Thèse ingénieur docteur - Paris.
- BORDET (C et P), 1953 - Sur la présence de carbonifère anté-stéphanien dans la série cristalline du massif de Belledonne. C.R.Acad. Sc., t. 236, pp. 305.
- BOREL (E.L.), 1899 - Notice historique sur les mines de Savoie. Recueil de mémoires de l'Académie du Val d'Isère. Série de mémoires, 4ème vol. 4ème livraison, pp. 297.
- BOULADON (J), 1962 - Etude sommaire des indices minéralisés en chromite de la région de Chamrousse (Belledonne - Isère). B.R.G.M. Paris (inédit).
- BOUROZ (A) et CORSIN (P), 1950 - Sur l'âge houiller du bassin de La Mure (Isère) et de la zone externe des Alpes. C.R. Acad. Sc., t. 230, pp. 2035.
- BRUNIER (L), 1853 - Exploitation des mines de fer de Saint-Georges d'Hurtières en Maurienne. Turin.
- BUCHS-CHESEX (A) - KRUMMENACHER (D) - VUAGNAT (M), 1962 - Ages plomb total déterminés par fluorescence X sur les zircons de quelques roches des Alpes. Bull. Suisse Min. Pétro. t. 42, pp. 295.

- CHESSEX (R) - DELALOYE (M) - KRUMMENACHER (D) - VUAGNAT (M), 1964 - Détermination d'âges plomb total sur les zircons de la chaîne alpine. Bull. Suisse Min. Pétro., t. 44, pp. 44.
- CLAVEL (M), 1963 - Contribution à l'étude métallogénique de la région d'Allemont (massif de Belledonne, Isère). Thèse Doctorat d'Etat.
- COLLET-DESCOTILS, 1806 - Observations chimiques sur le fer spathique (région Allevard-Vaulnaveys). Journal des Mines, t. 18, pp. 211-230.
- DAUBREE (A), 1849 - Observations sur l'origine des filons titanifères des Alpes. Annales des Mines, 4ème série, t. 16.
- DAUBREE (A), 1850 - Recherches sur l'origine des filons titanifères des Alpes. Bull. Soc. Géol. Fr., 2ème série t. 7.
- DEICHA (G), 1947 - Quelques observations sur les voies de minéralisation post-triasique en bordure SW du massif du Mont Blanc, et observation aux notes de MM PERRIN-ROUBAULT. C.R. Som. Soc. Géol. Fr., pp. 16 et 1948, pp. 230-232. Bull. Soc. Géol. Fr. 5ème série, t. 16, pp. 628-636.
- DEICHA (G), 1952 - Dispositif expérimental pour l'observation directe de la décriptation des inclusions liquides d'origine hydrothermale. Bull. Soc. Fr. Min., t. 75, pp. 237-245.
- DEN TEX (E), 1950 - Les roches basiques et ultrabasiques des lacs Robert et le Trias de Chamrousse. Leidse Geologische Mededelingen, t. 15, pp. 1 - 204.
- DONDEY (D), 1960 - Contribution à l'étude de la série cristallophyllienne et de la couverture sédimentaire de la chaîne de Belledonne méridionale. Trav. Lab. Géol. Grenoble, t. 36, pp. 285-368.
- FALLOT (P), 1944-47 - Tectonique hercynienne et tectonique alpine, et observations aux notes de MM PERRIN-ROUBAULT. Bull. Soc. Géol. Fr. 1944 - 5ème série, t. 14, pp. 99-102. C.R. Som. Soc. Géol. Fr. 1947 - pp. 16.
- GIDON (P), 1950 - L'âge des grès d'Allevard. C.R. Acad. Sc., t. 231, pp. 974.
- GIGNOUX (M) - MORET (L), 1952 - Géologie dauphinoise (Masson).
- GOGUEL (J), 1944 - La tectonique de fond dans la zone externe des Alpes. Bull. Soc. Géol. Fr., t. 14, pp. 209-212.
- GRILLET 1807 - Dictionnaire du Département du Mont-Blanc et du Léman. Chambéry - Putrod.
- GUEYMARD (E), 1831 - Sur la minéralogie, la géologie et la métallurgie du département de l'Isère. Grenoble Baratier - 219 p.
- GUEYMARD (E), 1839 - Analyse des minerais de fer d'Allevard, Annales des Mines (3) XV.
- GUETTARD, 1779 - Mémoire sur la minéralogie du Dauphiné. Paris.
- HALLISSY (T), 1923 - Barites in Ireland. Mémoires of the Geological Survey of Ireland mineral resources, pp. 54-61.
- HAUDOUR (J) et SARROT-REYNAULD (J), 1960 - Rapports du Westphalien supérieur et du Stéphanien dans les massifs cristallins externes des Alpes occidentales. C.R. du 5ème congrès pour l'avancement des études de stratigraphie et de géologie du Carbonifère. pp. 263-275.
- HOLLANDE (D), 1911 - Quelques remarques au sujet des minerais trouvés en Savoie. Bull. Soc. Hist. Nat. Savoie, t. 16, pp. 60-80.

- LAUNAY (L de), 1913 - Traité de métallogénie : les gîtes minéraux et métallifères. Paris.
- LELIVEC, 1805 - Mines de fer et forages du département du Mont-Blanc. Journal des Mines, t. 17, pp. 123-164. 1806 - Statistique du département du Mont-Blanc. Journal des Mines, t. 19-20, pp. 460
- LINDGREN (W), 1933 - Mineral deposits. Mc Graw-Hill Book Company Inc.
- LORY (Ch), 1874-75 - Sur les variations minéralogiques des schistes cristallins dans les Alpes occidentales. Bull. Soc. Géol. Fr. 3ème série, t. 3, pp. 794-797.
- LORY (Ch), 1880-81 - Sur les schistes cristallins des Alpes occidentales et sur le rôle des failles dans la structure géologique de cette région. Bull. Soc. Géol. Fr. 3ème série, t. 9, pp. 652-683.
- LORY (Ch), 1888 - Etude sur la constitution et la structure des massifs de schistes cristallins des Alpes occidentales. Mém. Int. Géol. Congress - London, 1891, pp. 86-103.
- LORY (P), 1892-93 - Etudes géologiques dans la chaîne de Belledonne. Note sur la bordure occidentale du massif d'Allevard. Trav. Lab. Géol. Grenoble, t. 2, fasc. I, 1892, pp. 1-42. Annales universitaires Grenoble, t. 5, 1893, pp. 155-196.
- LORY (P), 1925 - Sur la tectonique alpine de la chaîne de Belledonne au Sud d'Albertville. C.R. Som. Soc. Géol. Fr., n° 1, pp. 23-25.
- LUGEON (M), 1946 - A propos du prétendu métamorphisme du Trias autochtone alpin. Bull. Soc. Géol. Fr., 5ème série, t. 16, pp. 609-630.
- MICHEL (R) et BERTHET (P), 1958 - Les formations cristallophylliennes de la chaîne de Belledonne dans la vallée de la Romanche (Isère). C.R. Acad. Sc., t. 246, pp. 1888.
- MORET (L), 1925 - Enquête critique sur les ressources minérales de la province de Savoie, précédée d'une esquisse géologique. Trav. Lab. Géol. Grenoble, t. 14, fasc. 1, pp. 1-201.
- MORET (L), 1945 - Précisions sur la nature et l'âge des "chapeaux" houillers formant quelques sommets du massif de Belledonne. C.R. Som. Soc. Géol. Fr., Paris, t. 15, pp. 58 - 60.
- MORTILLET (G de), 1858 - Géologie et minéralogie de la Savoie. Annales de la Chambre royale d'agriculture et de commerce de Savoie.
- NICOLET (St E), 1931 - Les gisements filoniens de sidérose d'Allevard. Thèse, Genève, 46 p.
- PAQUIER (V), 1893-95 - Contribution à l'étude du Bajocien de la bordure occidentale de la chaîne de Belledonne, région comprise entre La Table (Savoie) et Uriage. Bull. Soc. Géol. Fr., t. 21, 1893. Trav. Lab. Géol. Grenoble, t. 2, 1894-1895.
- PELISSONNIER (H), 1962 - Classifications métallogéniques : problèmes et essais de synthèse. Chronique des Mines d'Outremer et de la Recherche minière n° 306 et 307.
- PELISSONNIER (H), 1962 - Un facteur de la concentration métallogénique : l'étranglement. C. R. Acad. Sc. t. 255, pp. 2792-4.
- PERRIN (R) et ROUBAULT (M), 1945 - Observations sur le métamorphisme du Trias dans les Alpes autochtones du lac de la Girotte. Bull. Soc. Géol. Fr., 5ème série, t. 15, pp. 171-200.
- POTY (B), 1966 - Inclusions solides et "Fil à plomb minéralogique" l'âge du filon de la Gardette (Isère). Sciences de la Terre, t. II, n° 1, pp. 41-53.
- REVIL (J), 1916 - Les richesses industrielles et minérales de la Savoie. Bull. Soc. Hist. Nat. Savoie, 2ème série, t. 18, pp. 132-162.

- RICOUR (J) - FEUGUEUR (L) - WAYSSE (Mine A), 1950 - Structure du synclinal mésozoïque séparant les deux rameaux du massif cristallin de Belledonne ; présence de filonnets d'anhydrite dans la masse même des gneiss de ce massif. C. R. Acad. Sc., t. 230, pp. 2309.
- SARROT-REYNAULD (J), 1956 - Les minerais métalliques et les sources minérales de la région de La Mure. Trav. Lab. Géol. Grenoble, t. 38, pp. 135-156.
- SARROT-REYNAULD (J), 1957 - Métallogénie et tectonique dans le Dôme de La Mure. C. R. Congrès sociétés savantes.
- SARROT-REYNAULD (J), 1961 - Etude géologique du dôme de La Mure. Trav. Lab. Géol. Grenoble.
- SARROT-REYNAULD (J), 1963 - Le volcanisme permo-carbonifère dans la zone des massifs cristallins externes des Alpes Françaises. C. R. 5ème congrès international de stratigraphie et de géologie du Carbonifère.
- SARROT-REYNAULD (J), 1964 - Accidents transverses et structure de la chaîne de Belledonne au Sud d'Allevard (Isère). C. R. Acad. Sc., t. 259, pp. 191-194.
- SAUSSURE (de), 1779-1796 - Voyages dans les Alpes. Neufchâtel, t. 3.
- TANE (J. L.), 1962 - Contribution à l'étude des laves spilitiques du massif du Pelvoux. Thèse Doctorat 3ème cycle, Grenoble.
- TERMIER (P), 1904 - Sur la composition chimique des assises cristallophylliennes de la chaîne de Belledonne. C. R. Acad. Sc., t. 138, pp. 646-647.
- TOBI (AC), 1958 - Sur les roches cristallophylliennes de la bordure ouest du massif de Belledonne. C. R. Acad. Sc., t. 247, pp. 104-106.
- TOBI (AC), 1958 - Le volcanisme occulte dans les grès d'Allevard (Permien) et dans le Houiller du massif de Belledonne. C. R. Acad. Sc., t. 246, pp. 3654-3656.
- VERNEILH (de), 1807 - Statistique générale de la France.
- VIRLET D'AOUST, 1843-44 - Sur les filons et le rôle qu'ils ont joué dans l'opération du métamorphisme (Savoie-Dauphiné). Bull. Soc. Géol. Fr., t. 2, pp. 775.
- YPMA (P.J.M.), 1963 - Rejuvenation of ore deposits as exemplified by the Belledonne metalliferous province. Leiden.

A RETOURNER LE :

B. U. SAVOIE LB

~~9 MARS 2011~~

3/01/12