

**COMMUNAUTÉ ÉCONOMIQUE  
EUROPÉENNE**  
C E E

**BUREAU DE RECHERCHES  
GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES**  
B R G M  
Service géologique national

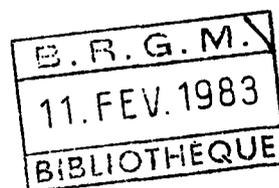
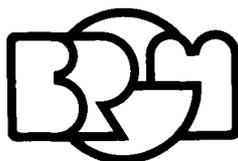
*Action de Recherche de Développement de la C.E.E.  
Contrat 007-79-7-MPPF*

**ETUDE DE LA MINE DE BRUSQUE (Pb, Zn)  
et  
PROSPECTION DE SES EXTENSIONS**

**Monts de l'Est de LACAUNE  
(Aveyron)**

par

J.M. LULIN



**Département gîtes minéraux**  
B.P. 6009 - 45060 Orléans Cedex - Tél.: (38) 63.80.01

Rapport du B.R.G.M.

**82 SGN 676 GMX**

Septembre 1982

## PREAMBULE

Dans le cadre de l'action de recherche et de développement de la CEE - projet : minéralisations polymétalliques Cu-Pb-Zn volcano-sédimentaires, Paléozoïque, France - nous avons entrepris en 1980 une étude de l'Est des Monts de Lacaune.

A l'issue de cette campagne de terrain de 1980 nous avons conclu - cf. rapport du 2e semestre 1980 - que les minéralisations polymétalliques, stratiformes ou pénécordantes, caractéristiques des milieux carbonatés constituaient l'objectif le plus important et le plus intéressant.

Les 2 principales anciennes mines du secteur - La Rabasse et Brusque - étant situées dans cet environnement carbonaté, il convenait d'étudier la mine de Brusque qui est, aujourd'hui, la seule à présenter un accès facile.

Les résultats de notre première étude sont consignés dans un rapport préliminaire (1980). Le mémoire de DEA de J.M. LULIN fait la synthèse des études géologiques et structurales, entreprises en 1980-1981, sur la mine de Brusque et sur son environnement.

J.P. MILESI

## SOMMAIRE

pages

PREAMBULE

RESUME

1 - INTRODUCTION .....	2
1.1 - SITUATION GEOGRAPHIQUE .....	2
1.2 - BUTS DU TRAVAIL .....	2
1.3 - CADRE .....	2
1.4 - APPROCHES DU SUJET .....	2
1.4.1 - SECTEUR GEOGRAPHIQUE .....	2
1.4.2 - METHODES DE TRAVAIL .....	3
1.4.3 - CONTACTS .....	3
2 - PRESENTATION GEOLOGIQUE DE L'UNITE DE BRUSQUE .....	5
2.1 - DONNEES PRINCIPALES .....	5
2.2 - SUR LA PHASE D'ECAILLAGE : ANATOMIE, SCHEMA DYNAMIQUE ..	6
3 - PLACE DES PRINCIPALES MINERALISATIONS DANS LEUR CADRE LITHOS- TRATIGRAPHIQUE ET STRUCTURAL .....	6
3.1 - L'ENSEMBLE CARBONATE DE BRUSQUE .....	6
3.1.1 - LITHOLOGIE .....	6
3.1.2 - ETUDE STRUCTURALE .....	7
3.1.3 - MINERALISATIONS .....	7
3.2 - LA SERIE ARGILO-CALCAIRE NOIRE .....	12
3.2.1 - LES SCHISTES NOIRS .....	12
3.2.2 - CALCAIRE NOIR .....	17
3.3 - LES VOLCANITES ET LES ALTERNANCES GRESO-CARBONATEES DU SAUVE-MOUSSE .....	21
3.3.1 - LITHOLOGIE-PETROLOGIE .....	21
3.3.2 - ETUDE STRUCTURALE .....	24
3.3.3 - MINERALISATIONS EN CONTEXTE VOLCANIQUE .....	24
3.3.4 - CONCLUSION .....	25
3.4 - FORMATION GRESOSCHISTEUSE D'AGE CAMBRIEN DU MERDELOU ...	25
3.4.1 - MINERALISATIONS .....	25
3.5 - SCHISTES VERTS A PARADOXIDES .....	25
4 - LA MINE DE BRUSQUE .....	28
4.1 - PRESENTATION .....	28
4.1.1 - SITUATIONS GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE .....	28
4.1.2 - DONNEES ECONOMIQUES .....	28
4.1.3 - HISTORIQUE ET SITUATION JURIDIQUE .....	28
4.2 - CADRE DE L'ETUDE .....	29
4.2.1 - BUTS .....	29
4.2.2 - METHODE DE TRAVAIL .....	29
4.2.3 - ETAT ACTUEL DES GALERIES .....	29
4.3 - CONTEXTE GEOLOGIQUE .....	30
4.3.1 - LES CARBONATES .....	30
4.3.2 - LES SHALES NOIRS .....	33

4.4 - LES MINERALISATIONS .....	34
4.4.1 - NATURE .....	34
4.4.2 - LOCALISATION ET TYPE D'AGENCEMENT DANS L'ENCAISSANT .....	38
4.4.3 - GEOMETRIE DU GITE ET DISTRIBUTION DES MINERALISATIONS .....	39
4.5 - SCHEMA DE MISE EN PLACE DES MINERALISATIONS .....	41
4.6 - CONCLUSION : ESQUISSE TYPOLOGIQUE .....	43
5 - CONCLUSIONS .....	44
5.1 - METALLOTECTES LITHOSTRATIGRAPHIQUES .....	44
5.2 - METALLOTECTES STRUCTURAUX .....	45
5.2.1 - SCHISTOSITE .....	45
5.2.2 - TECTONIQUE D'ECAILLAGE .....	45
5.2.3 - LA TECTONIQUE CASSANTE TARDI-HERCYNIENNE .....	46
5.2.4 - BILAN SUR LES CONTEXTES STRUCTURAUX .....	46
6 - INTERET MINIER ET GUIDES DE RECHERCHE .....	47
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	50
ANNEXE n° 1 : Sur la phase d'écaillage : anomalie, schéma dynamique	
ANNEXE n° 2 : Les dolomies massives dans les carbonates de Brusque	

## LISTE DES FIGURES

- Fig. 1 : Minéralisations du sommet des carbonates  $K_{2a}$  : Calcaire avec minéralisation Pb, Zn disséminée et sur stries tectoniques
- Fig. 2 : Shales noirs  $K_{2b_1}$  de l'Ardosière de Recs de Frouns
- Fig. 3 : Pyrite stratiforme reprise dans la Sf (Ardosière de Sials)
- Fig. 4 : Ardoisière de Sials : schéma synthétique
- Fig. 5 : Coupe sur la route de Brusque à Arnac près de la Bouffie
- Fig. 6 : Calcite minéralisée dans les entonnoirs de dissolution
- Fig. 7 : Cusses : filonnet minéralisé
- Fig. 8 : Détail du contact shales noirs ( $K_{2b_1}$ ) - Calcaire ( $K_{2a}$ ) (Sanctus, R.D.)
- Fig. 9 : Vallée du Sanctus : dolomitisation
- Fig. 10 : Mine de Brusque (galeries) : pli de semelle d'écaillage avec glissement dextre dans le calcaire près du contact avec les shales : plan axial du pli subparallèle au plan de chevauchement.
- Fig. 11 : Mine de Brusque (galeries) : système de plis agençant la minéralisation observée au toit de la mine.
- Fig. 12 : Mine de Brusque (Zn - Pb) : schéma synthétique des observations
- Fig. 13 : Détail relevé dans la mine de Brusque
- Fig. 14 : Mine de Brusque : minerai bréchique
- Fig. 15 : La mine de Brusque dans son environnement - 1/10.000.
- Fig. 16 : Stries des carbonates de Brusque ( $K_{2a}$ ). Flanc inverse du synclinorium de Brusque - Projection Wulf V.
- Fig. 17 : Stries des carbonates ( $K_{1-2}$ ) et linéations d'étirement des éléments des agglomérats d'Ensèges (Mt Sauve - Mousse). Flanc inverse du synclinal de Brusque. Projection Wulf V.
- Fig. 18 : Ecaillage du synclinorium de Brusque : schéma dynamique.

## RESUME

La mine de Brusque a fait l'objet, au début du siècle, d'une modeste exploitation de 1 200 t de Zn métal produit à partir d'un minerai à 7 % de blende (+ galène).

Le corps minéralisé est une "lentille" allongée selon une direction N60. Il est formé par la juxtaposition d'"oeufs" minéralisés, qui ont été agencés par des ondulations affectant les calcaires cambriens inférieurs (K<sub>2a</sub>). Ces calcaires reposent anormalement sur des shales noirs (K<sub>2b</sub><sub>1</sub>) stratigraphiquement postérieurs ; les ondulations (en boîte à oeufs) n'apparaissent dans les calcaires qu'à proximité de ce contact anormal chevauchant. Les caractéristiques du corps minéralisé sont les suivantes : le pendage moyen est de 30° vers le NW, la puissance varie de 1 à 4 m, la surface couverte par le réseau de galeries (orientées N60°) est de 1,05 ha environ.

Le gîte de Brusque paraît dépendre des principaux contrôles suivants :

### 1 - Contrôles lithostratigraphiques

a - la partie sommitale des calcaires du Cambrien inférieur (K<sub>2a</sub>) présente une faible minéralisation stratiforme ou pénéconcordante, de Pb-Zn (fluorine), et d'extension kilométrique ; elle relaye, au niveau de Brusque, une minéralisation en barytine, d'extension également kilométrique, connue au NE jusqu'à la terminaison du synclinal de Brusque.

b - le gîte de Brusque (Zn >> Pb > Cu) résulterait d'une concentration ponctuelle de cette minéralisation "régionale" Pb,Zn, (fluorine), le rapport blende/galène s'élevant rapidement au niveau de la mine. Il pourrait s'apparenter à un run d'allongement N60.

### 2 - Contrôle structural

La tectonique d'écaillage, tardi- à post-schisteuse serait responsable de la concentration et de l'agencement du minerai.

La juxtaposition d'oeufs minéralisés (cf. ci-dessus) serait le résultat d'une transposition du run pénéconcordant.

Enfin, nous retiendrons :

- 1 - qu'à partir d'une minéralisation stratiforme ou pénéconcordante de faible importance les concentrations ultérieures n'ont pas produit un gîte économiquement intéressant,
- 2 - que la possibilité de découvrir des extensions à ce gîte de Brusque nous paraît faible.

## 1 - INTRODUCTION

### 1.1 - SITUATION GEOGRAPHIQUE

Placée à l'extrémité méridionale du Massif Central français, la région de Brusque (Aveyron) se situe dans les Monts de l'Est de Lacaune sur le versant nord de la Montagne Noire.

### 1.2 - BUTS DU TRAVAIL

Défini par G. POUIT en juin 1980, le sujet de notre étude consiste en la recherche des contrôles lithostratigraphiques et (ou) structuraux des minéralisations en Zn-Pb dans l'environnement de la mine de Brusque.

### 1.3 - CADRE

Entrepris dans le cadre de l'action CEE "Paléozoïque Pyrénées-Montagne Noire", nos travaux sur les minéralisations ont été réalisés en tant que stagiaire au Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) :

- du 28 juillet au 29 août 1980, au Département géologie sous la direction de MM. DONNOT et G. POUIT (Département des gîtes minéraux) et encadré sur le terrain par J.P. MILESI,

- du 27 avril au 2 juin 1981, au Département gîtes minéraux sous la direction de MM. POUIT et MILESI.

Un précédent stage de cartographie et d'analyse structurale avait été effectué en août 79 avec B. GUERANGE sous la direction de C. CAVELIER au Département géologie sur les formations volcano-sédimentaires du Mont Sauve-Mousse (Est de Brusque).

S'intégrant aux annexes du rapport CEE, cette étude constituera également mon Mémoire de DEA présenté, sous la direction de P. ROUTHIER et F. BOYER, au Laboratoire de géologie appliquée de l'Université Pierre et Marie Curie (PARIS VI).

Au cours de l'année 80-81, J.P. MILESI, m'a initié par la totalité de son enseignement aux démarches gîtologiques de terrain : qu'il en soit ici chaleureusement remercié.

### 1.4 - APPROCHES DU SUJET

#### 1.4.1 - SECTEUR GEOGRAPHIQUE

La région cartographiée au 1/10 000 fait partie de la feuille CAMARES 5-6 (1/25 000) ; elle couvre une surface approximative de 6 km<sup>2</sup>, allongée NE-SW, autour du village de Brusque.

A titre de complément, l'Est du Sauve Mousse cartographié en 1979 s'ajoute à notre carte. Un raccord géologique de ces deux zones a été effectué à l'aide des contours de M. DONNOT (CAMARES 1/25 000) entre Brox et la Regagnerie.

Au cours de nos recherches, des points d'observation ont pu être pris en dehors des secteurs énoncés ci-dessus.

#### 1.4.2 - METHODES DE TRAVAIL

Dans le temps imparti à la mission 80 (1 mois), plusieurs démarches complémentaires ont été entreprises :

- visites d'indices connus,
- recherches d'indices minéralisés,
- coupes et cartographie détaillée (1/10 000)
- exploration de la mine de Brusque.

Plusieurs points d'intérêt ont été dégagés, principalement dans l'environnement carbonaté de la mine de Brusque, concernant :

- les minéralisations en plomb et en zinc,
- les structures tectoniques.

La mission 81 (5 semaines) avait pour but de préciser les nouvelles données en procédant :

- au relevé géologique, structural et gîtologique de la mine,
- à l'extension vers le SW de la cartographie et de la prospection des carbonates de Brusque.

L'analyse des travaux de terrain constitue seule la base de ce rapport.

#### 1.4.3 - CONTACTS

Au cours de la mission 80, des visites de terrain ont été effectuées avec :

- F. BOYER, du Laboratoire de géologie appliquée de l'Université Pierre et Marie Curie (PARIS VI) qui nous a remis des documents sur la région,

- B. MOYROUD et B. PASSAQUI, de la Division minière du SW qui nous ont fait visiter plusieurs indices,

- J.P. PRIAN, du Département géologie, auteur d'une thèse sur les phosphorites du secteur nord Merdelou.

Nos résultats ont été mis au point en cours d'année sous la direction de MM. POUIT et MILESI puis transmis à MM. MICHARD, AUBAGUE, MOYROUD de la Division SW, à M. BOYER, à MM. CAVELIER, DONNOT et GUERANGE du Département géologie.

Durant la mission 81, le contact s'est poursuivi avec MM. MICHARD, MOYROUD et PASSAQUI que nous avons informés de nos travaux.

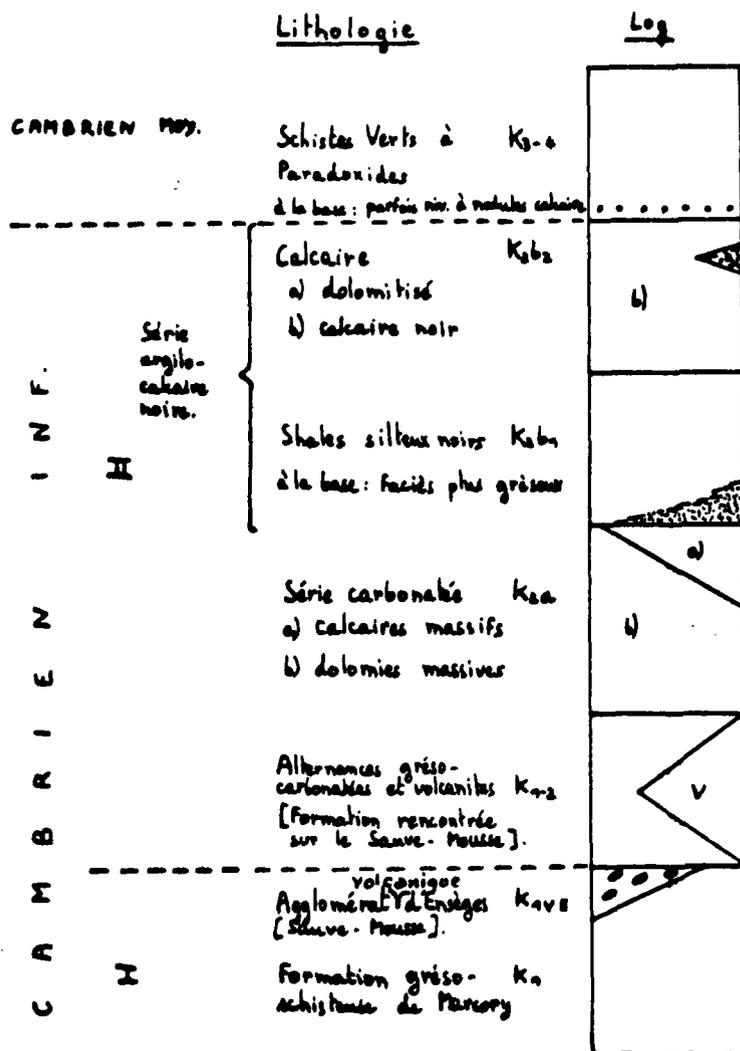
## 2 - PRESENTATION GEOLOGIQUE DE L'UNITE DE BRUSQUE

### 2.1 - DONNEES PRINCIPALES

Les données récentes sur le synclinorium de Brusque sont issues des levés minutieux de la carte géologique 1/50 000 CAMARES (à paraître) réalisée par M. DONNOT ; les implications lithostratigraphiques et structurales en ont été dégagées par MM. DONNOT et GUERANGE (1978) : ces travaux serviront de référence.

Nous en rappellerons ci-dessous les éléments essentiels permettant de situer dans leur contexte géologique les résultats qui suivront.

Situé sur le versant septentrional de la Montagne Noire, au Sud du Bassin permien de Camarès-St-Affrique, le secteur étudié fait partie des Monts de l'Est de Lacaune, divisés en six unités structurales. L'unité du synclinorium de Brusque, considérée comme la structure clef de leur compréhension géologique, est limitée par des contacts anormaux à pendages NW et comprend des formations du Paléozoïque inférieur.



Les formations rencontrées se subdivisent principalement en :

Trois phases tectoniques d'âge hercynien ont été décrites :

- Phase 1 : formation de plis d'ordre cartographique, d'amplitude kilométrique à plurikilométrique, orientés N70, initialement déversés vers le SE. Le synclorium de Brusque est donc constitué d'un flanc inverse au Nord et normal au Sud. Son axe, plonge vers le SW où disparaissent les séries.
- Phase 2 : schistosité régionale orientée N90 à pendage N45 avec plis associés, au maximum d'ordre hectométrique, déversés vers le Sud.
- Phase 3 : tectonique d'écaillage à déversement vers le SE (qui au niveau du flanc inverse du synclinal de Brusque a entraîné la formation d'un contact chevauchant du calcaire  $k_{2a}$  sur les shales noirs  $k_{2b_1}$ ).

Des mouvements cassants tardihercyniens se marquent dans la région de Brusque par des failles d'ordre kilométrique, légèrement décrochantes et recoupant toutes les structures antérieures, d'orientation N.NE-S.SW et N.NW-S.SE de direction de raccourcissement(Z) NW-SE. La microfacturation de directions similaires, semble liée à ces événements.

## 2.2 - SUR LA PHASE D'ECAILLAGE : ANATOMIE, SCHEMA DYNAMIQUE

Afin de ne pas augmenter l'exposé, cette partie comportant un long développement a été intégrée aux annexes (annexe n° 1).

## 3 - PLACE DES PRINCIPALES MINERALISATIONS DANS LEUR CADRE LITHOSTRATIGRAPHIQUE ET STRUCTURAL

Les différentes minéralisations ont été regroupées par formation géologique, et introduites par ordre d'importance, après présentation de leur cadre lithostratigraphique et structural.

### 3.1 - L'ENSEMBLE CARBONATE DE BRUSQUE

#### 3.1.1 - LITHOLOGIE

L'ensemble carbonaté massif ( $K_{2a}$ ) dont la puissance varie de 300 à 400 m, est constitué de calcaires et de dolomies (planche n° 1 hors texte).

Les dolomies massives sont dominantes à l'Est du Dourdou (voir annexe n° 2).

Le passage aux calcaires vers l'Ouest se fait par indentations. Ils sont de couleur bleu clair à foncé et contiennent par endroit de minces filets gréseux. Parfois recristallisés "cipolinisés", silicifiés, les calcaires ont alors un débit esquilleux.

Dans la masse calcaire, par place, des zones de dolomie "en bouffée" sont associées à des cargneules, et à des brèches de calcaire à ciment de calcite spathique blanche ou brune.

### 3.1.2 - ETUDE STRUCTURALE

Les déformations liées à la phase 1 donnent, dans les deux flancs du synclorium, des directions et pendages de couche assez constantes de l'ordre de 60 N 40.

La schistosité, postérieure, est très difficilement identifiable.

L'essentiel des autres structures tectoniques (stries, plissement N70 et N-S associés), visibles dans le flanc inverse, particulièrement dans la mine de Brusque, peuvent être rapportées à la phase 3 d'écaillage.

La fracturation de direction principale N140, subverticale, semble attribuable aux effets de la décompression tardi hercynienne. Des failles normales N-S et E-W, à jeu légèrement décrochant, recoupent l'ensemble des structures antérieures.

### 3.1.3 - MINERALISATIONS

Nous avons distingué plusieurs types d'indices qui sont situés sur la carte de localisation (planche n° 1 hors texte).

#### 3.1.3.1 - Aperçu sur la mine de Brusque

Ce gîte, dont l'étude sera exposée au chapitre 4, est un corps hectométrique, sulfuré à Zn dominant le Pb ; le minerai se présente sous la forme de chapelets massifs d'ordre métrique.

La mine est placée dans le flanc inverse chevauchant du synclorium, au toit du calcaire  $k_2a$  au contact des shales noirs  $k_2b_1$ . La minéralisation se dispose principalement au niveau des structures plissées nées au cours de la phase d'écaillage.

Cependant, certaines relations avec les minéralisations environnantes en Pb Zn disséminé peuvent être soupçonnées.

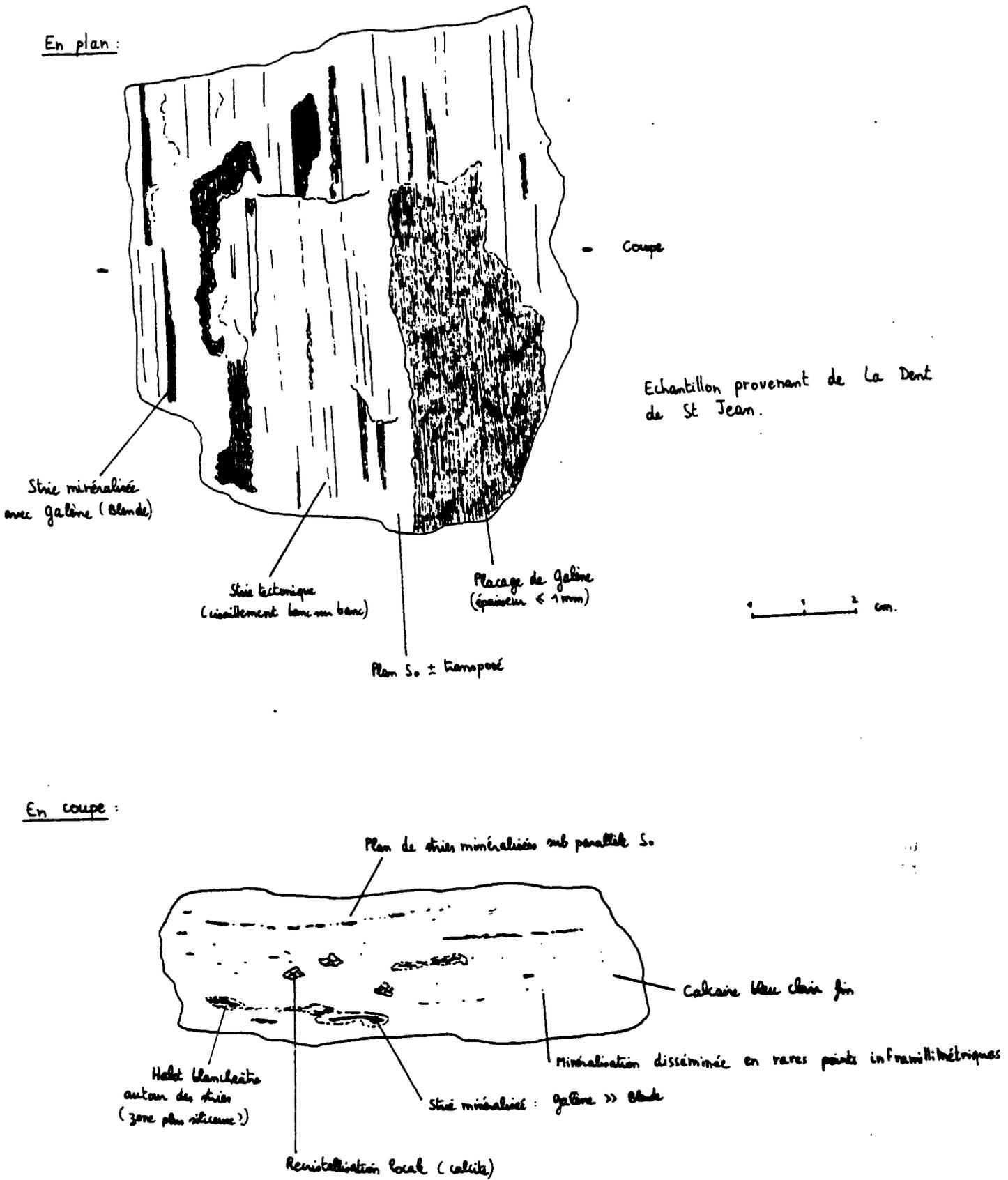
#### 3.1.3.2 - Disséminé en Pb et Zn du sommet de la masse carbonatée ( $K_2a$ )

Une zone minéralisée en Pb (Zn) disséminés, importante quant à son extension, a été reconnue au cours des deux campagnes de terrain(1) (Cf. carte géologique 1/10 000).

(1) Les premiers indices ont été mis en évidence à l'Est de Brusque par B. PASSAQUI (BRGM, division Sud-Ouest) suite à une campagne de géochimie semi-tactique.

MINERALISATIONS DU SOMMET DES CARBONATES K<sub>2</sub>a

Fig. 1 : Calcaire avec minéralisation Pb Zn disséminée et sur stries tectoniques.



Il s'agit d'une bande située dans le flanc inverse du synclinorium se plaçant vers le sommet de la masse carbonatée sur une épaisseur de 20 à 80 m environ et passant localement des dolomies aux calcaires. Une succession d'indices permet d'individualiser ce niveau, situé à une distance de 20 à 40 m de contact calcaires/shales ; il a été suivi du point 701 à l'E.NE de Brusque jusqu'au point 759 du SW de la Dent de St-Jean, soit sur plus de 2,250 km.

Cette bande comprend verticalement des passages stériles décimétriques à plurimétriques, alternant avec des zones de minéralisations en trace (oxydés) passant à des sulfures (galène, blende). Ces derniers paraissent se suivre latéralement.

D'autres indices du même type, apparemment plus isolés, ont été identifiés vers le SW (Cribas est et point 515) jusqu'à Bréoune.

La minéralisation en Pb (galène) se présente :

- disséminée dans le calcaire en très petites mouches infra-millimétriques (Brox maison forestière, Dent de St-Jean),

- sous forme de fines lentilles stratoïdes parfois contenant des cristaux recristallisés millimétriques,

- disposée en minces bandes d'épaisseur inframillimétrique à millimétrique, parallèle aux stries tectoniques portées par la stratification So (Brox maison forestière, St-Thomas, Château de Brusque, Dent de St-Jean, Sanctus Rive Droite, Cribas est, etc.). (fig. 1).

Plusieurs échantillons montrent l'association spatiale de ces 3 formes : les stries minéralisées y apparaissent comme postérieures. Cet agencement peut résulter de la remobilisation locale des sulfures disséminés et en lentilles : cette remobilisation ne peut être que contemporaine de l'événement tectonique générant les stries.

Une silice, très fine, en gouttelettes, paraît accompagner la galène disséminée et celle disposée selon les stries, comme le révèle l'examen par E. OUDIN (BRGM) de sections polies(2).

Associé à la galène, le Zn (blende) apparaît, au niveau d'indices ponctuels, dans les mêmes habitus : en disséminé punctiforme, en lentilles, et sur stries tectoniques (point 719 de la Dent de St-Jean, Haldes de la mine de Brusque, etc.).

Découverte de fluorine. Un point situé à 150 m environ au S.SE du transformateur de Cribas présente de la fluorine associée à de la blende très finement disséminée et à de la galène. Ces minéralisations sont reprises sur les stries tectoniques. La fluorine blanchâtre à violette se dispose en lentilles ovoïdes centimétriques, semblant stratiforme dans les interlits du calcaire gris-noir.

(2) In rapport MILESI (1980).

### 3.1.3.3 - Calcaire à minéralisations en Cu et Pb associées aux silicifications, calcitisation et dolomitisations

. Ce type de minéralisation en Cu et Pb a été reconnu au Sud et à l'Est du village de CRIBAS et porte sur l'identification (en mai 1981) d'une quinzaine de points minéralisés répartis sur une surface d'environ 0,5 km<sup>2</sup> (cf. carte géologique 1/10 000 - planche n° 1).

Ces indices sont situés dans des calcaires (et dans des dolomies) contenant plusieurs générations complexes de cristallisation.

. A partir d'une coupe effectuée(4) sur la route CRIBAS-PRESSOUYRE nous pouvons observer une succession de faciès que nous résumerons ci-dessous :

- calcaire recristallisé bleu clair à foncé, à fin litage (tectonique ?),
- stockwerk calcitique (calcite blanche et rose), par place très intense, donnant au calcaire un aspect bréchique,
- calcite très brune (ankérite ?),
- dolomie (D1) à patine rouille, en bouffées décamétriques, pénétrant dans le calcaire par remplacement (?). Au front dolomie/calcaire on distingue nettement la dolomie en indentation pénétrant le calcaire,
- dolomie (D2) beige clair en fins lacis stratoïdes, intradolomitique D1,
- calcite spathique blanche, beige ou brune,
- fin lacis d'ankérite (= dolomie brune D3),
- quartz automorphe, saccharoïde, en peigne se logeant en géodes finales et présentant parfois un net aspect de "quartz haché".

Dans cette coupe s'intercalent :

- une rhyolite très altérée (identifiée par J.P. MILESI), postérieure au stockwerk calcitique et antérieure à la dolomie D3,
- des zones calcaires ou dolomitiques karstifiées, plurimétriques, et remplies d'un sédiment pélitique fin, verdâtre, stratifié. Aucun critère franc n'a pu être observé permettant de situer la calcite spathique et le quartz final vis-à-vis de ce karst.

---

(4) MM. MICHARD, MOYROUD et PASSAQUI, puis J.P. MILESI, ont revu cette coupe et visité certains indices en notre compagnie.

. La minéralisation est constituée de :

- bournonite (cuivre gris), associée aux calcites spathiques liées géométriquement aux bouffées de dolomie D1.

- chalcoppyrite (une occurrence) se plaçant dans une calcite blanche spathique recoupant le calcaire.

- malachite, azurite, oxydés de Pb situés, par place, dans les fractures du calcaire, les calcites spathiques, la dolomie 1 et le quartz automorphe en géode ou haché.

Dans ce secteur, l'extension en profondeur des minéralisations peut être faible compte tenu de leur situation sur le flanc inverse du synclinorium près du contact des schistes noirs  $k_2b_1$ .

### Interprétation

- Nous pouvons supposer une relation des minéralisations décrites ci-dessus avec la couverture du Permo-Trias par analogie aux indices étudiés en 1980 et notamment à un type de "filons" à éponte peu franche de barytine avec quartz saccharoïde ou géodique, cuivre gris et bournonite.

- La présence d'un karst avec des dépôts "filtrés" dans ce contexte indique selon A. MICHARD l'influence d'une paléosurface d'émersion (permo-triasique ?) ; ce karst pourrait également être plus récent.

- Quelques indices connus régionalement permettent de nous éclairer sur la signification de ceux de Cribas.

$\alpha$  - Indices du Peuch de Roste(5) 961.5.4008

Situation : unité de Peux, base de l'Autunien gris.

Type : les minéralisations accompagnent un laci filonien de quartz saccharoïde traversant les brèches autuniennes polygéniques silicifiées et les brèches dolomitiques également silicifiées ; silicification et brèches dolomitiques paraissent être contrôlées par une zone d'accidents N140-150.

Minéraux : cuivre gris, barytine, blende, galène, boulangerite.

$\beta$  - L'indice de la Bouffie 3((5) et description § 3.2.2.3.1) : une passée dolomitique du calcaire noir  $k_2b_2$  présente des géodes de calcite spathiques à chalcoppyrite et malachite. Des mesures d'inclusions fluides réalisées par M. JEBRAK (BRGM) indiquent des températures comprises entre 90° et 130° C.

---

(5) In Rapport MILESI avec réf. J.P. PRIAN (1980).

(5) Référence : rapport MILESI (1980).

Les indices de Cribas présentant (pro parte) des caractères rappelant La Bouffie 3 et le Peuch de Roste, nous considérons qu'ils résultent de la superposition de ces deux types de minéralisations.

#### 3.1.3.4 - Barytine des dolomies de l'Est de Brusque

La barytine se place dans les dolomies cambriennes ( $k_2a$ ) au Sud du Sauve Mousse (cf. planche 1). Cette minéralisation se présente :

- en poches centimétriques à pluridécimétriques dans une dolomie massive parfois sableuse (La Regagnerie, Pierrefiche),
- en remplissage de fractures tardives,
- en rares lits centimétriques paraissant subparallèles à sécants à la stratification  $So$ .

L'action de la paléosurface triasique dans la genèse de la Barytine a bien été démontrée au NE de cette zone (col de la Moutoune) par J.M. ROUCHY (1973).

Néanmoins, une barytine stratiforme associée spécifiquement aux dolomies pourrait également exister. Notons encore que l'on perd toute trace de barytine vers le SW dans le domaine calcaire à Pb-Zn.

### 3.2 - LA SERIE ARGILO-CALCAIRE NOIRE ( $k_2b-c$ )

L'épaisseur approximative de cette séquence positive est de l'ordre de 250 à 450 m.

#### 3.2.1 - LES SCHISTES NOIRS ( $k_2b_1$ )

##### 3.2.1.1 - Lithologie

Ce sont des shales silteux noirs comportant, par place, des lits grésocalcaireux et (ou) pyriteux. La base de la formation contient quelques bancs de grès bruns micacés, plus discrets sur le flanc NW, qui peuvent être oblitérés par des chevauchements internes de calcaires massifs (M. DONNOT et G. GUERANGE, 1978).

Des minces horizons riches en nodules phosphatés à Acritarches cambriens ont été signalés par différents auteurs (C. FOURNIER-VINAS et M. DONNOT, 1977).

##### 3.2.1.2 - Etude structurale

A l'échelle de l'affleurement, les structures prédominantes résultent de la schistosité  $90N 45$  en moyenne, qui donne le débit principal de la roche. Les plis synschisteux (plans axiaux) de la schistosité, avec nets repères des stratifications  $So$ , sont d'amplitude décimétrique à plurimétrique.

Des lentilles ("filons") quartzo-calcitiques, d'épaisseur décimétrique à pluridécimétrique, parfois boudinées dans les plans de schistosité, semblent liées à cette phase.

Des zones de plis disharmoniques replissant la schistosité, se rencontrent dans le flanc inverse du synclinorium, à proximité du contact chevauchant des calcaires.

Les manifestations de la tectonique d'écaillage semblent en apparence plus discrètes que dans les carbonates, mais une relation de continuité avec la schistosité pourrait être envisagée (communication orale B. GUERANGE).

### 3.2.1.3 - Minéralisation

Nous citerons les principaux indices étudiés dans le flanc normal et inverse du synclinorium (voir planche n° 1 hors texte).

#### 3.2.1.3.1 - L'Ardoisière de Recs de Frouns (8) 5.4016

Cadre géologique : affleurant à l'Est de Cribas, ces shales noirs ( $k_2b_1$ ) sont situés dans la terminaison d'un synforme constituant un repli du synclinorium de Brusque.

Lithologie : ce sont des shales pyriteux à alternance pélitogréseuse centimétrique. Les lits gréseux d'épaisseur millimétrique sont de couleur brun clair. La stratification  $S_0$  est clairement soulignée par cette alternance ainsi que par les lits pyriteux millimétriques fréquents (fig. 2).

Structure : la schistosité de direction constante constitue le débit dominant de la roche. Des plis synschisteux déforment la stratification  $S_0$ . Des "filons" lenticulaires, boudinés par place, de calcite et de quartz laiteux, d'épaisseur centimétrique à décimétrique, sont de direction subparallèle à la schistosité ainsi qu'au plan axial de plis synschisteux.

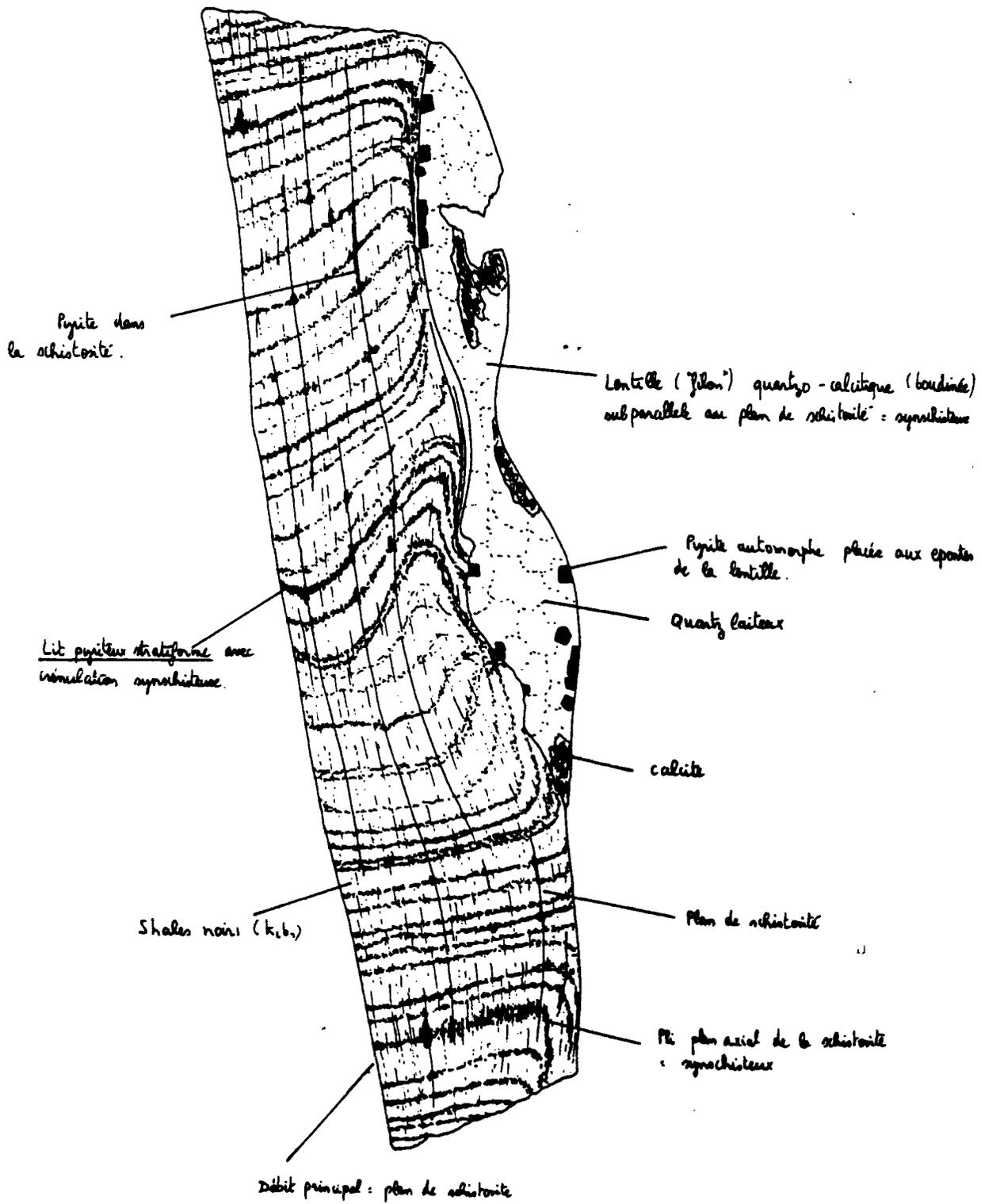
#### Minéralogie :

##### a - Pyrite :

- elle peut être disséminée sous forme de cubes automorphes (< 5 mm) et agencée en lits millimétriques alternants mm à cm,
- légèrement recristallisée, située à l'intersection des plans de stratification ( $S_0$ ) et de schistosité ( $S_f$ ), et crénelée,

(8) Indice mis en évidence le 2-5-81, visité par B. MOYROUD, B. PASSAQUI, puis J.P. MILESI

Fig. 2 : SHALES NOIRS (K<sub>2</sub>b<sub>1</sub>) DE L'ARDOISIERE DE RECS DE FROUNS



- en amandes cryptocristallines centimétriques à décimétriques, étirées dans la schistosité mais paraissant reliées aux lits stratiformes,
- massive ou en cubes, situés en bordure des "filons" quartzo calcitiques synschisteux.

b - galène : elle est disséminée ou en rares lits continus d'épaisseur millimétrique associée, dans les lentilles calcitiques, à la pyrite et à des lits millimétriques de shales.

c - blende : elle est rare, en mouches millimétriques et associée à la calcite.

d - le cuivre gris est accessoire.

En dehors des "filons", la blende et la galène n'ont pas été retrouvés.

#### Conclusions :

Nous observons donc la reprise dans la schistosité (Sf), en crénelation, d'une minéralisation pyriteuse stratiforme. Une filiation paraît exister entre la minéralisation stratiforme à pyrite et les concentrations en amande. Une relation entre "les filons minéralisés" et cette minéralisation pyriteuse stratiforme n'est pas à exclure.

#### 3.2.1.3.2 - L'Ardoisière de Sials

S. 4017

Signalé dans le rapport RABINOVITCH (1968) que nous a transmis F. BOYER, l'indice a été étudié en août 1980 avec J.P. MILESI (cf. rapport MILESI 1980).

La disposition générale est pratiquement identique au précédent indice. La pyrite, en lits millimétriques à centimétriques, est légèrement reprise par la schistosité (fig. 3). Une minéralisation en pyrite massive avec blende fine, galène, chalcopryrite, cuivre gris est associée aux "filons" de calcite et de quartz laiteux.

Ces "filons" stratoïdes se placent dans les plans de schistosité, en charnière et dans les flancs de plis synchisteux dont certains flancs paraissent claqués (formations d'amygdales). Localement, la minéralisation en "filons" atteint une épaisseur décimétrique (fig. 4).

#### 3.2.1.3.3 - La Jasse de Crouzet

S. 4018

Ce sont d'anciens travaux, dont il reste une tranchée d'environ 7 x 25 m, contenant des oxydés de Zn (et de Pb) dans et à proximité de boudins centimétriques de quartz. Les shales sont denses mais on ne distingue pas à l'oeil nu de minéralisations sulfurées.

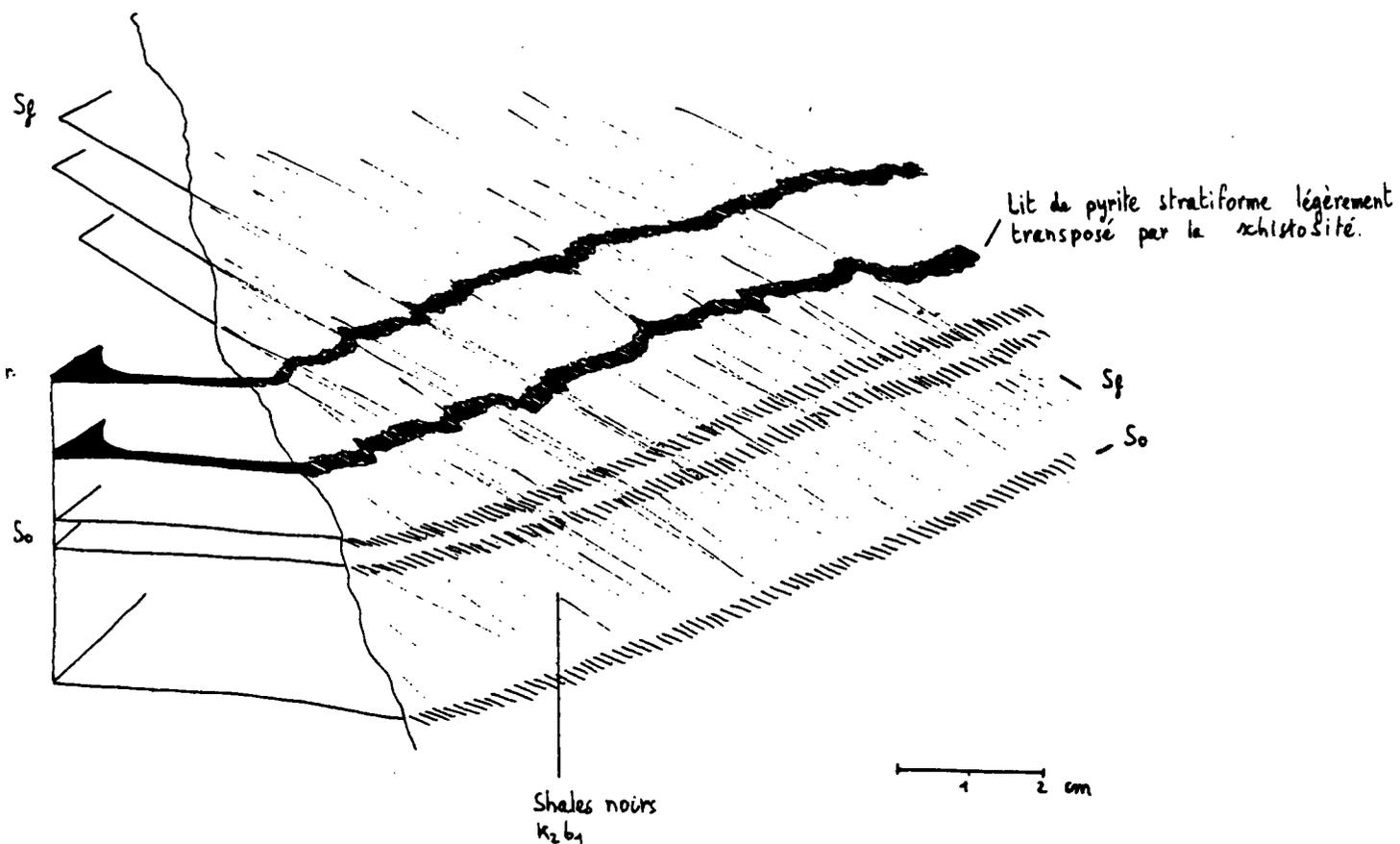


Fig. 3 : Pyrite stratiforme reprise dans la Sf (Ardoisière de Sials)

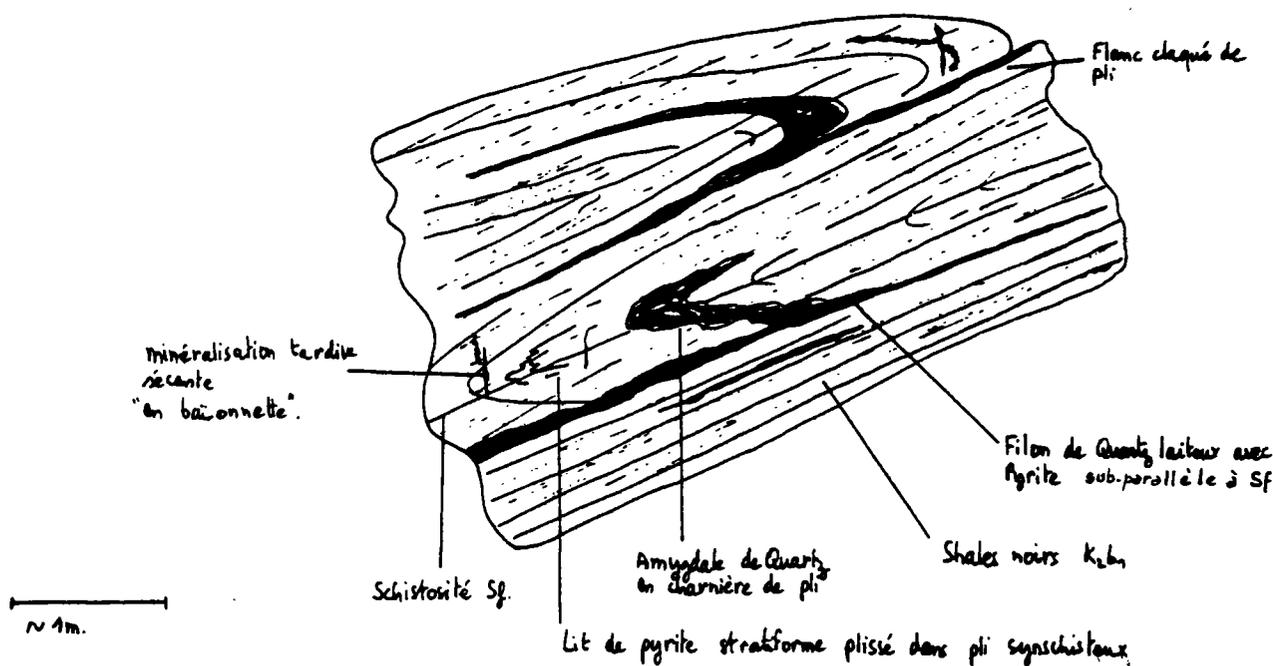


Fig. 4 : Ardoisière de Sials : schéma synthétique

#### 3.2.1.3.4 - La Bouffie 1 et 2 (occurrences de CAMBIAS)

A la base des shales, un indice (la Bouffie 1) est signalé par RABINOVITCH (1968) : un échantillon analysé fournit une teneur de 1,8 % en Zn et présente des traces de Pb. Aucune minéralisation n'est visible à l'oeil nu. Les shales sont gréseuses et comportent des lits et taches millimétriques d'oxydes de fer.

Au toit de la formation, un autre indice (la Bouffie 2) présente à l'affleurement une forte imprégnation ferrugineuse avec pyrite accompagnée d'oxydes de Zn. La pyrite est disséminée en très petits points et paraît disposée en lits.

#### 3.2.1.4 - Remarques

D'autres lieux d'observation (Saussière, Est de Sials, Pressouyre) montrent, que d'une façon générale, les "filons" de quartz stériles se placent dans un faciès shaleux non pyriteux ; la pyrite des "filons" paraît donc empruntée aux shales pyriteux environnants.

Les amandes pyriteuses dépourvues de quartz peuvent être des reconcentrations de pyrite stratiforme dans la schistosité, mais hors du "champ" des filons quartzeux.

#### 3.2.1.5 - Conclusions

Deux types de minéralisation sont donc présents dans ces shales cambriennes :

- 1 - une minéralisation stratiforme pyriteuse stérile,
- 2 - des "filons" stratoïdes quartzeux décimétriques et pauvres en sulfures de Pb, Zn (Cu) souvent contrôlés par des plans de glissement synschisteux.

#### 3.2.2 - CALCAIRE NOIR ( $k_2b_2$ ) - voir planche 1 hors texte

##### 3.2.2.1 - Lithologie

Ce sont des calcaires gris-bleu foncés en bancs décimétriques à interlits calcschisteux noirs.

Ils ont livré quelques Archeocyathes, étudiés par F. DEBRENNE, dans la carrière ouverte entre Cambias et la Bouffie.

##### 3.2.2.2 - Etude structurale

Le débit principal est conforme aux plans de stratification So. La schistosité apparaît associée à des plis décimétriques à métriques dans des zones à bancs calcaires centimétriques et à lits calcschisteux alternants.

Des plis disharmoniques, d'amplitude métrique, s'observent dans le flanc inverse du synclinorium (Pont de Brusque, Sud de la Dent de St-Jean).

Des plis en chevrons et des kink-bands traduisent localement des mouvements tardifs de grande amplitude, d'axes N40° ou N130° qui gauchissent le synclinorium et sa surface de chevauchement basale à hauteur de Brusque (M. DONNET et B. GUERANGE - 1978).

### 3.2.2.3 - Minéralisations

Nous dégagerons les caractères des minéralisations après la présentation ci-dessous de quelques indices localisés sur la planche n° 1 hors texte.

#### 3.2.2.3.1 - Indices de la Bouffie : 2, 3, 4, 5 et 6 (fig. 5) 5.40-19

. A la base des calcaires  $k_2b_2$ , près du contact des shales  $k_2b_1$  un calcaire dense contient des sulfures et des oxydés de Pb et de Zn. Sur le premier mètre de calcaire, la blende (très claire) est dominante sur la galène (LaB.2)(9).

. Deux autres indices (la Bouffie 4 et 5), signalés par RABINOVITCH, presque à la base du calcaire, contiennent une faible minéralisation en galène.

. Dans la carrière près de Cambias (la Bouffie 6)(9), le calcaire à joints shaleux contient de la pyrite en enduits et parfois en lits stratiformes d'épaisseur centimétrique. Une amande de galène et de rares oxydés de Zn ont été décelés. Près d'une ancienne fouille, un échantillon de galène massive aurait été trouvé par le fermier de Cambias.

. Une zone de calcaire dolomitisé renferme des entonnoirs de dissolution d'ordre métrique remplis de calcite, contenant de la chalcopryrite, pyrite, malachite, azurite ainsi que de rares oxydés de Zn (la Bouffie 3).

Seule la zone dolomitisée paraît affectée par la dissolution (puis par un remplissage calcitique complexe). La masse calcitique emballe des fragments anguleux de dolomie.

Les sulfures se placent (fig. 6)

- sur les plans de cristallisation, à l'interface de "cocardes" de calcite brune et blanche,
- à l'intérieur des cristaux de calcite hyaline, spathique.

(9) Indice relevé avec J.P. MILESI

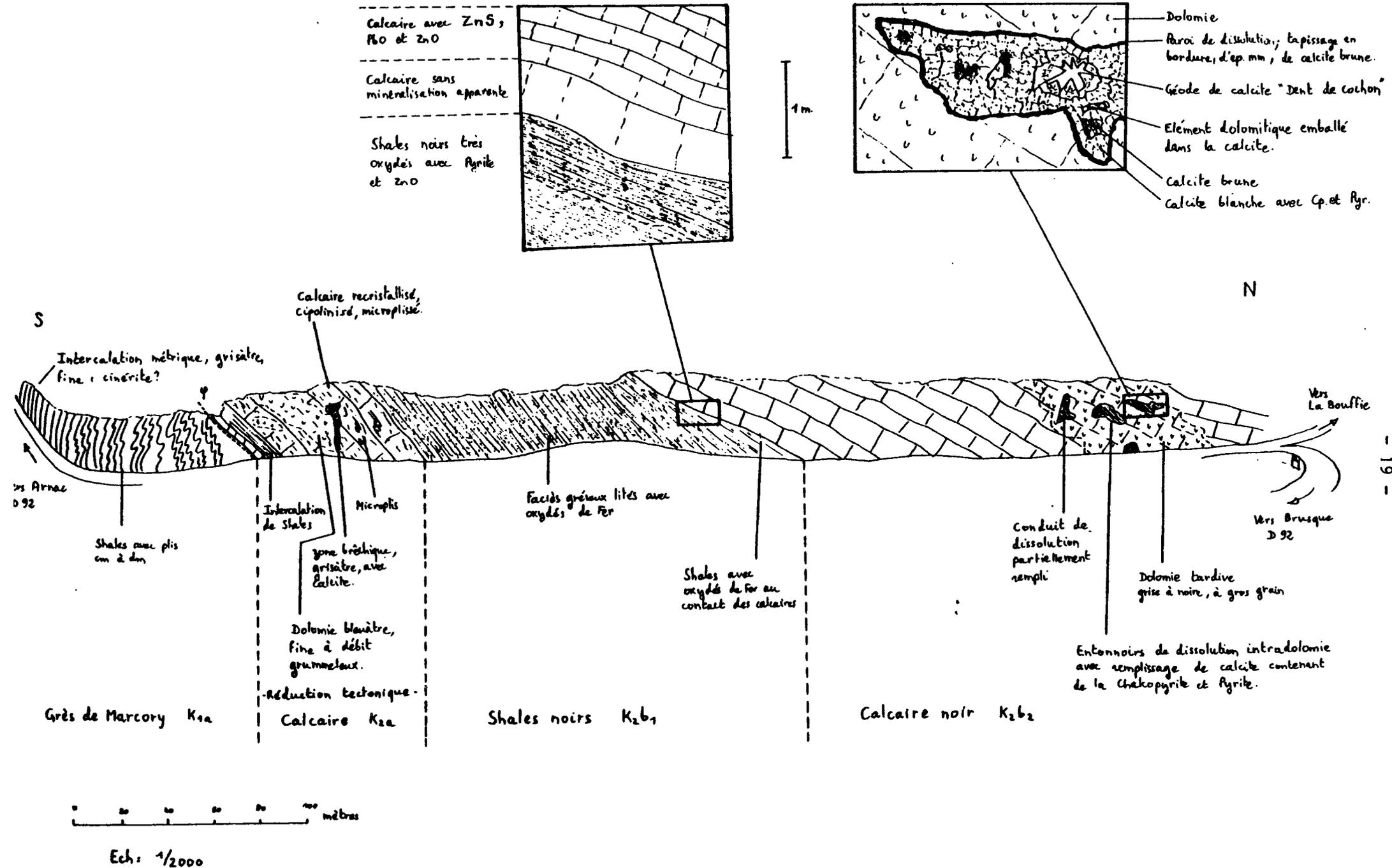
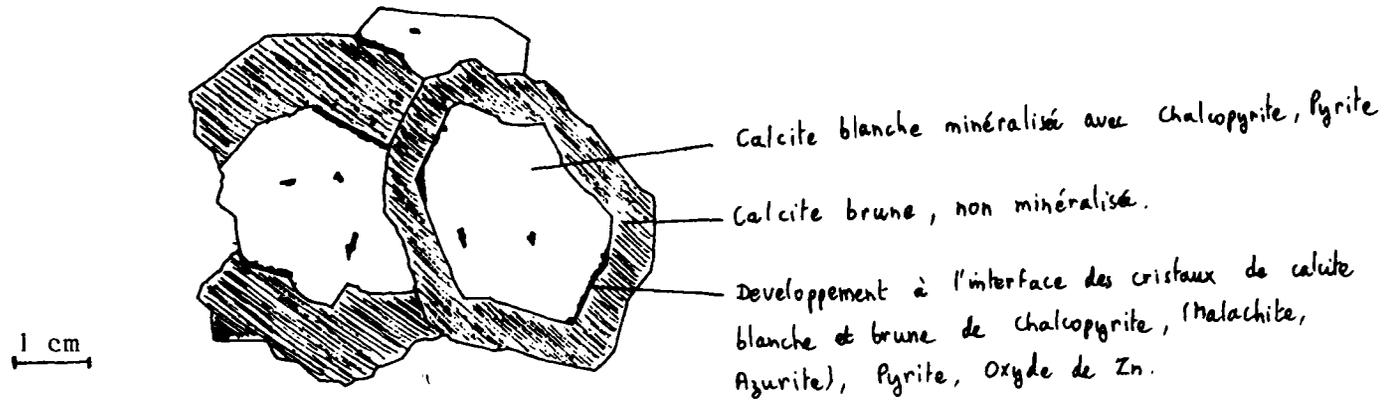


Fig. 5 : Coupe sur la route de Brusque à Arnac près de la Bouffie



Occurrence de La Bouffie 3:

Fig. 6 : Calcite minéralisée dans les entonnoirs de dissolution

Nous avons remis à M. JEBRAK (BRGM) un échantillon de calcite hyaline pour étude des inclusions fluides : 4 générations d'inclusions avec températures d'homogénéisation comprises entre 90° et 130° ont été mises en évidence, ce qui indiquerait d'après M. JEBRAK soit un enfouissement assez profond (de l'ordre du km au minimum) soit l'existence de circulations hydrothermales.

#### 3.2.2.4 - Conclusion

Deux types de minéralisation sont donc décelées :

- 1 - une minéralisation stratiforme cambrienne à Zn et plomb,
- 2 - une minéralisation en Cu - (ZnO) située dans des géodes calcitiques et paraissant plus tardives - en relation avec la couverture permotriasique ?

#### 3.3 - LES VOLCANITES ET LES ALTERNANCES GRESO-CARBONATEES DU SAUVE MOUSSE (K<sub>1v</sub>, K<sub>1-2</sub> (v))

Ces formations apparaissent dans l'unité de Brusque à la faveur d'un repli antiforme pincé (Sauve Mousse) ; l'ossature de ce pli est volcanique et son enveloppe est volcano-sédimentaire. Les positions stratigraphiques de ces dépôts (Cambrien inférieur I et II) sont discutées en détail dans la note de DONNOT et GUERANGE (1978) à partir des levés cartographiques minutieux et étendus de M. DONNOT et des découvertes par F. BOYER et F. DEBRENNE d'Archeocyathes près d'Arnac.

Le volcanisme de ce secteur est actuellement étudié par L. GACHET, thèse en cours (Université de Lyon).

##### 3.3.1 - LITHOLOGIE-PETROLOGIE

- L'enveloppe volcano-sédimentaire est constituée des alternances (K<sub>1-2</sub>(v)) de Moulergue-Lacan (> 150 m) comprenant :

Partie supérieure : tufs fins, épanchements volcaniques du Sauve-Mousse à épisodes sédimentaires réduits et interstratifiés de calcschistes et dolomies.

Partie inférieure : schistes tuffacés et dolomie de base de Lacan.

Les volcanites varient d'un pôle acide (kératophyre) à basique (spilitites) mais le chimisme intermédiaire semble dominant (renseignement oral L. GACHET). Des phénomènes d'albitisation et de spilitisation se manifestent fréquemment. Ces formations seraient des dépôts de caractère subaérien et (ou) sous faible tranche d'eau (J.P. MILESI 1980).

- L'ossature est formée des agglomérats spilitiques d'Ensèges' (k<sub>1v</sub>). C'est un ensemble formé d'éléments centimétriques à décimétriques, subanguleux, parfois scoriacés, liés à une matrice chloriteuse. Les agglomérats représenteraient des brèches volcaniques de retombée directe en milieu subaérien (J.P. MILESI, 1980).

3.3.1.1 - Coupe du Bousquet-Lacan (antiforme du Sauve-Mousse)

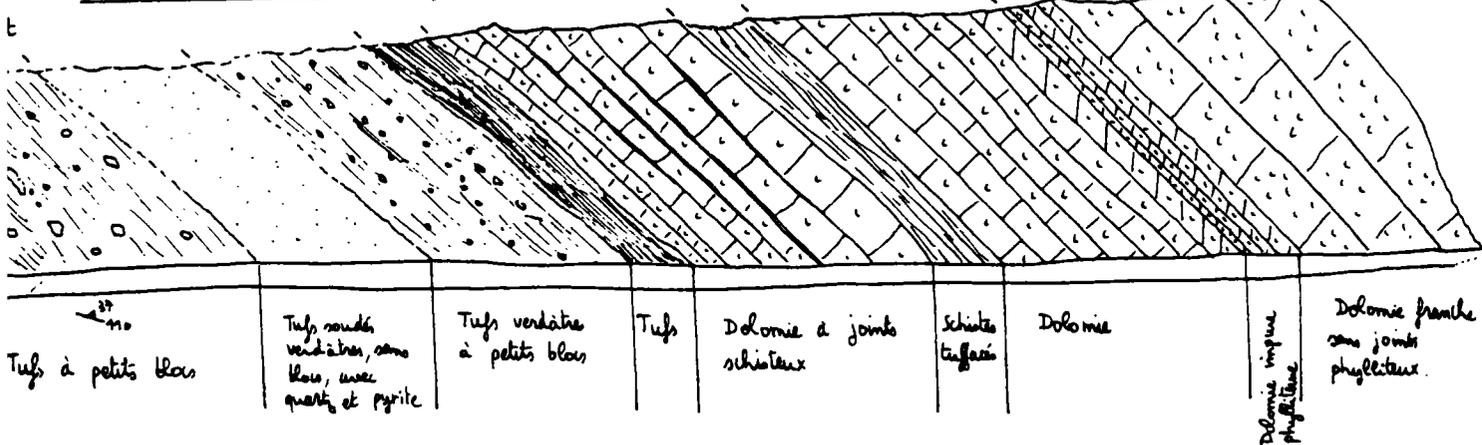
- Carte CATARES 6N 1/10000
- Carte géologique CATARES 1/50000 (M. DONNOT)
- Notes de terrain JML, stage BRGT 79

Levée avec JP MILESI, cette coupe complète la cartographie 1/10000 que j'ai réalisée en Août 79 au Département Géologie s/c de B. GUÉRANGÉ.

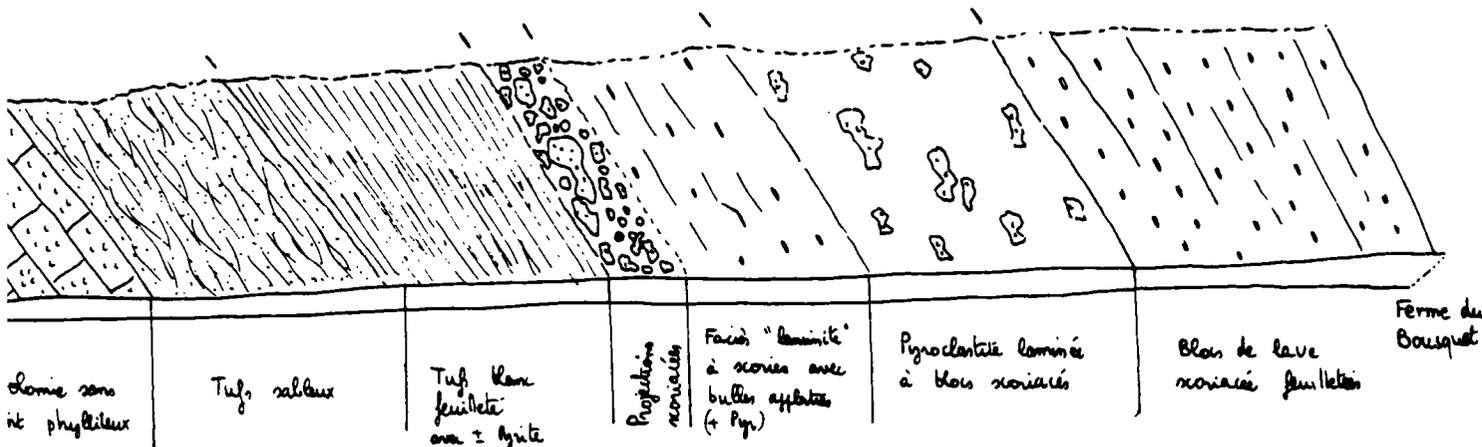
Situation: Synclinalisme de Busque Antiforme du Sauve-Mousse.  
Coupe dans les alternances du K<sub>1-2</sub>v.

Vers le Bousquet  
→  
W

Chemin à l'Est de la ferme du Bousquet (longueur 150m):



site)





### 3.3.2 - ETUDE STRUCTURALE

Les déformations de l'antiforme du Sauve Mousse, déversé et cisailé au Sud, résultent des phases de plissement initiales, de la schistosité et de la tectonique d'écaillage.

Cela se traduit, à l'échelle de l'affleurement et sur carte, par :

- des stries très pénétrantes 60 NE 15 dans la masse des dolomies,
- des couloirs très schistosés, parfois mylonitisés, d'orientation NE-SW, dans les volcanites des alternances,
- un poissonnement en couloirs, de direction identique aux stries, des éléments des agglomérats.

### 3.3.3 - MINERALISATIONS EN CONTEXTE VOLCANIQUE

#### 3.3.3.1 - Les indices de LACAN

Deux indices ont été examinés(10) dans des dolomies alternant avec des volcanites  $K_{1-2V}$  :

LACAN A : 1 - une dolomie vacuolaire, par place silicifiée, contient des filonnets de galène, blende, et des encroûtements de malachite. Des volantes de chapeau de fer (s.l) associés à la dolomie ont été échantillonnées.

2 - Des volcanites chloritisées et épidotisées contiennent par place de rares mouches de chalcopryrite, de pyrite, de malachite, d'azurite, soit en disséminé, soit dans des filonnets quartzeux.

LACAN B : une dolomie renferme une minéralisation disséminée avec de rares mouches de galène et de la pyrite.

#### 3.3.3.2 - L'indice de MOULERGUES

L'indice de Moulergues est placé dans les alternances du  $k_{1-2V}$  à la terminaison périanticlinale du SAUVE-MOUSSE. L'affleurement, décamétrique, est formé de tufs à blocs hétérométriques dans des volcanites tuffacées. La minéralisation se compose localement de pyrite, de rares mouches de chalcopryrite disseminée, de malachite.

---

(10) Sous la conduite de B. PASSAQUI avec J.P. MILESI.

### 3.3.3.3 - Asbeste et pyrite des agglomérats d'Ensèges

Des fissures centimétriques à décimétriques au maximum, remplies de fibres se rencontrent sur place. Seul un peu de pyrite s'observe parfois lié à la matrice chloriteuse de la roche.

### 3.3.4 - CONCLUSION

A l'issue des premiers travaux du BRGM-Division SW on peut dire que l'importance des minéralisations polymétalliques dans ce contexte volcanique volcanosédimentaire est très faible ; les occurrences les plus intéressantes ont été décelées dans les intercalations dolomitiques.

## 3.4 - FORMATION GRESOSCHISTEUSE D'AGE CAMBRIEN INFERIEUR (k1) DU MERDELOU (Marcory s.l.)

### 3.4.1 - LITHOLOGIE ET STRUCTURALE

Cette formation de base inconnue, atteint au moins 300 m de puissance. Ce sont des grès fins à moyens passant dans leur partie supérieure à des alternances de grès souvent micacés et de schistes silteux gris-bleu.

Les plans d'écaillage se placent préférentiellement au niveau des passées shaleuses.

### 3.4.2 - MINERALISATIONS

#### 3.4.2.1 - L'indice de Cusses 961.5y.4006

Les haldes d'anciens travaux, effectués sur un filon de roche siliceuse beige, recoupant le faciès shalo-gréseux de Marcory (K<sub>1a</sub>), permettent de récolter des échantillons minéralisés. La minéralisation constituée pour l'essentiel de blende, galène, chalcopryrite, barytine et pyrite se trouve associée à des filonnets de quartz sécants sur la roche acide (fig. 7).

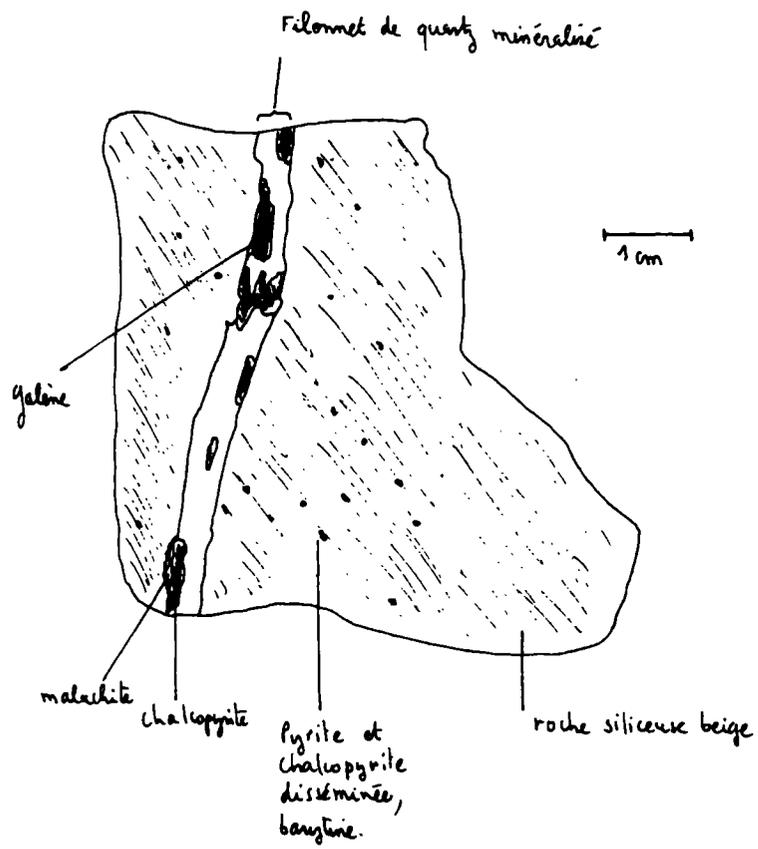
#### 3.4.2.2 - Pyrite stratiforme

Dans quelques niveaux schisto-gréseux fins à litage milli et centimétrique, s'observent de très petits points finement disséminés de pyrite (intersection de la route Brusque-Fayet-Ouyre).

## 3.5 - SCHISTES VERTS A PARADOXIDES (k<sub>3</sub>-k<sub>4</sub>)

Cette formation, première assise datée du Cambrien moyen, forme le coeur du synclinorium de Brusque. Ce sont des calcschistes tendres, localement plus calcaires ou plus gréseux, assez monotones, débutant par un faciès troué de transition puis par un horizon à nodules calcaires.

Fig. 7 : CUSSES : Filonnet minéralisé.



Des débris de Trilobites acadiens ont été trouvés par M. THORAL (1935) puis par M. DONNOT près d'Arnac. Les familles de plis en chevron ou en kink s'observent bien.

Aucune minéralisation n'a été relevée dans le secteur étudié, si ce n'est localement un peu de pyrite.

## 4 - LA MINE DE BRUSQUE

### 4.1 - PRESENTATION

#### 4.1.1 - SITUATIONS GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE

La mine de Brusque (Zn, Pb, Ag) est située à 250 m au NW de l'église du village de Brusque sur la rive gauche de la vallée du Sanctus.

Le gîte se place dans le flanc inverse chevauchant du synclorium, au toit du calcaire  $k_2a$  au contact des shales noirs  $k_2b_1$ .

#### 4.1.2 - DONNEES ECONOMIQUES

Ce gîte de Brusque est l'un des plus importants de la région, les autres indices connus n'ont jamais donné lieu à exploitation. Toutefois, la quantité de métal extrait, inférieure à 10 000 t, demeure très modeste : 1 200 t Zn, 300 t Pb, 0,3 t Ag.

La teneur du minerai (blende dominante et galène intimement mêlée) atteignait 7 %.

Par ordre d'importance ce gîte se classe donc en deuxième position après la mine de La Rabasse.

#### 4.1.3 - HISTORIQUE ET SITUATION JURIDIQUE

Les premiers travaux miniers remonteraient au Moyen Age. En 1856, la concession de Brusque était attribuée à la Société des mines de fer de Fillols et couvrait le secteur Pressouyre-Cribas-Moulergue-Sials. Les travaux abandonnés en 1858, reprennent en 1913 sous l'égide de la Société d'exploitation des mines de Brusque (In PERONNE, 1955). L'exploitation s'arrête vers 1928.

Une reprise partielle des travaux a eu lieu entre 1954-56 (renseignement oral d'un voisin de la mine), consistant surtout en la poursuite des dépilages, de sondages en mine, du creusement de galeries de recherches sur la rive droite du Sanctus. Un sondage (document transmis par F. BOYER) a été implanté en Déc. 1965 par le S.M.M. Penarroya près du cimetière de Brusque. Poussé jusqu'à la profondeur de -387 m il s'est révélé négatif ; des brèches calcaires ont été rencontrées de -106 m à -160 m sans atteindre le contact avec les shales noirs  $k_2b_1$ .

Plusieurs auteurs ont visité la mine : BARRABE et ORCEL (1948), Y. PERONNE (1955), RABINOVITCH (1968).

La concession abandonnée aujourd'hui, était détenue par la Société anonyme de la Vieille Montagne jusqu'en 1975 environ.

## 4.2 - CADRE DE L'ETUDE

### 4.2.1 - BUTS

Nous devons essayer de :

- cerner les relations entre le minerai et son encaissant immédiat, carbonaté et shaleux,
- replacer la mine dans son environnement géologique en dégagant les contrôles stratigraphiques et (ou) structuraux.

### 4.2.2 - METHODE DE TRAVAIL

L'étude a été entreprise en 2 étapes :

- 1 - une reconnaissance, conduite avec J.P. MILESI en août 1980, a permis principalement de :
  - . comprendre la géométrie des minéralisations,
  - . faire un bilan des structures tectoniques qui les agencent.
- 2 - une phase complémentaire, menée en mai 1981, cherchait à :
  - . caler les structures et les minéralisations sur un lever minier,
  - . tenter d'intégrer la mine dans son environnement.

Au préalable, un stage de lever minier d'une semaine a été effectué à la mine de Salsigne (Aude), par l'intermédiaire de MM. BOYER et TOLLON, sous la conduite de S. CHEVREL, thèse en cours à l'Université de Toulouse.

### 4.2.3 - ETAT ACTUEL DES GALERIES

. L'accessibilité demeure bonne sauf au niveau des galeries inondées ou noyées (descenderies) en relation avec la nappe du Dourdou et du Sanctus (alt. ~ 451 m). Des passages shaleux ou bréchiqes sont localement éboulés (travers-banc de la Condamine - galerie du Sanctus)

Par places des bancs de calcaire se sont détachés du toit sous l'effet des décompressions dues au défilage.

. L'encroûtement calcitique des parois rend, par endroit, les observations difficiles.

. Le dernier plan 1/500 de la mine datait du 27-01-1931. Des défilages ultérieurs (1954-56) ayant très sensiblement modifié la configuration de certaines galeries, nous avons dû établir un lever topographique (planche n° 2, hors texte).

#### 4.3 - CONTEXTE GEOLOGIQUE (planche n° 1)

Les niveaux d'exploitation se placent au contact calcaire/shales dans le flanc inverse écaillé de direction moyenne 60 NW 30. Le toit de la mine présente donc des terrains carbonatés stratigraphiquement plus anciens que les shales du mur de la mine. Des réductions tectoniques de ces deux formations ne sont pas à exclure dans un contexte structural de contact anormal écaillant.

##### 4.3.1 - LES CARBONATES (k<sub>2</sub>a)

###### 4.3.1.1 - Lithologie

Les calcaires, au contact des shales, encaissent la masse minéralisée exploitée (fig. 8). Dans la partie W (galerie du Sanctus) et NW (Travers banc de la Condamine), il y a transition latérale rapide aux dolomies massives qui ne renferment pas de minéralisation.

Le calcaire est généralement gris-bleu, recristallisé, silicifié à cassure esquilleuse et contient des filets siliceux (gréseux), d'épaisseur millimétrique, parfois fortement boudinés. Ces filets font ressortir les microplis du calcaire.

Un faciès de calcaire en plaquette épais de 30 cm environ, à rares joints shaleux, s'observe au contact des shales.

Des dolomies grisâtres, à gros grain, apparaissent localement en nuage dans la masse calcaire (piliers 3 et 4 des entrées).

Les dolomies massives sont grises à beiges, à gros grain, sans litage apparent ; elles conservent toutefois, un débit en bancs conforme à celui des calcaires. Cet ensemble renferme de nombreux remplissages de calcite spathique blanche, brune (ankérite ?), ainsi qu'une dolomie beige, plus tardive, pénétrant dans les fractures. Des conduites karstiques, non minéralisées, avec souvent calcite et argile, paraissent contrôlées, par des failles tardives (fig. 9).

###### 4.3.1.2 - Etude structurale (planche n° 2)

. Des observations structurales inédites ont été faites lors de la mission 80. Nous en rappelons les éléments principaux (cf. § 2.2 - annexe 1) :

- a - plis d'entraînement, "de semelle", cisailés, au contact chevauchant calcaire/shale et visibles au voisinage de celui-ci, (fig. 10)
- b - plis de flexion, métrique à plurimétrique, de plan axial subvertical, accompagné d'un décollement banc à banc, d'axe N70 avec plis subordonnés N-S, N100, N140, (fig. 11)

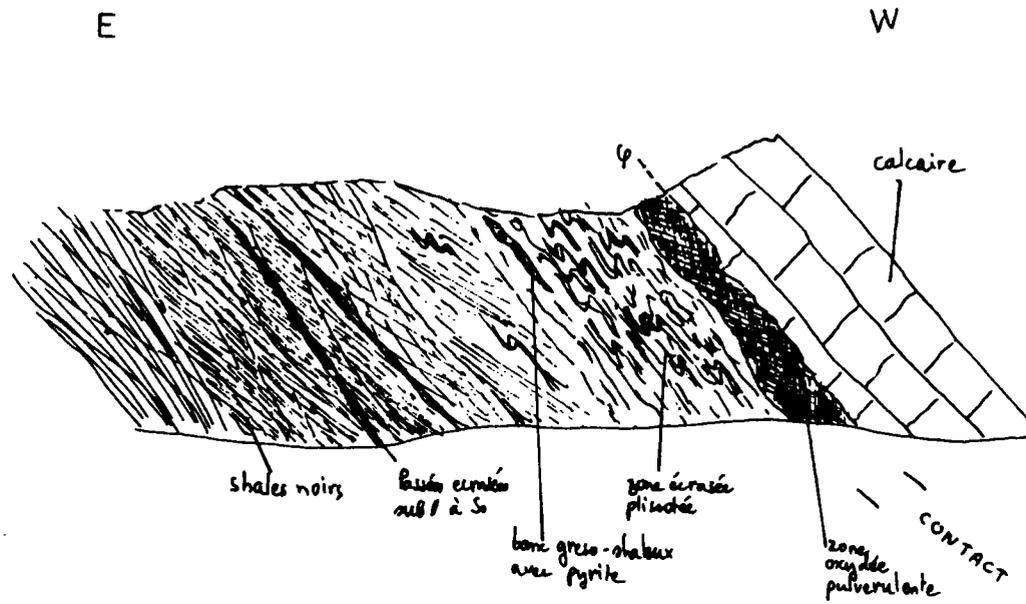
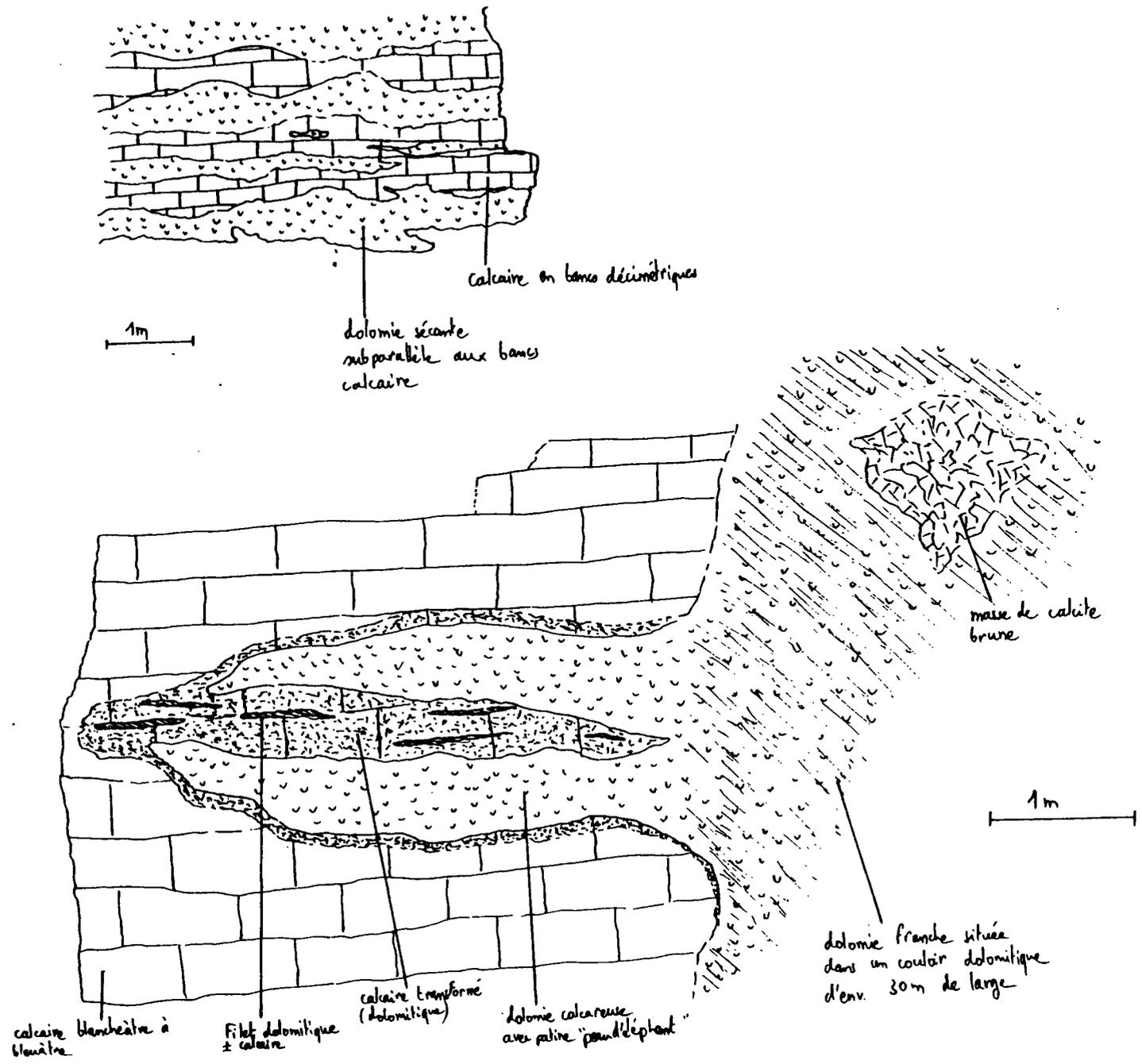


Fig. 8 : Détail du contact shales noirs - calcaire (SANCTUS, R.D.)  
 (K<sub>2</sub>b<sub>1</sub>)                      (K<sub>2</sub>a)

Fig. 9 : Vallée du Sanctus : dolomitisation



- c - ces déformations (a-b) s'amortissent rapidement vers le toit de la mine (en moins de 5 m environ) ; elles marquent les bases du chevauchement,
- d - stries et cannelures de cisaillement banc sur banc, de direction moyenne 70 NE 15, de plus grande amplitude vers le contact,
- e - un mouvement senestre (cf. § 2.2 - annexe 1) se déduit de la coexistence des stries de cisaillement et des déformations de la base du chevauchement,
- f - des failles normales tardihercyniennes N10-20 et E-W, non minéralisées, associent une composante décrochante généralement métrique à décamétrique.

. La minéralisation, jadis exploitée, est agencée par ces structures de la base du chevauchement (cf. § 4.4.2 et fig. 12).

#### 4.3.2 - LES "SHALES NOIRS ( $k_2b_1$ )"

##### 4.3.2.1 - Lithologie

Ces "shales" ont un faciès silteux gris à noir, à rares passées gréseuses ; par place, ils contiennent de la pyrite. Un lacinis de calcite et de quartz, non minéralisé, les recoupe tardivement.

##### 4.3.2.2 - Structures

. Les structures énoncées ci-dessous complètent celles décrites dans le calcaire.

. De la masse des shales au contact, on observe (fig. 8) :

- des plis d'axes N70 à N-S, replissant la schistosité, d'aspect disharmonique,
- une bordure mylonitique, épaisse de 10 à 30 cm et fortement oxydée,

le contact entre les 2 formations paraît parfois discordant.

. Au-dessus, on peut localement voir des copeaux de shales dans le calcaire ; ils correspondent :

- à des replis à flancs cisailés,
- à des shales repris dans les fractures du calcaire (schistes "injectés" de Y. PERONNE).

Dans la partie NW du gisement (galerie du Sanctus, travers-banc de la Condamine et travers banc de direction N195), un repli antiformal de shale noir, d'orientation NE-SW, est bordé sur ses flancs de bancs tronçonnés, de calcaire en plaquettes. On pourrait voir ici l'effet de rejeux cisailant, durant la phase d'écaillage, de replis dus à la phase 1 de plissement.

#### 4.4 - LES MINERALISATIONS (planche n° 2)

##### 4.4.1 - NATURE

. La minéralisation (réf. : inventaire minéralogique n° 7, Aveyron) se compose :

- blende très abondante (TA) : xénomorphe, associée à la galène massive ou finement disséminée dans le quartz,
- chalcopryrite abondante (A) : en petits grains disséminés, parfois en inclusions dans la blende,
- galène abondante (A) : xénomorphe,
- des plages fréquentes de cérusite, covellite et hydrozincite, ou rare malachite.

. Suite à la mission BRGM de 1980, une étude de sections polies effectuée par C. LAFORET et E. OUDIN (BRGM, in rapport MILESI, 1980) indique la présence de 3 associations :

- blende + chalcopryrite + pyrite (autom.) + galène,
- galène + blende + bournonite (très rare),
- galène + cuivre gris (rare).

E. OUDIN signale encore :

- que la galène paraît un peu postérieure à la blende,
- la présence d'électrum (rare et fin) dans la galène,
- celle de traces de marcassite dans la blende,
- et l'existence de mispickel en cristaux automorphes, soit indépendants, soit inclus dans la blende et la galène.

Selon E. OUDIN, la succession serait la suivante : quartz, mispickel, pyrite, galène et chalcopryrite. Mentionnons encore qu'un échantillon prélevé sur la bordure NW de l'amas blendeux permet de distinguer des fragments de pyrite cimentée par une minéralisation comprenant pyrite 2, blende, galène (information orale E. OUDIN).

MINE DE BRUSQUE (Galeries)



Fig. 10 : Pli de semelle d'écaillage avec glissement dextre dans le calcaire près du contact avec les shales : plan axial du pli sub.// au plan de chevauchement.

Fig. 11 : Système de plis agencant la minéralisation observé au toit de la mine

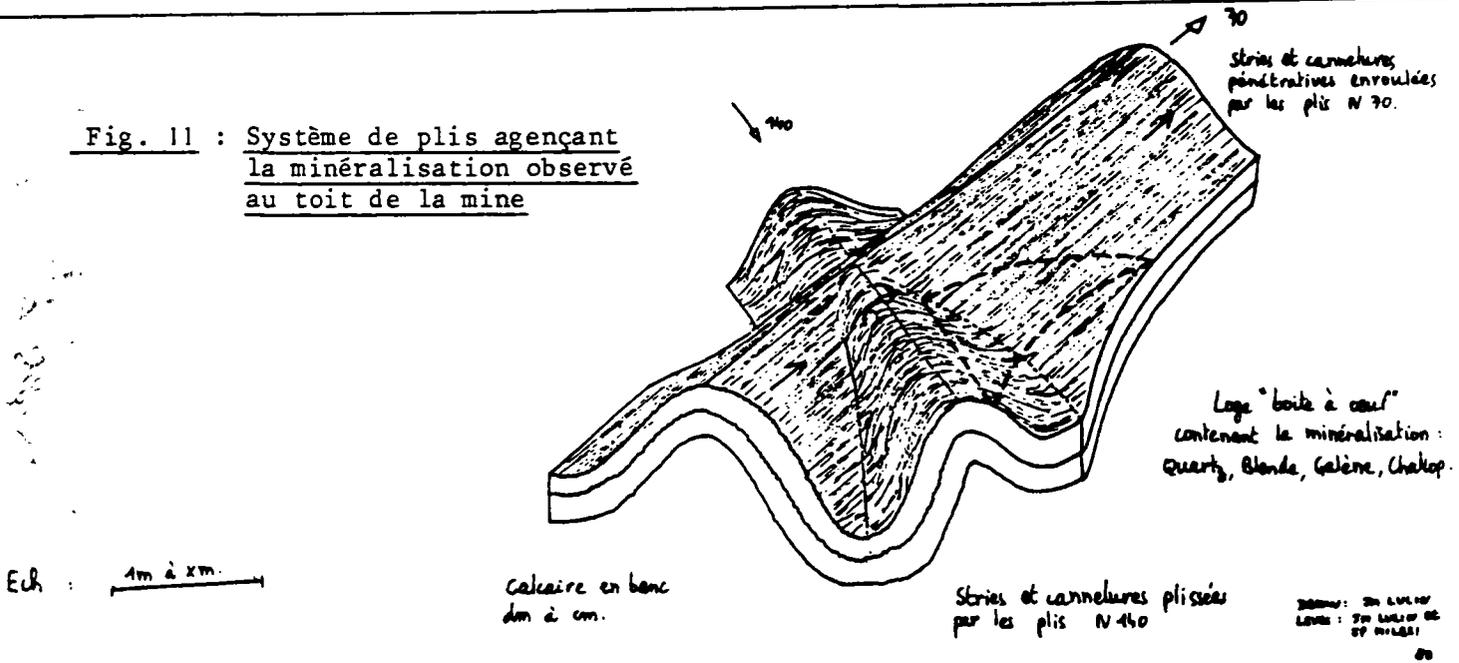
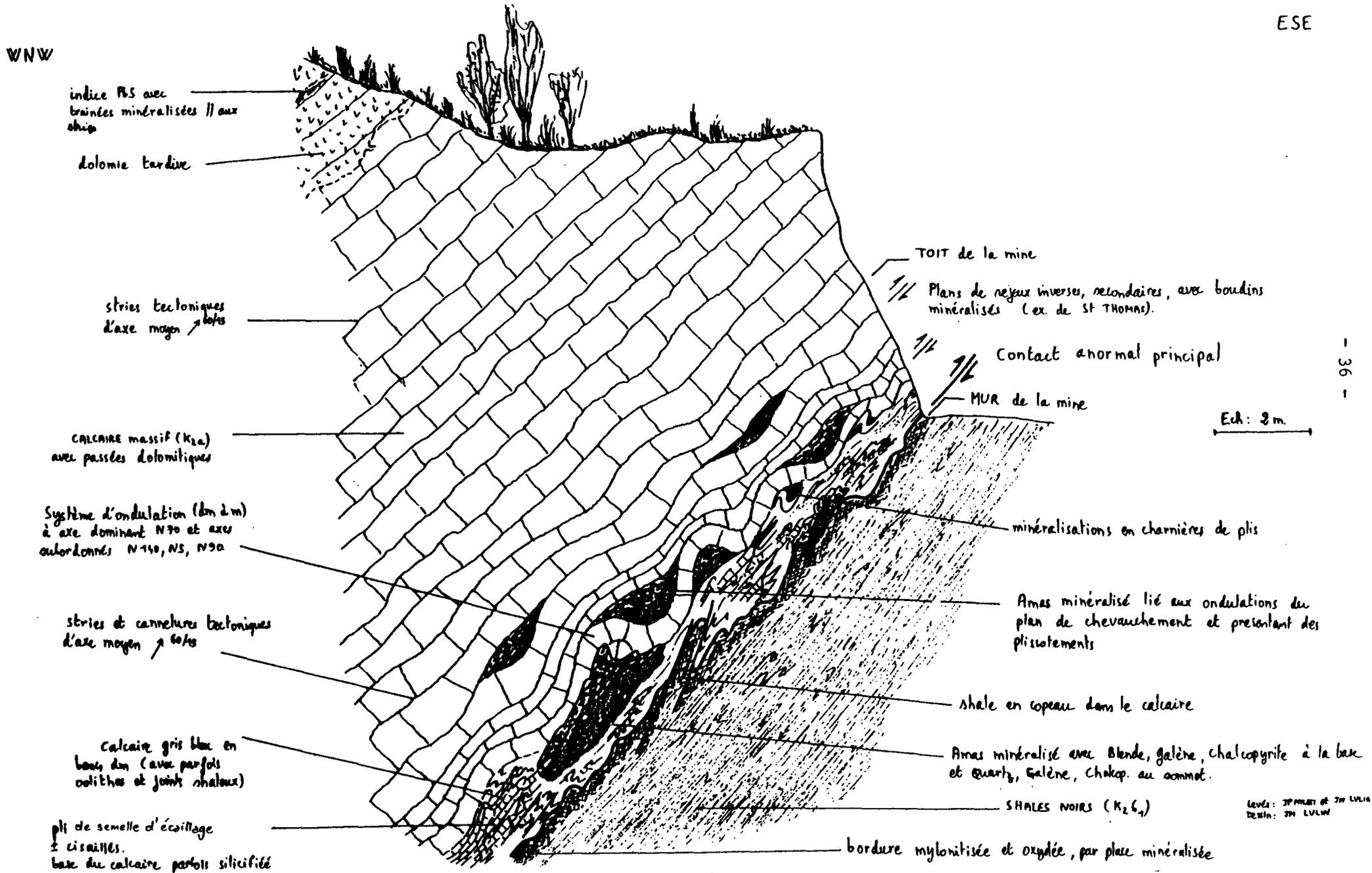


Fig. 12 : Schéma synthétique des observations



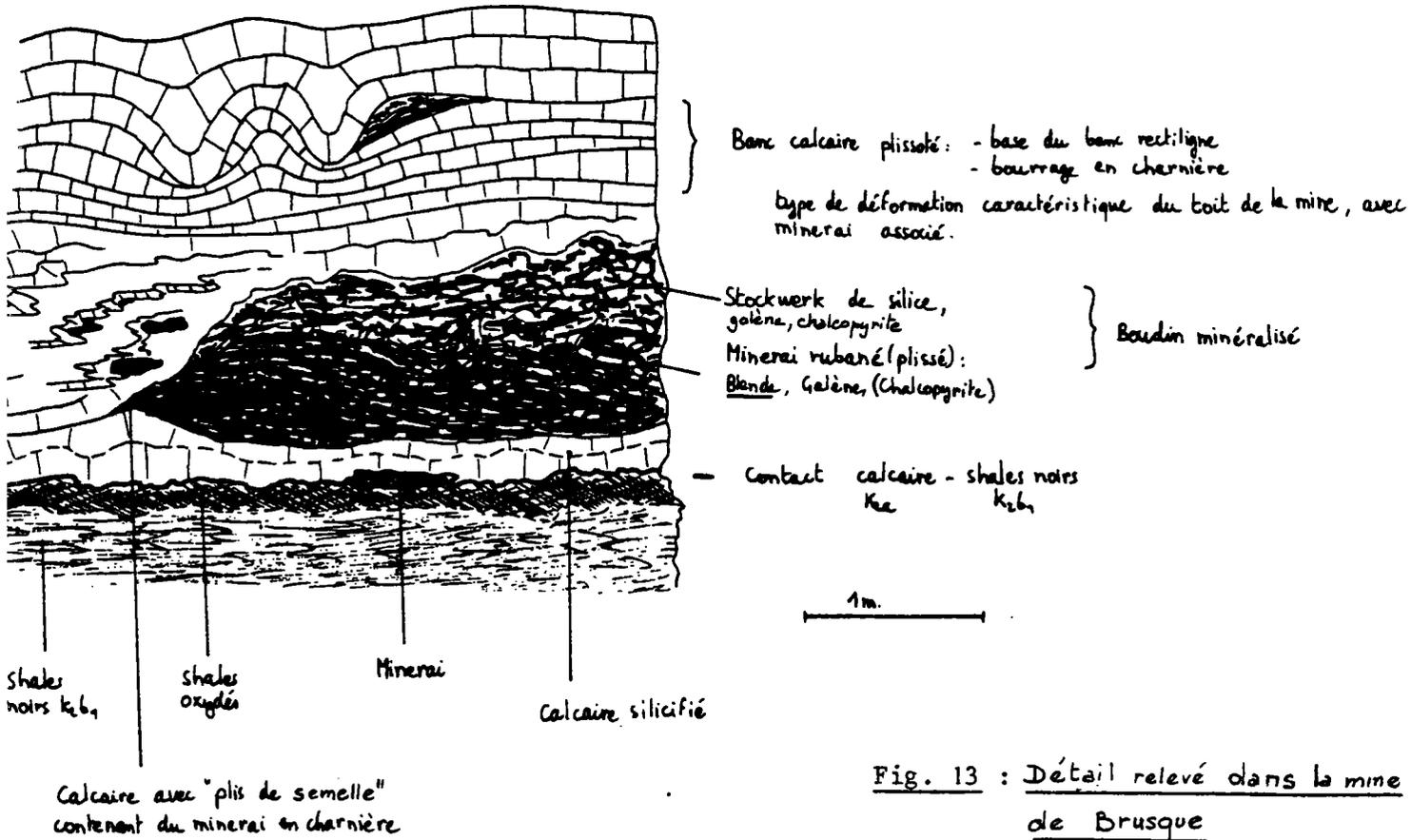


Fig. 13 : Détail relevé dans la mine de Brusque

#### 4.4.2 - LOCALISATION ET TYPE D'AGENCEMENT DANS L'ENCAISSANT

Schéma synthétique : (fig. 12).

Du contact schistes/calcaires jusqu'à une hauteur maximale de 4 m dans les calcaires, la minéralisation exploitée se trouve principalement en chapelets d'"oeufs", décimétriques à plurimétriques (fig. 13).

Ces "oeufs" sont contrôlés dans leur agencement par les plis N70 dominants et par les plis subordonnés NS, N100, N140 qui ferment les structures (fig. 11).

Zonalité des oeufs : elle apparaît de manière fruste sous forme de :

- quartz laiteux dominant avec galène et pyrite en position supérieure,
- blende massive dominante, galène, chalcopryrite en partie inférieure.

Par place, on devine dans le rubanement des plissements de caractère disharmonique, soulignés par des lits centimétriques de blende et (ou) de galène avec chalcopryrite.

Du minerai se loge également en charnière de plis décimétriques.

Conclusion : la minéralisation économique ("oeufs") se situe donc :

- stratigraphiquement, au toit des calcaires  $K_2a$ ,
- structurellement, contrôlée par les plis de la base de l'"écaille".

Notons encore l'existence d'une minéralisation annexe (également observée par G. POUIT et J.P. MILESI) qui s'observe fréquemment dans les calcaires et notamment dans les Haldes du cimetière, celles du Sanctus rive droite et en mine.

Il s'agit de :

- . blende et (ou) galène : - disséminée et remobilisée sur stries tectoniques de formes identiques à celles connues au sommet de la masse carbonatée (cf. 3.1.3.2),
  - en lentilles centimétriques à décimétriques (épaisseur maximale de 2-3 cm).
- . pyrite et (chalcopryrite ?) : - en disséminé ou en très fins lits millimétriques stratoïdes.

Le contrôle prépondérant de ces minéralisations semble stratigraphique ; les stries de cisaillement ne paraissent en effet, que transposer in situ le minerai.

Peut-on envisager une relation entre ces deux formes de minéralisations ?

On ne peut pas l'exclure mais il est difficile de voir à l'affleurement de claires relations entre les "oeufs" et leur encaissant carbonaté minéralisé. L'étude de sections polies, en ce sens, pourrait apporter des précisions.

Notons, toutefois, la présence dans les "oeufs" :

- d'éléments de calcaire bréchique minéralisé, (fig. 14)
- de pyrite I automorphe emballée et cimentée par de la pyrite II (cf. E. OUDIN),
- de blende très fine, tardive, paraissant venir en ciment.

On retiendra donc que les "oeufs" qui présentent une minéralogie proche de la minéralisation disséminée (s.l.) environnante (point développé en 4.5) sont spatialement liés à celle-ci.

#### 4.4.3 - GEOMETRIE DU GITE ET DISTRIBUTION DES MINERALISATIONS

La reconstitution du corps minéralisé demeure imprécise. Nous disposons de peu d'information ayant trait à l'exploitation même. Les seules données restent au niveau des zones rubanées du toit, des parements et piliers minéralisés.

Néanmoins la géométrie générale du gîte peut être définie :

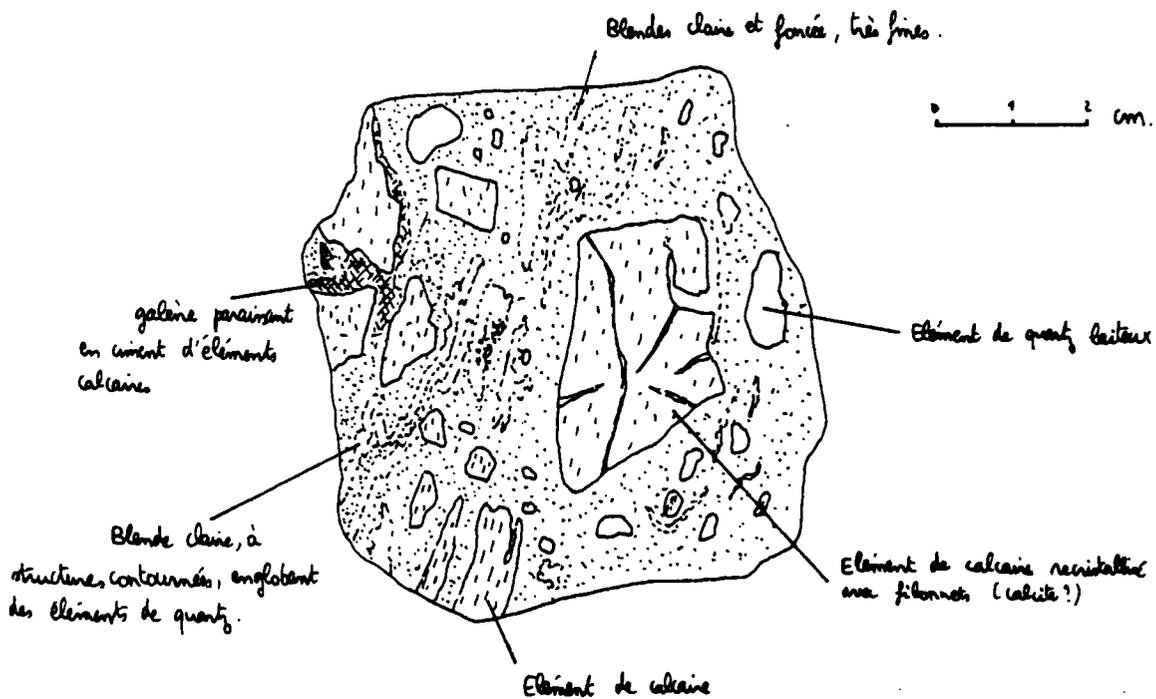
- direction des galeries d'exploitation : N60 environ,
- pendage moyen : 30° vers le NW,
- surface couverte par le réseau de galeries : 70 x 150 m soit 1,05 ha,
- front exploité, en discontinu, variant de 1 à 4 mètres.

Latéralement vers l'Est du 2e repli antiformal (près du point 455,54), on remarque l'augmentation sensible de la puissance exploitée (env. 4 m) : cela s'expliquerait par l'existence d'un autre sous écaillage dont les structures contrôlent la minéralisation.

Le minerai s'arrête avant le repli de shales du NW et des zones dolomitiques à géodes de calcite. Les nombreux sondages et les puits mis en oeuvre dans les galeries ne paraissent pas avoir rencontré d'extensions significatives.

MINE DE BRUSQUE

Fig. 14 : Minerai brêchique  
(échantillon scié)



Un lever des principales zones rubanées et (ou) minéralisées a été entrepris ainsi qu'un échantillonnage portant sur 22 points, consistant au prélèvement de profils types et de minerai. Il permettra la poursuite de l'étude des relations minéralisations-encaissantes, et d'envisager la zonalité du gisement.

Une esquisse des distributions minérales apparaît néanmoins.

Les parties distales du gîte (galerie des anciens, galeries des Anglais, partie NE et NW) ne renferment plus dans les "oeufs" (plus rares) que du quartz laiteux avec quelques minéralisations en chalcopryrite et pyrite. Côté SE (petite galerie à l'Est du pilier 4), le système en "boîte en oeufs" (et les minéralisations) s'arrête rapidement.

Certaines parties de l'amas semblent plus riches en galène (point d'échantillons 6, 18) mais la blende reste largement dominante au niveau du corps exploité de forme sublenticulaire, d'orientation NE-SW.

#### 4.5 - SCHEMA DE MISE EN PLACE DES MINERALISATIONS

Nous avons vu que :

- 1 - la minéralisation économique était étroitement contrôlée par les structures de l'écaillage qui s'amortissent rapidement au toit de la mine,
- 2 - des minéralisations disséminées et en lentilles stratiformes sont observées dans le gîte et son environnement carbonaté immédiat.

Si l'on considère la succession des événements tectoniques (cf. 2.2), essayons d'envisager les processus de concentrations de minéralisation dans les différents stades de la déformation :

- 1 - remobilisation et concentration d'un disséminé, par place, préconcentrée en lamines, dans les plans de stries (cf. 3.1.3.2).
- 2 - la déformation de la masse carbonatée se traduit par un cisaillement (stries) conjugué d'un raccourcissement (plis) ; ce dernier engendre après passage d'un seuil de rupture, des décollements de bancs au niveau du plan d'écaillage (formation de "boîtes à oeufs").

La minéralisation préconcentrée dans les formes énoncées ci-dessus pourrait être transposée au niveau des oeufs.

Cette remobilisation serait proparte :

- mécanique : présence de minerai bréchiq ue emballé dans les oeufs,

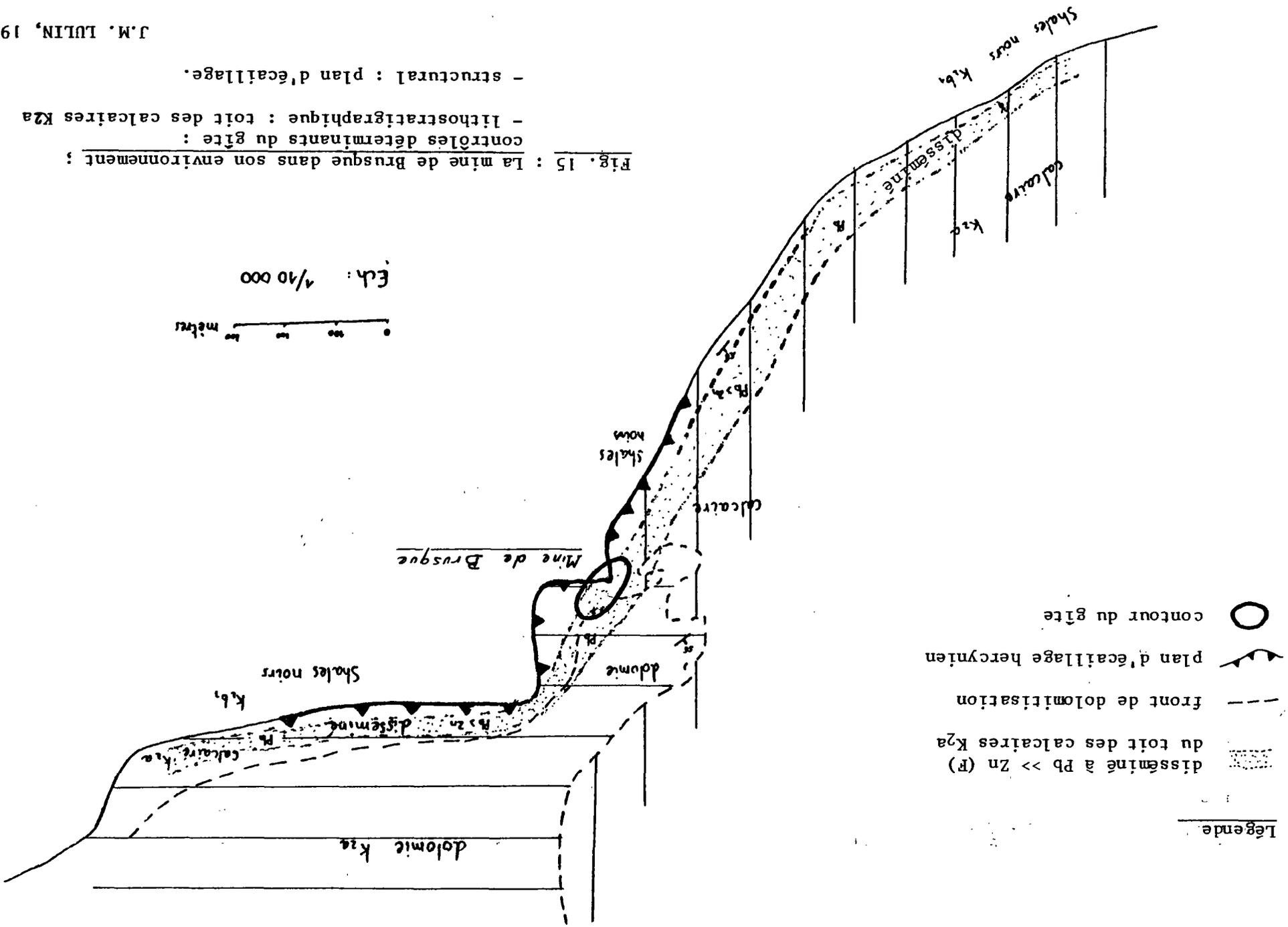


Fig. 15 : La mine de Brusque dans son environnement :  
 contrôles déterminants du gîte :  
 - lithostratigraphique : toit des calcaires K2a  
 - structural : plan d'écaillage.

- liée à des transports et dépôts par fluides (s.l.) : minerais très fins cimentant en plusieurs générations des minéraux antérieurs ; les "oeufs" de quartz laiteux associés souvent aux plans de glissement inverse (Cribas, la Bouyssière) pourraient être liés dans leur composition à la nature de l'encaissant (calcaire à filets gréseux).

Ces deux hypothèses de travail ne s'excluent pas. On peut invoquer au niveau du plan de faille inverse, l'augmentation de la pression de fluide (PF) et de la température  $\theta$ . En effet, nous avons montré qu'il y a passage d'une déformation continue à une déformation discontinue (cassante). Donc, pour un mouvement de raccourcissement (l) identique, nous avons un temps (t) plus court dans le cas d'une rupture. Suivant la relation  $\theta = \frac{91}{\sqrt{t}}$  \* on a, dans ce cas, augmentation de  $\theta$  ce qui favorise les surpressions fluides.

La transposition mécanique et (ou) fluide d'une partie de l'encaissant, déjà préconcentrée en silice et en minéralisation serait alors possible.

#### 4.6 - CONCLUSION : ESQUISSE TYPOLOGIQUE (fig. 15)

Deux contrôles seraient donc déterminants.

Contrôle lithostratigraphique du sommet des calcaires, d'anomalie formationnelle connue, avec préconcentration locale à leur toit (où  $Zn > Pb$ ), non loin d'un front de dolomitisation (tardif ?).

Contrôle structural, lié à la phase d'écaillage, dont les effets semblent maximaux au niveau du gisement.

La remobilisation tectonique a donc oblitéré, pour partie, le degré et la forme de la préconcentration primaire ainsi que sa position initiale. Malgré ces difficultés d'approche, qui ne nous permettent pas de relier avec certitude tous les éléments dont nous disposons, on peut envisager comme hypothèse typologique par le gîte de Brusque :

- une minéralisation sulfurée stratiforme préconcentrée en Zn, remobilisée et concentrée, presque in situ, dans les carbonates par les effets de la tectonique d'écaillage hercynienne.

\* D'après les travaux et cours de VIALON et LLIBOUTRY

## 5 - CONCLUSIONS

Ce chapitre, nous permettra de regrouper les éléments essentiels de notre recherche, en dégagant les contrôles lithostratigraphiques

### 5.1 - METALLOTECTES LITHOSTRATIGRAPHIQUES (s.l.)

Les différentes minéralisations sont envisagées, par ordre d'importance, en mettant en évidence la nature de la formation qui les porte.

- 1 - Au sommet des calcaires massifs du Cambrien inférieur ( $k_{2a}$ ), des indices stratiformes en disséminé de Pb, Zn ou Pb seul forment une bande de 2,250 km de long autour de Brusque dans le flanc inverse du synclorium. Le gisement de Brusque (Zn, Pb, Ag) peut être intégré dans cet environnement, au toit de cette formation, et interprété comme ayant été, antérieurement à la tectonique, un amas préconcentré lenticulaire stratiforme, non loin des dolomies.

Vers l'Est, les dolomies  $k_{2a}$  (type la Regagnerie) contiennent de la barytine, localement stratiforme (?).

L'influence du volcanisme ou d'un hydrothermalisme (hydrothermal sédimentaire ?) n'est pas claire dans l'origine des minéralisations. Tout au plus peut-on constater la proximité des carbonates avec la zone volcanique du Sauve-Mousse.

Des facteurs dus à la paléogéographie (passage des dolomies aux calcaires d'E en W) pourraient guider au départ la répartition des minéralisations Pb, Zn, Ba (F).

- 2 - Ces mêmes calcaires ( $k_{2a}$ ) présentent, à Cribas des minéralisations en Pb-Cu au sein des bouffées dolomitiques et des géodes et veinules de calcite spathique et de quartz saccharoïde ou hachés ;

Régionalement des indices de type comparable attribués à l'influence d'une couverture ont donné lieu à des travaux miniers. Des télescopes éventuels ne sont pas à exclure avec les minéralisations Pb, Zn primaires du  $K_{2a}$  (cf. rapport MILESI, 1980).

- 3 - Dans le calcaire noir ( $k_{2b_2}$ ) de la pyrite, galène et blende disséminée contrôlées par les strates se situent près ou au contact des shales noirs  $k_{2b_1}$  (indices de la Bouffie).

- 4 - Les shales noirs ( $k_{2b_1}$ ) contiennent par place de la pyrite, blende dominante sur galène (chalcopryrite), à différents niveaux de la formation.

A la base, Zn (Pb) dans les shales de faciès gréseux (la Bouffie) puis Zn (Pb) à la Jasse du Crouzet ; pyrite, Zn, Pb, Cu dans l'ardoisière de Recs de Frouns.

Vers le sommet, pyrite, Zn avec Pb, et Cu à Sials.

Au toit, au contact du calcaire noir  $k_2b_2$ . Zn-Pb avec pyrite (La Bouffie).

La pyrite, apparaît nettement stratiforme dans ces shales noirs, silteux, qui comportent quelques phosphorites (voir thèse J.P. PRIAN et travaux M. DONNOT - Division BRGM du SudOuest).

- 5 - Les alternances gréso-carbonatées à faciès dolomitiques avec volcanites ( $k_{1-2v}$ ) présentent localement (Lacan) de la pyrite, Pb, Zn, Cu.

L'indice de Cusse montre la relation entre une minéralisation sulfurée à Pb, Zn, Cu, avec barytine et une roche intrusive acide encaissée dans le schisto-gréseux du Marcory ( $K_1$ ).

## 5.2 - METALLOTECTES STRUCTURAUX

A partir des métallotectes lithostratigraphiques définis ci-dessus, à caractère d'anomalie formationnelle ( $k_2a$ ,  $k_2b_1$ ,  $k_2b_2$ ) l'expression minéralogique des éléments recherchés est variable, souvent absente.

Dégageons l'influence des facteurs structuraux dans leur concentration.

### 5.2.1 - SCHISTOSITE

Les shales noirs  $k_2b_1$  montrent clairement (Recs de Frouns, Sials) les relations entre les phénomènes synschisteux et la concentration minérale :

- reprise de la pyrite stratiforme dans la schistosité avec crénulation,
- formation d'amandes pyriteuses dans la schistosité, branché sur lits de pyrite  $So$ .
- concentration de pyrite, associée à la blende, galène, chalcoppyrite, cuivre gris, dans les "filons" quartzocalcitiques synschisteux (parallèles aux plans axiaux des plis synschisteux et placés parfois à leurs flancs "claqués").

Les pyrites synschisteuses et stratiformes paraissent donc familières.

### 5.2.2 - TECTONIQUE D'ECAILLAGE

La minéralisation de l'ancienne mine de Brusque est liée à une structure en "boîte à oeufs" engendrée par la tectonique d'écaillage. Le minerai paraît concentré par cette tectonique - transpositions mécaniques et par fluides - à partir d'une minéralisation stratiforme initiale sub en place.

Régionalement au sommet des carbonates, la galène et la rare blende disséminées sont reprises sur les stries de cisaillement banc sur banc.

### 5.2.3 - LA TECTONIQUE CASSANTE TARDI-HERCYNIENNE

Les failles jusqu'à présent observées dans le secteur de Brusque, en mine où à l'affleurement, ne contiennent pas de minéralisations.

Par contre, certains grands accidents NE-SW contrôleraient la mise en place de filons de quartz à cuivre gris ; d'autres E-W sont à remplissage quartzeux avec du Zn, Pb, Cu (13). La relation de ces minéralisation avec celles de la couverture permo-triasique est à envisager.

### 5.2.4 - BILAN SUR LES CONTROLES STRUCTURAUX

- Les phases de schistosité et d'écaillage, accompagnées de leurs phénomènes connexes (interventions de phases fluides, température) reconcentrent des minéralisations stratiformes.

- Les fractures tardi-hercyniennes distensives ne paraissent pas reprendre ces concentrations (absence de champ géothermique suffisamment important ? Domaine trop superficiel ?). Par contre, elles participent au contrôle des minéralisations de type couverture permo-triasique.

- Les phénomènes structuraux "compressifs" sont donc dominants dans la région de Brusque pour le contrôle des minéralisations stratiformes. Les différentes phases de la tectogenèse hercynienne semblent jouer un rôle important dans l'agencement des minéralisations, plutôt que dans leur apport.

---

(13) D'après J.P. PRIAN (1980)

## 6 - INTERET MINIER ET GUIDES DE RECHERCHE

L'intérêt minier des minéralisations est envisagé en leur associant des guides de recherche possible.

Notre analyse est guidée par les acquis de terrain : cartographie, visites et recherche d'indices ; les campagnes de prospection géophysique et de géochimie stratégique menées par le BRGM (Divisions minière du SW) dans le cadre de l'Inventaire permettront de mieux définir les éventuelles cibles.

1 - D'intérêt dominant, les carbonates de Brusque (K<sub>2</sub>a) se distinguent par l'extension de leur minéralisation en Pb-Zn localement enrichies avec Zn dominant (mine de Brusque) :

- l'ancien gisement n'offre pas, par lui-même, de possibilité d'ouverture,
- des concentrations latérales restent à rechercher au toit de la bande calcaire Brox-Brusque-Dent de Saint Jean-Crouzet(14),
- les extensions du disséminé Pb-Zn restent à définir régionalement.

Les concentrations économiques pourraient résulter de l'intersection de zones :

- à ratio Zn/Pb élevé avec présence d'Ag (valorisation),
- à fort gradient tectonique (piège),
- dans les calcaires près de fronts de dolomitisation (ex. : la Loubatière voir ci-dessous).

2 - Les minéralisations de type couverture à Pb-Cu (Zn, Ba, etc.) dans les calcaires dolomitisés.

La société Penarroya projetait un sondage en 1966, sans l'exécuter, au niveau du Rieu Fresh (CRIBAS).

Les contrôles pouvant guider ces minéralisations sont encore mal définis ; les failles régionales E-W et NE-SW dont certaines sont minéralisées pourraient servir de guides.

Des superpositions avec la minéralisation Pb-Zn stratiforme ne sont pas a priori, à exclure.

---

(14) MM. BARRABE et ORCEL (1948) soulignaient déjà l'importance de cette zone. La présence rapportée de chapeaux de fer au Sud de la Dent de Saint-Jean ne s'est pas vu confirmée.

3 - Les minéralisations Pb-Zn des calcaires noirs (k<sub>2</sub>b<sub>2</sub>), d'extension notable aux environs de la Bouffie. Du minerai de fer (chapeaux de fer?) a été traité au Moyen Age à proximité (la Mouline).

4 - Dans les shales noirs (k<sub>2</sub>b<sub>1</sub>), les minéralisations Zn-Pb-(pyrite) : une meilleure approche des anomalies pourra être faite à l'aide de la géochimie en les distinguant des anomalies formationnelles. La conjonction d'un fond très pyriteux et la présence d'une forte densité de filons synschisteux peut être favorable aux concentrations (indice de Sials).

. Une comparaison des métallotectes connus(15) dans les versants nord et sud de la Montagne noire avec ceux de l'Unité de Brusque peut permettre de dégager certains guides pour les concentrations économiques :

1 - le métallotecte carbonaté Cambrien inférieur (s.l.) avec Pb-Zn (Ba) est connu :

- Condades : 20 000 t Zn reconnues avec Zn >> Pb ; concentration de forme lenticulaire,
- la Loubatière : 50 000 t Pb + Zn avec Pb >> Zn ; minéralisation du passage d'une sédimentation calcaire à dolomitique.

2 - La série noire paléozoïque (Géorgien inférieur) :

- St-Salvy : niveau à Zn sidérite avec remobilisation locale lors des tectoniques souples,
- la Rabasse : calcaire noir avec Pb-Zn à proximité du granite de Faulat.

3 - Métallotectes structuraux

Des pièges structuraux peuvent s'y ajouter tels que des plans de décollement et des zones de broyage abritant des filons ou amas (la Caunette d'Alzon (Cu-Pb)).

Exemples :

- à Salsigne, un champ filonien mis en place à la faveur des fractures tardihercyniennes, est situé à proximité de niveaux volcano-sédimentaires minéralisés stratiformes (cambro-ordovicien ?),
- à St-Salvy (450 000 t Zn avec Ag et Pb), la minéralisation est en relation avec les concentrations préorogéniques des niveaux zincifères : les phases de fracturation tardihercyniennes ont joué un rôle extrêmement important dans la création des pièges à minerai, qui apparaît également étroitement contrôlé par le batholite granitique du Sidobre.

(15) Réf. Aubague Orgeval Soulié (1977), Bull. BRGM Fr. 2ème série, Section II, n° 3.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Carte des gîtes minéraux de la France (1980) 1/500 000 - feuille Marseille (BRGM).
- AUBAGUE M., ORGEVAL J.J., SOULIE M., en coll. avec BOYER F., COMBES P.J. (1977) - Les gîtes minéraux de la terminaison méridionale du Massif Central et de sa bordure languedocienne, bull. BRGM Fr., 2e série, sect. II n° 3.
- BARRABE et ORCEL (1948) - "Etude de la concession de Brusque" réf. exacte in PRIAN (1980) (document inédit transmis par F. BOYER).
- DONNOT M. - Carte géologique CAMARES 1/50 000 (A paraître).
- DONNOT M. et GUERANGE B. (1978) - Le synclinorium cambrien de Brusque. Implications stratigraphiques et structurales dans les monts de l'Est de Lacaune (Tarn, Aveyron, Hérault) versant nord de la montagne Noire. Bull. BRGM n° 4, sect. I, pp. 333-363, 4 fig., 3 pl. dt 2 h.t..
- LULIN J.M. (1980) - Minéralisations du flanc inverse du synclinorium de Brusque. Rapport stage BRGM.
- MATTAUER M. (1980) - Les déformations des matériaux de l'écorce terrestre. Ed. Hermann 493 p..
- MILESI J.P. (1980) - Inventaire gîtologique (préliminaire) des principaux indices Pb-Zn des Monts de l'Est de Lacaune - rapport BRGM inédit -
- PERONNE Y. (1955) - Etude géologique et métallogénique de la région de Brusque et de Fayet (Aveyron) D.E.S. Paris 60 p. ronéo.
- PIERROT R., PULOU R., PICOT P. (1977) - Inventaire minéralogique de la France n° 7, Aveyron, éd. BRGM.
- PRIAN J.P. (1980) - Les phosphorites cambriennes du versant septentrional de la montagne Noire, au Sud du Bassin permien de Camarés (Aveyron). Thèse université (Paris VI).
- RABINOVITCH H. (1968) - "Etude sur la région de Brusque" (document inédit transmis par F. BOYER).
- ROUCHY J.M. (1973) - Etude géologique et métallogénique de la haute vallée de l'Orb. Thèse 3e cycle Paris.
- VIALON P., RUHLAND M., GROLIER J. (1976) - Eléments de tectonique analytique. Masson 118 p..

LISTE DES PLANCHES ET ANNEXES HORS TEXTE

Annexe 1 : Sur la phase d'écaillage : anatomie, schéma dynamique (§ 2.2.)

Annexe 2 : Les dolomies dans les carbonates de Brusque (K<sub>2a</sub>)

Planche n° 1 : Carte géologique et localisation des minéralisations du  
secteur de Brusque - Monts de l'Est de Lacaune - 1/10 000.

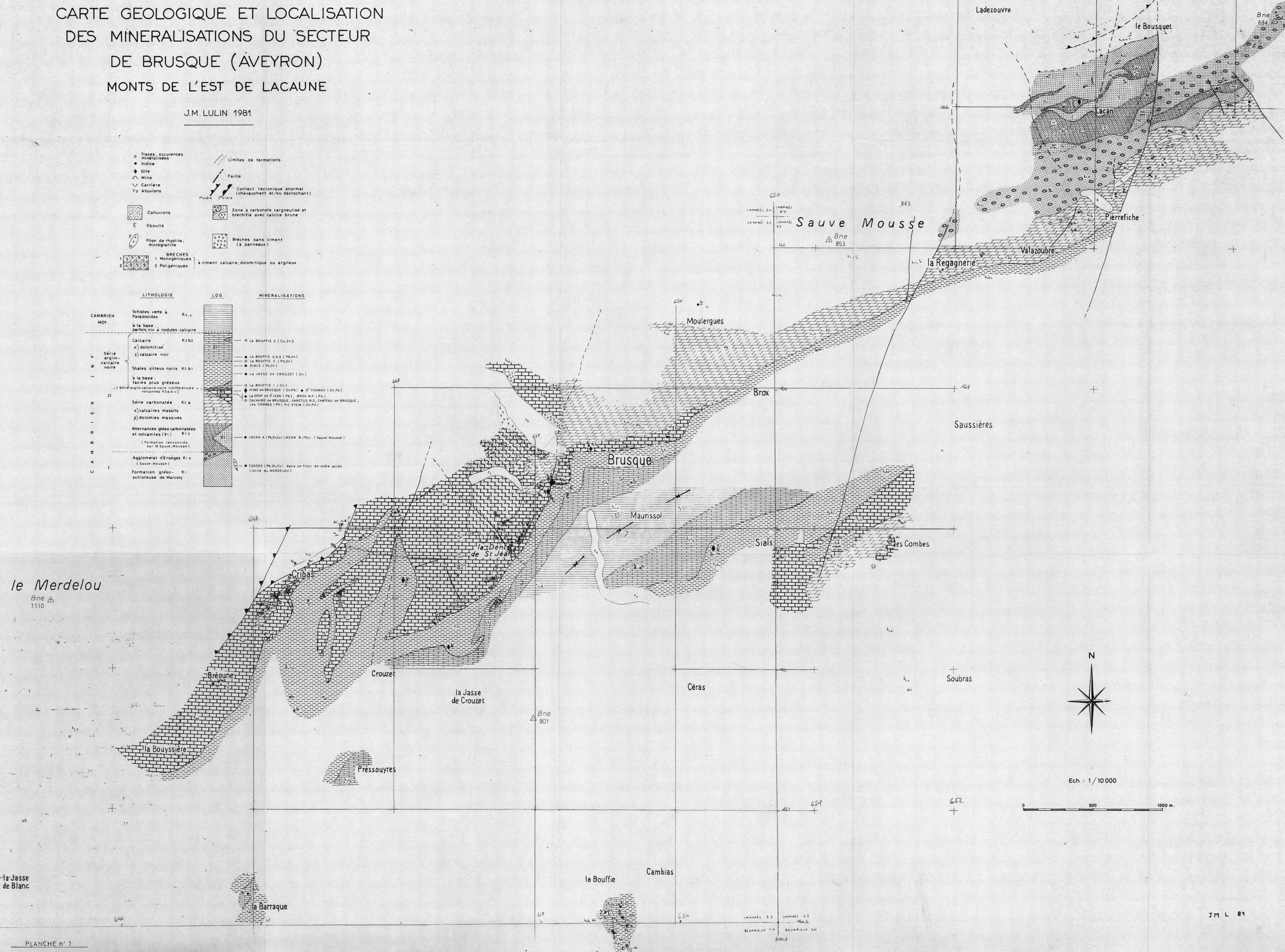
Planche n° 2 : Mines de Brusque - Lever structural et situation des zones  
minéralisées 1/500.

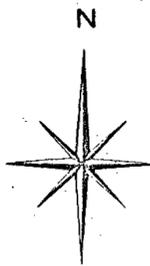
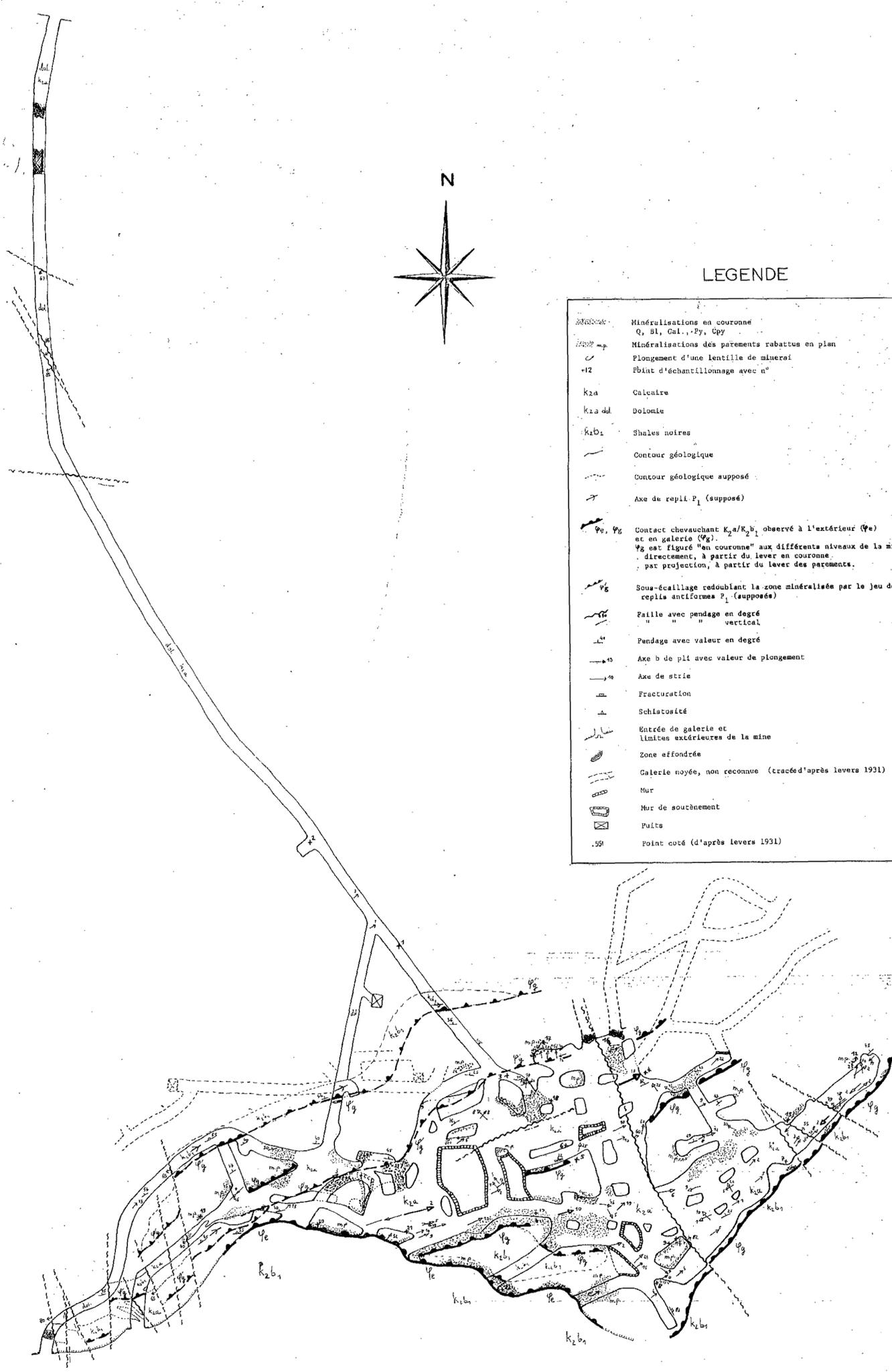
# CARTE GEOLOGIQUE ET LOCALISATION DES MINERALISATIONS DU SECTEUR DE BRUSQUE (AVEYRON) MONTS DE L'EST DE LACAUNE

J.M. LULIN 1981

- Traces, occurrences mineralisées
- Indice
- ◆ Gîte
- ▲ Mine
- ▽ Carrière
- Fz Alluvions
- Limites de formations
- Faille
- Contact tectonique normal (chevauchant et/ou décrochant)
- Zone à carbonates cagnéusés et brechifiés avec calcite brune
- Breches sans ciment (à panneaux)
- BRECHES 1 Monogéniques 2 Poligéniques à ciment calcaire, dolomitique ou argileux

LITHOLOGIE	LOG	MINERALISATIONS
CAMBRIEN MOY. Schistes verts à Parasoudes K3,4 à la base parfois niv à nodules calcaire		
Calcaire K2b2 a) dolomitisé b) calcaire noir		○ LA BOUFFIE 3 (Cu,Zn)
Série argilo-calcaire noire Shales silteux noirs K2 b1 à la base facies plus gréseux (Série argilo calcaire noire indifférenciée volcanites K2a-b-c)		● LA BOUFFIE 1,3,5,6 (Pb,Zn) ○ LA BOUFFIE 2 (Pb,Zn) ● SIALS (Pb,Zn) ● LA JASSE DE CROUZET (Zn)
Série carbonatée K2 a a) calcaires massifs b) dolomies massives		○ LA BOUFFIE 1 (Zn) ● MINE DE BRUSQUE (Zn,Pb) ● S'THOMAS (Zn,Pb) ● LA DENT DE S'JEAN (Pb) ● BROX M.F. (Pb) ○ CALVIERE DE BRUSQUE, SANCYUS (Pb), CHATEAU DE BRUSQUE, LES COMBES (Pb) P.C. SISM. (Zn,Pb)
Alternances grès carbonatés et volcanites (V1) K1,2 (Formation rencontrée sur le Sauvage-Mousse)		● LACAN A (Pb,Zn,Cu) LACAN B (Pb) (Sauve-Mousse)
Agglomérat d'Enséges K1 v (Sauve-Mousse)		○ CUSSES (Pb,Zn,Cu) dans un filon de roche acide (Unité du MERDELOU)
Formation grés-schisteuse de Marcory K1		



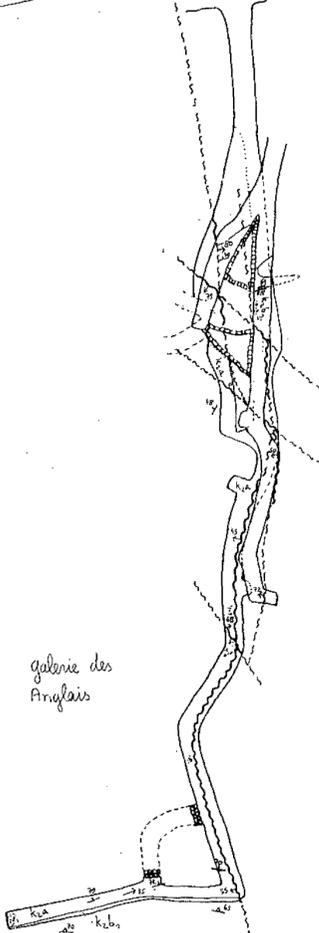


LEGENDE

	Minéralisations en couronne Q, Bl, Gal., Py, Cpy
	Minéralisations des parements rabattus en plan
	Plongement d'une lentille de minéral
	Pbiant d'échantillonnage avec n°
	K2a Calcaire
	K2a-dol Dolomite
	K2b1 Shales noires
	Contour géologique
	Contour géologique supposé
	Axe de repli P1 (supposé)
	Contact chevauchant K2a/K2b1 observé à l'extérieur (Fg) et en galerie (Fg)
	Fg est figuré "en couronne" aux différents niveaux de la mine directement, à partir du lever en couronne, par projection, à partir du lever des parements.
	Sous-écailage redoublant la zone minéralisée par le jeu des replis anticlinaux P1 (supposés)
	Faille avec pendage en degré
	" " " " vertical
	Pendage avec valeur en degré
	Axe b de pli avec valeur de plongement
	Axe de strie
	Fracturation
	Schistosité
	Entrée de galerie et limites extérieures de la mine
	Zone effondrée
	Galerie noyée, non reconnue (tracés d'après levés 1931)
	Mur
	Mur de soulèvement
	Puits
	Point coté (d'après levés 1931)

Faille observée en surface

Ruisseau du Sanctus



galerie des Anglais

MINES DE BRUSQUE  
LEVER STRUCTURAL  
ET SITUATION DES ZONES MINERALISEES

Ech: 1/500



## ANNEXE N° 1

### Sur la phase d'écaillage : anatomie, schéma dynamique (§ 2.2)

Les précisions que nous pouvons apporter sur la phase d'écaillage résultent pour l'essentiel des observations effectuées avec J.P. MILESI en août 1980, poursuivies en mai 1981, dans l'Unité de Brusque et particulièrement dans la mine de Brusque.

Les grands traits de la phase d'écaillage ont été analysées par M. DONNOT et B. GUERANGE (1978, voir p. 350).

Remerciements : B. GUERANGE a lu ce manuscrit et nous a fait part de ses remarques et suggestions.

### 1 - INVENTAIRE, ANATOMIE DES DEFORMATIONS LIEES A L'ECAILLAGE

#### 1.1 - DANS LE FLANC INVERSE DU SYNCLINORIUM

a - Au niveau de la mine de Brusque, placée au contact calcaire  $k_2a$ /shales  $k_2b_1$ , nous avons les éléments suivants, du mur au toit :

- plis "de semelle" cisailés, de plan axial subparallèle au plan de contact calcaire/shale N60 et visibles au voisinage de celui-ci (fig. 10),
- plis de flexion, métriques à plurimétriques, de plan axial subvertical, accompagné d'un décollement banc à banc et d'axe N60 de direction dominante avec plis subordonnés N-S, N100, N140 (fig. 11),

L'axe b des plis N60 est généralement coaxial de la direction des stries ; ces stries peuvent néanmoins être légèrement déformées. Les plis subordonnés les déforment d'une façon encore plus nette. L'axe b de ces plis, tout en étant de direction constante, peut onduler légèrement.

Ces structures plissées s'amortissent rapidement (en 5 m environ) au-dessus du contact calcaire/shale ce qui traduit un gradient tectonique croissant (fig. 12) vers celui-ci.

Stries et cannelures de directions 60 NE 15° pénétratives dans la masse des carbonates, ont une plus grande amplitude vers le contact calcaire/shales.

Dans les shales en bordure du calcaire, nous avons :

- une bordure mylonitique épaisse de 10 à 50 cm. Le contact  $k_2a/k_2b_1$  paraît par place discordant.
- des plis d'axe N 70 à N-S, disharmoniques, replissant la schistosité.

Interprétation :

Les déformations décrites ci-dessus peuvent être attribuées au jeu du flanc inverse du synclinorium, postérieurement à la phase de plissement initial et de la schistosité.

b - Au niveau de la masse des formations carbonatées et shaleuses du flanc inverse :

On observe :

- des plans de sous-écaillages de caractère pénétratif calcaire sur calcaire et calcaire sur shales (points soulignés par DONNOT et GUERANGE (1978)).

Nous avons alors :

- augmentation de l'amplitude des stries passant à des cannelures au niveau du compartiment chevauchant (Cribas),

- système des plis N60 avec plis subordonnés (Cribas, La Bouysière),

- remplissage fréquent au niveau des carbonates pliés de boudins de quartz latéaux avec calcite associée (Cribas, mine de Brusque : Calcaire/sur shales).

- plan de glissement inverse avec boudins calcaires et (ou) dolomites (Cribas, point 515).

- une striation interne des bancs carbonatés ( $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_2b$ ) dans tout le flanc inverse et de direction constante : N60° plongeant vers le NE de 15° (fig. 16).

Des recristallisations, des cipolinisations, des dissolutions semblent accompagner le phénomène.

Il y a constitution de plans de stries conformes ou subparallèles à So mais qui localement peuvent lui être oblique.

On peut passer à des stries stylolitiques dans des replis du synclinorium (Cribas, Breone) quand la direction de bancs carbonatés devient trop oblique par rapport à celle des stries. La direction des pics stylolitiques indique alors une contrainte de l'Est vers l'Ouest.

Interprétation : Ces stries résulteraient d'un mouvement faisant jouer préférentiellement les plans So des carbonates entraînant un glissement "banc sur banc" : ce mouvement est de caractère cisailant.

- Au niveau des agglomérats volcaniques d'Ensèges ( $K_{1v}$ ) dans la zone du Sauvè-Mousse, on observe également :

- l'étirement, le poissonnement des éléments constitutifs de agglomérats : leur direction est d'orientation identique à celle des stries dans les carbonates (fig. 17),
- le développement d'une schistosité mylonitique en couloir NE-SW particulièrement au niveau de la bordure Sud, déversée et cisailée cartographiquement.

### 1.2 - DANS LE FLANC NORMAL DU SYNCLINORIUM.

Les secteurs étudiés de Sials, de Saumière et de Soubras ne présentent aucun des caractères décrit au § 1.1.

### 1.3 - DONNEES REGIONALES

Dans l'unité de Peux-Promillac, J.P. PRIAN détermine un rejeu cisailant senestre des plans de schistosité suivant la direction SW-NE, associée à des plis de flexion, plis d'applatissement N60 précoces et N160 à N180 plus tardifs.

Les données actuelles permettent d'envisager d'après B. GUERANGE (communication orale) une continuité entre les phases de schistosité et d'écaillage.

### 1.4 - CONCLUSIONS

Les déformations décrites n'apparaissent qu'au niveau du flanc inverse du synclinorium et peuvent être attribuées à des mouvements cisailant et chevauchant.

L'amplitude des déformations de caractère cisailant (stries, cannelures, poissonnement) augmente, en se rapprochant des plans d'écaillage dans les Carbonates et dans les Agglomérats ; Ces structures sont liées chronologiquement et géométriquement.

La coexistence dans cette phase de déformation d'une composante cisailante et d'une composante chevauchante donne au mouvement cisailant un sens senestre. Il est déduit de la direction des stries (N60 NE15) et du sens de déversement (vers le SE) de l'écaillage.

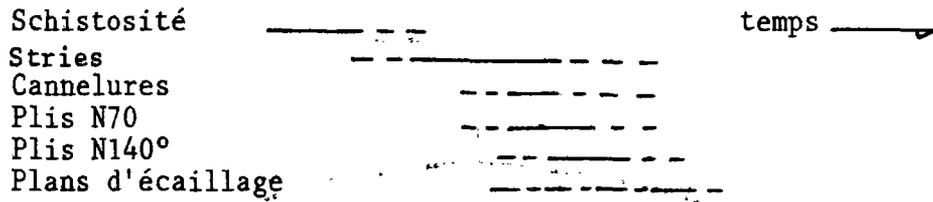
## 2 - SCHEMA DYNAMIQUE DE L'ECAILLAGE

Après une période d'initiation faisant jouer en cisaillement simple "banc sur banc", la totalité de la masse de carbonates du flanc inverse, il y a formation de plans de rupture privilégiés associant la composante cisailante senestre à la composante de raccourcissement N-S.

Des réorientations locales des contraintes au niveau du plan de chevauchement donnent une direction de raccourcissement NW-SE.

Le mouvement du plan d'écaillage se traduit par un décrochement (cisaillement) conjugué d'un chevauchement vers le SE (raccourcissement).

Pour la phase d'écaillage du flanc inverse de l'unité de Brusque, à l'aide des relations de déformation entre les éléments tectoniques présents, nous proposons la chronologie suivante :



La phase de cisaillement simple initiale suivie des plans d'écaillage nous fait passer d'une déformation continue (stries) à un domaine de déformation, discontinue (plan de faille).

La direction de reccourcissement (Z) d'orientation N-S correspond au domaine de la contrainte principale  $\sigma_1$ , celle NE-SW de cisaillement à  $\sigma_3$ .

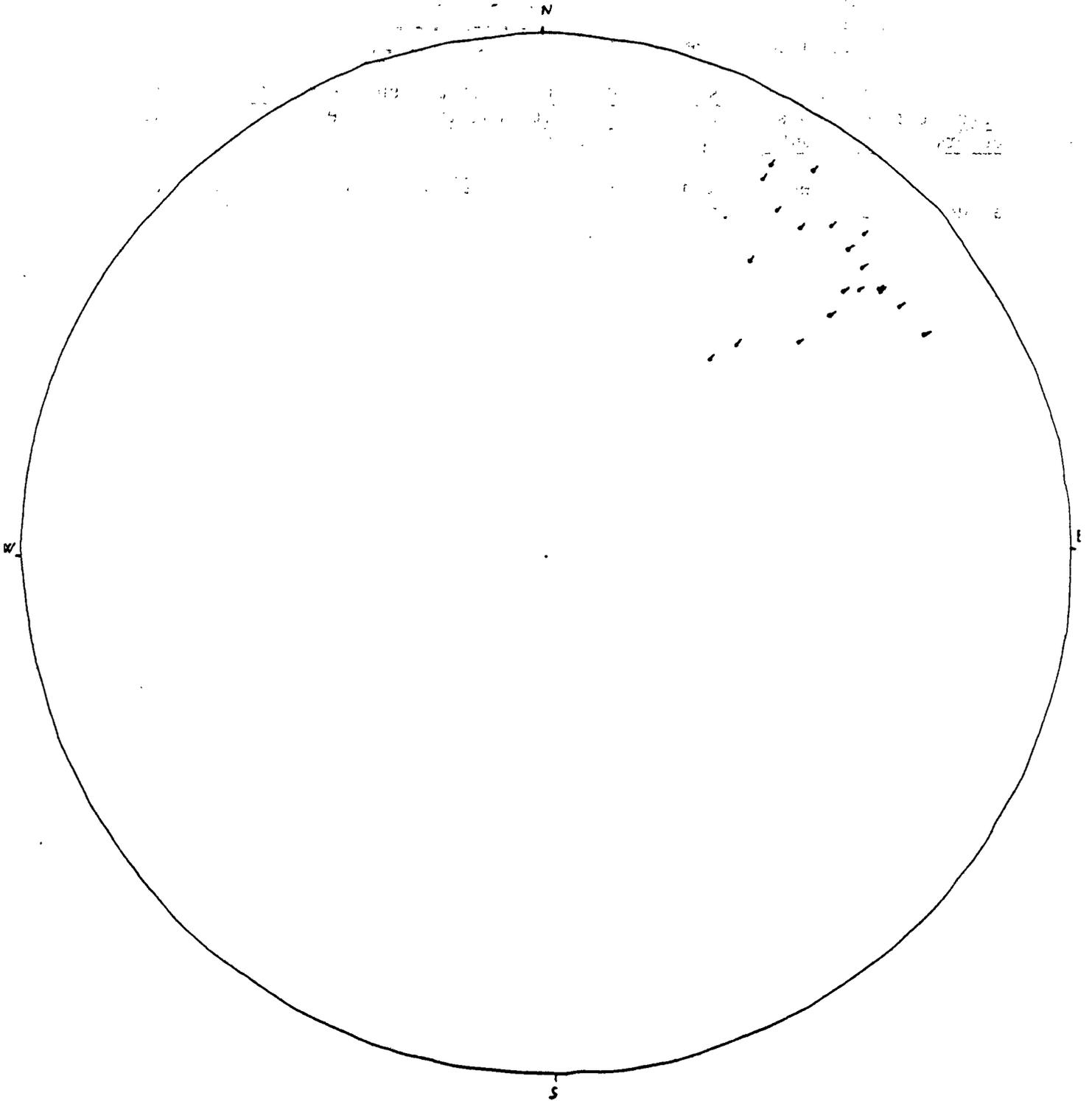


Fig. 16 : Stries des carbonates (K2a). Flanc inverse du synclinorium de Brusque Proj. Wulf V.  
Stries : 20 mesures

J.M. LULIN, 1981

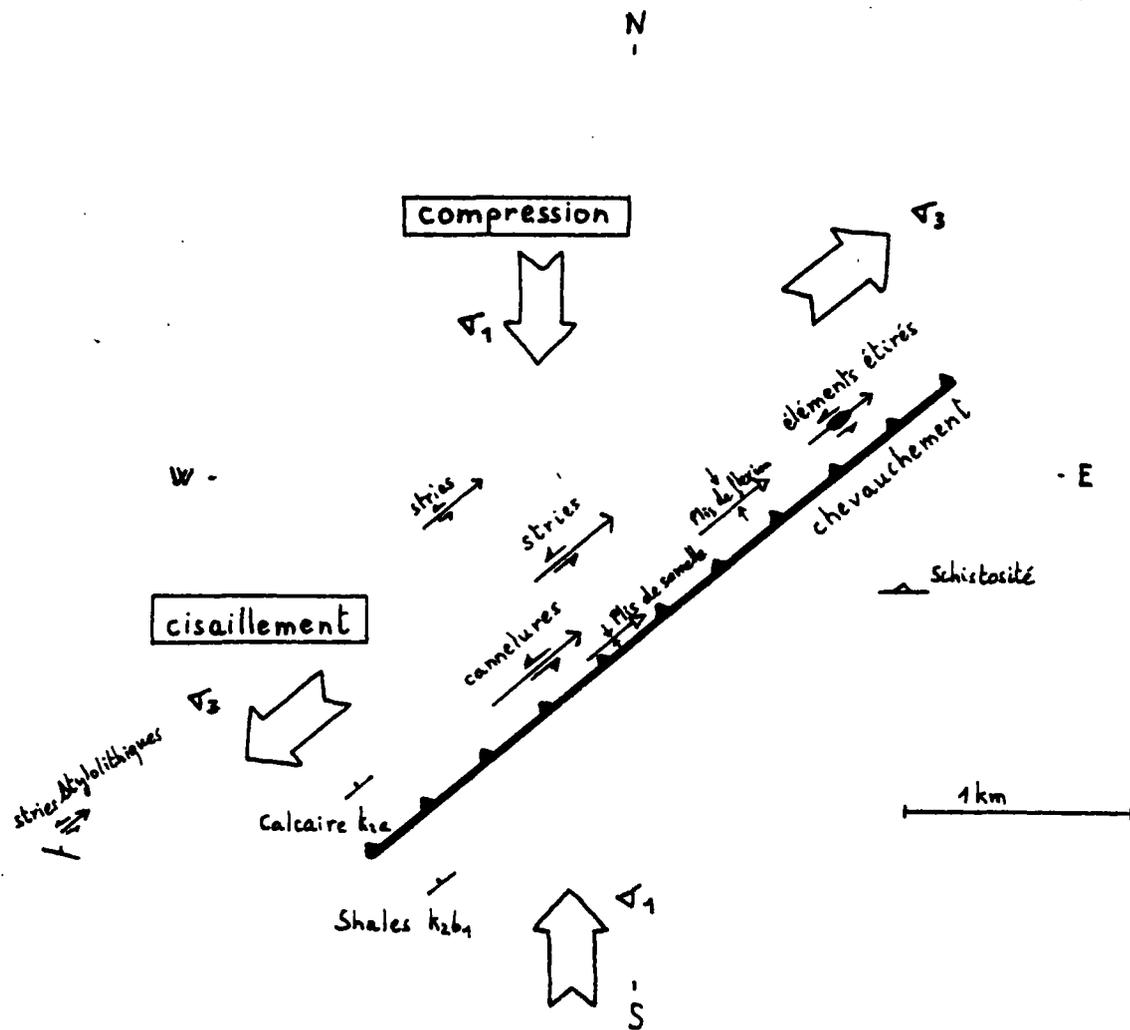


Fig. 18 : Ecaillage du Synclinorium de Brusque : schéma dynamique

## ANNEXE N° 2

### Les dolomies dans les Carbonates de Brusque (K<sub>2a</sub>)

Les dolomies massives K<sub>2a</sub> affleurent en bancs massifs dm à m dans les flancs inverse et normal du Synclorium, cartographiquement en position latérale ou inférieure aux calcaires massifs K<sub>2a</sub>.

- A la périphérie de ces dolomies, on observe, par place, en contexte calcaire :

- a) Des zones dolomitiques paraissant se disposer en couloirs N-S pluridécamétriques de largeur décamétrique, sécants aux bancs de calcaire franc environnant (Calcaire de Brusque).
- b) Raccordées ou non à ces couloirs, des passées dolomitiques grossières (calcaire de Brusque) ou très fines (Les Combes, flanc normal) sont subparallèles aux bancs calcaires et semblent les remplacer banc à banc.
- c) Des boudins de Dolomie (Ankérite ?) se placent dans des plans de décollement paraissant liés à l'écaillage du flanc inverse (point c. 515).
- d) Une dolomie associée localement aux zones de calcaire cargneulisé et bréchique, avec calcite brune, dans le flanc inverse (environ de Brusque) :

- constituant le ciment d'une brèche polygénique (calcaire, dolomie) dans le Ravin de Moulergues.
- remplissant les fractures tardives N140-N160 (coupe Ravin du Sanctus).

- En contexte dolomitique, on observe sur le flanc normal des "îlots" métriques à décamétriques de calcaire présentant localement des figures de dolomitisation (Les Combes).

Ainsi, plusieurs dolomies sont mises en évidence dans l'ensemble du K<sub>2a</sub> :

- . Dolomie en bancs massif (sans traces organiques identifiées).
- . Dolomie de remplacement de banc calcaire, subparallèle ou sécante aux bancs.
- . Dolomie de remplissage de vide.

Une chronologie précise de ces différentes dolomies est peu aisée à établir. Néanmoins, on peut distinguer, d'après les données de terrain :

- . Dolomitisation précoce (?) : dolomie en bancs massifs
- . Dolomitisation(s) tardive(s) à très tardive(s) : dolomies de remplacement ou de remplissage.