



JR

DOCUMENT NON PUBLIC

PERSPECTIVE D'EXTENSION DU GISEMENT DE  
SCHEELITE DE SALAU (Pyrénées ariégeoises) ;  
DONNEES STRUCTURALES

par P. LEDRU

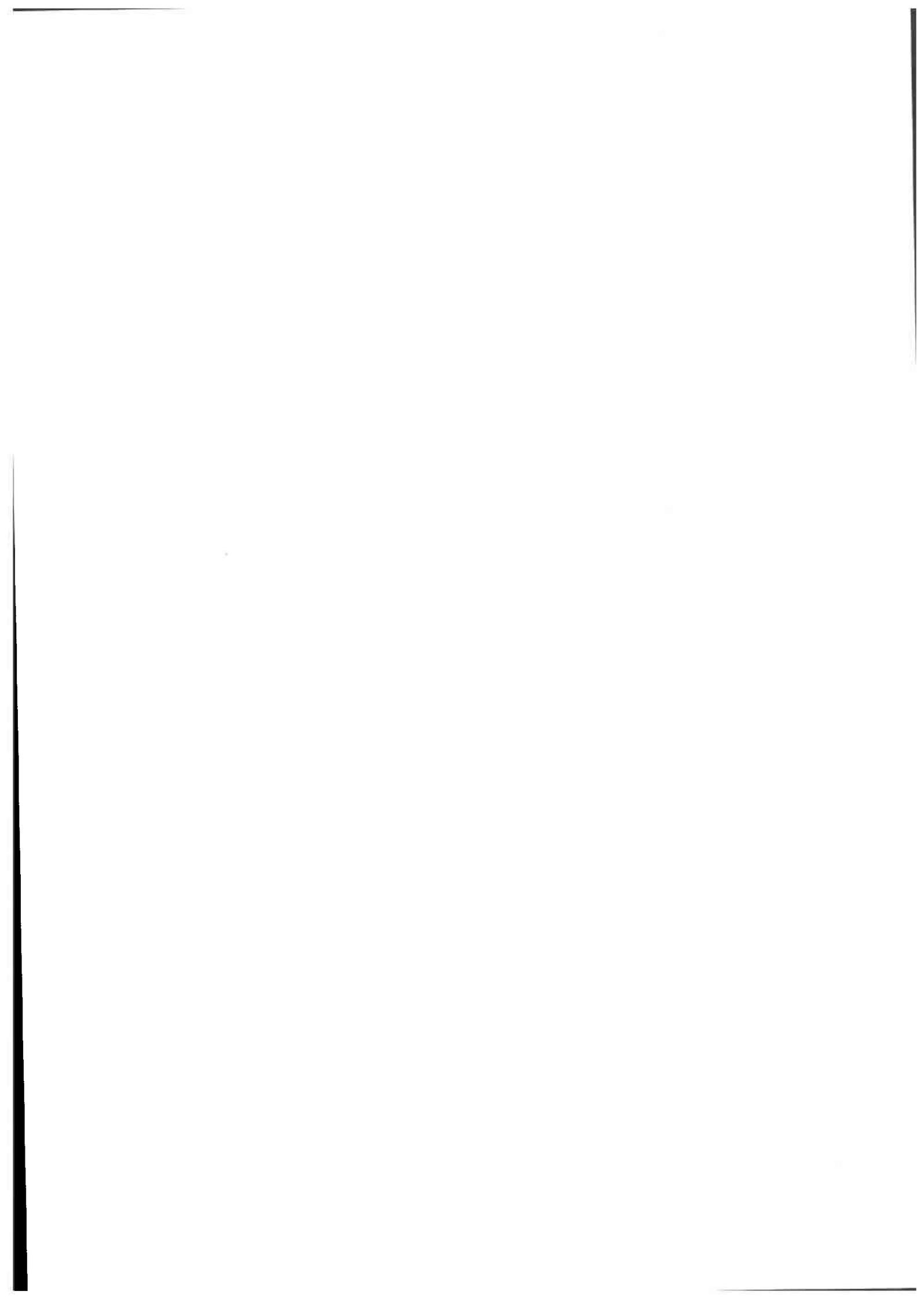
B. R. G. M.  
17. FEV. 1986  
BIBLIOTHEQUE

86. SGN. 063. GEO



## S O M M A I R E

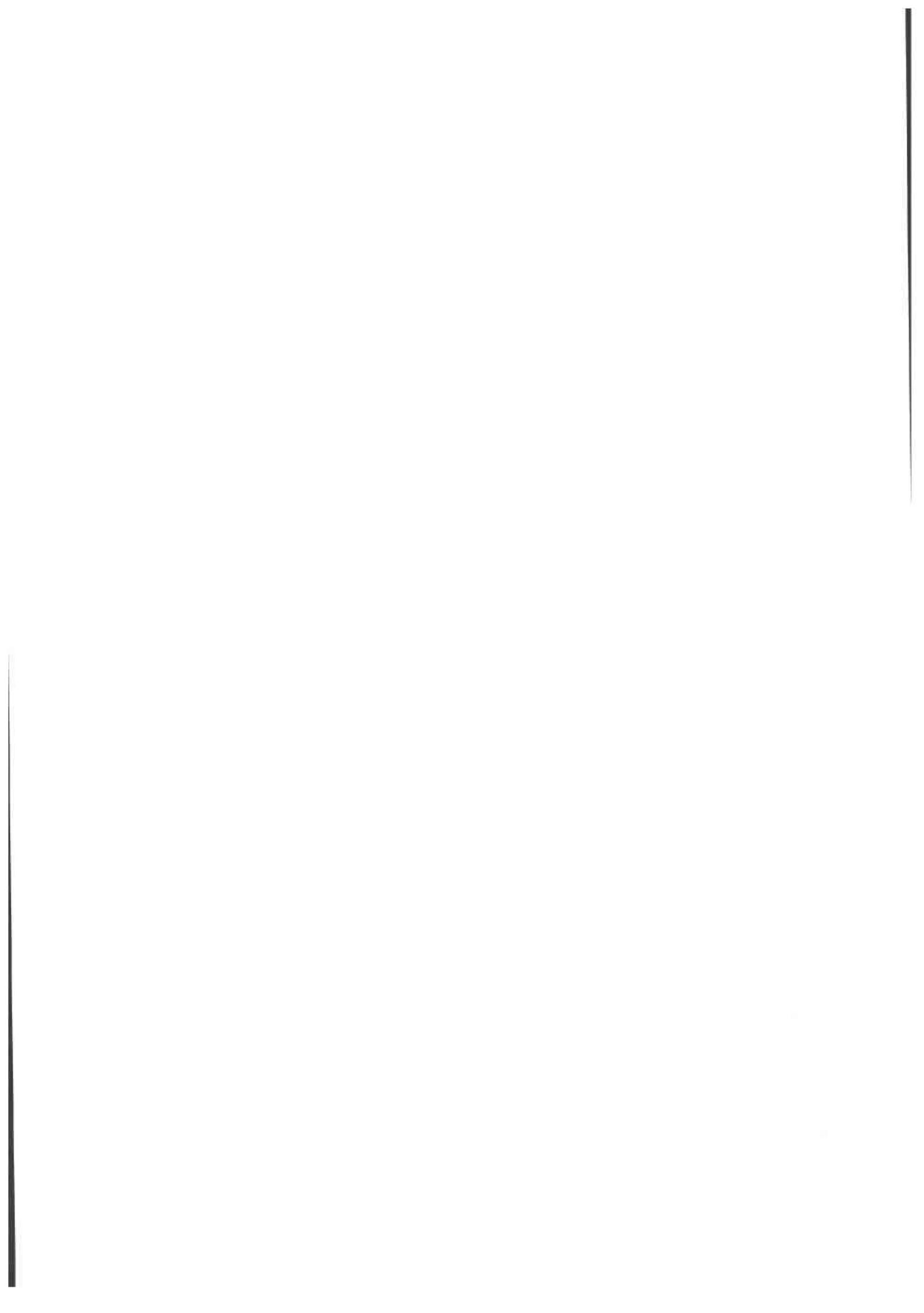
RESUME .....	1
INTRODUCTION .....	2
1 - EVOLUTION DES TRAVAUX DANS LA MINE DE SALAU .....	2
1-1 - La recoupe 1 .....	2
1-2 - La recoupe 2 .....	3
1-3 - Conclusions .....	4
2 - LES INDICES DE SCHEELITE AUTOUR DE L'APEX .....	5
3 - ETUDE DU SONDRAGE CAROTTE ORIENTE S 17 .....	5
3-1 - But du sondage .....	5
3-2 - Lithologie .....	6
3-3 - Structures observées .....	7
3-4 - Interprétation des zones sulfurées .....	8
3-5 - Conclusion de l'étude du S17 .....	8
4 - CONCLUSION GENERALE .....	9
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	



## R E S U M E

Les travaux menés en 1984 et 1985 sur l'apex granodioritique de Salau et dans son encaissant ont permis la définition d'un contexte structural et métamorphique propice à la circulation et au piégeage des fluides minéralisateurs. Les travaux miniers en cours permettent d'illustrer ces modes de piégeage et révèlent des relations chronologiques entre l'intrusion du cortège aplo-pegmatitique et les minéralisations à pyrrhotite-scheelite.

Les indices connus dans l'environnement immédiat de l'apex sont replacés dans le contexte tectonique. En dehors de la zone sud, actuellement exploitée et explorée par la Société Minière d'Anglade, seule la zone ouest mérite une reconnaissance plus poussée en profondeur. Compte tenu des résultats négatifs obtenus sur sondage carotté dans le secteur de Plabidou, cette reconnaissance devrait rester au contact de l'apex et plus précisément à l'intersection d'une grande faille d'orientation E-W à N 120°E.



## **INTRODUCTION**

Cette étude a été réalisée à la demande de la Division Minière Sud-Ouest et a comporté :

- un examen des nouveaux travaux miniers ;
- un examen des indices connus à la périphérie de l'apex granodioritique de Salau ;
- une étude du sondage carotté orienté S 17.

On rappelle que d'autres travaux sur le secteur de Salau ont fait l'objet de notes et publications en 1985 :

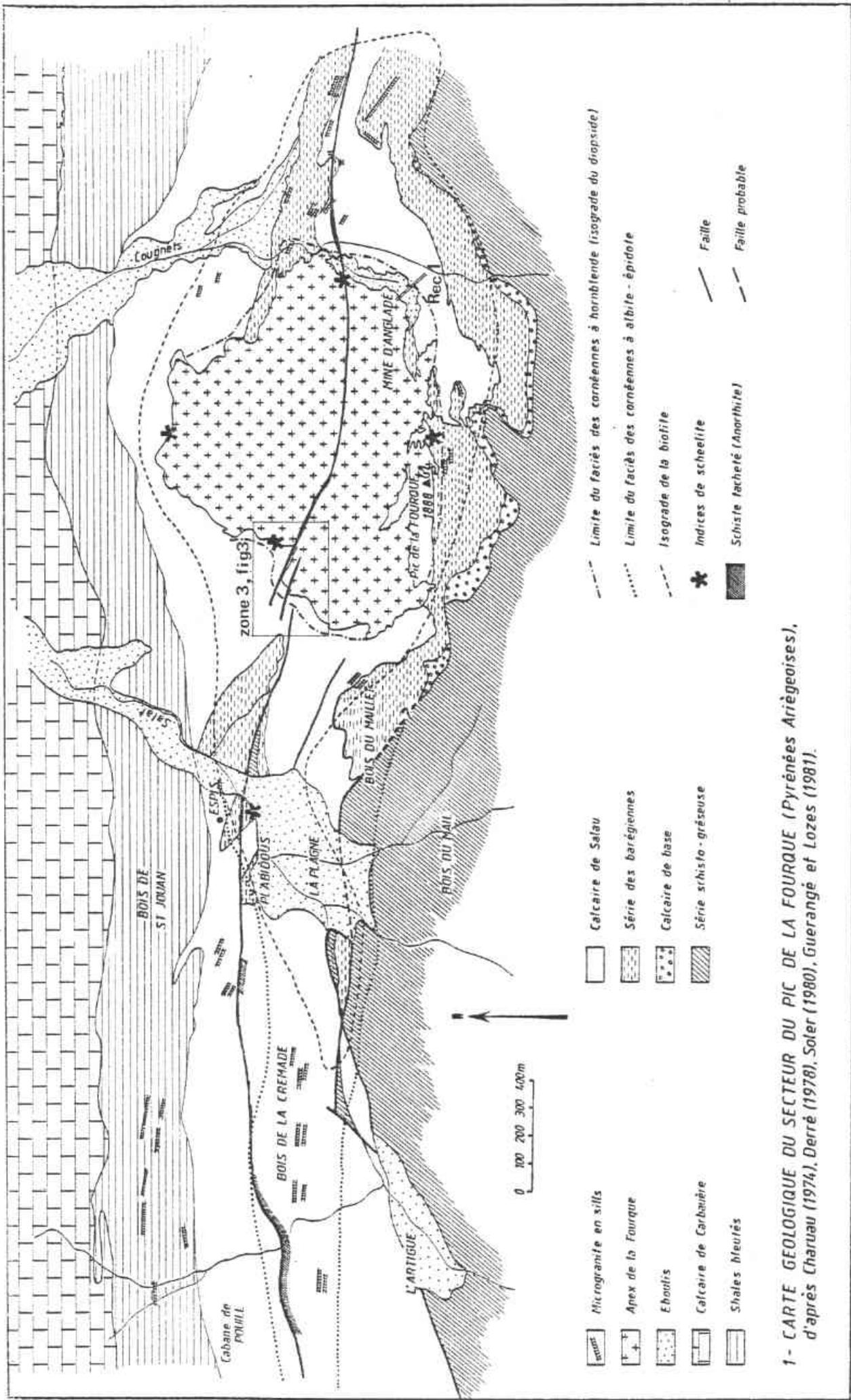
- première synthèse des études structurales des sondages du secteur de Plabidous (LEDRU, 1985b);
- étude des indices de minéralisation à l'Est de la granodiorite de Salau (GERBAL et LEDRU, 1985) ;
- mise en évidence de nappes dévoniennes dans le secteur de Salau (BODIN et LEDRU, publication à paraître) ;
- circulations des fluides minéralisateurs et piégeage en zone de cisaillement, exemple du gisement de scheelite de Salau (LEDRU et AUTRAN, publication à paraître).

## **1 - EVOLUTION DES TRAVAUX DANS LA MINE DE SALAU**

La reconnaissance des zones potentiellement minéralisées a conduit la Société Minière d'Anglade à tracer plusieurs recoupes au niveau 1230 m. Deux d'entre elles, la R1 et la R15 présentent des caractères qui méritent d'être signalés.

### **1-1 - La recoupe 1**

La R1 présente plusieurs intrusions. Elle illustre parfaitement en cela le caractère polyphasé de l'intrusion de l'apex granodioritique. Le faciès banal de la granodiorite semble intrusif dans un faciès plus sombre et à grain plus fin. On retrouve là une observation de SOLER (1980). Des venues aplitiques recoupent ces deux faciès. Enfin dans l'encaissant folié on note des filons métriques de roche plutôt dioritique complètement rétro-morphosée



1- CARTE GEOLOGIQUE DU SECTEUR DU PIC DE LA FOURQUE (Pyrénées Ariégeoises), d'après Charreau (1974), Derré (1978), Soler (1980), Guérangé et Lozes (1981).

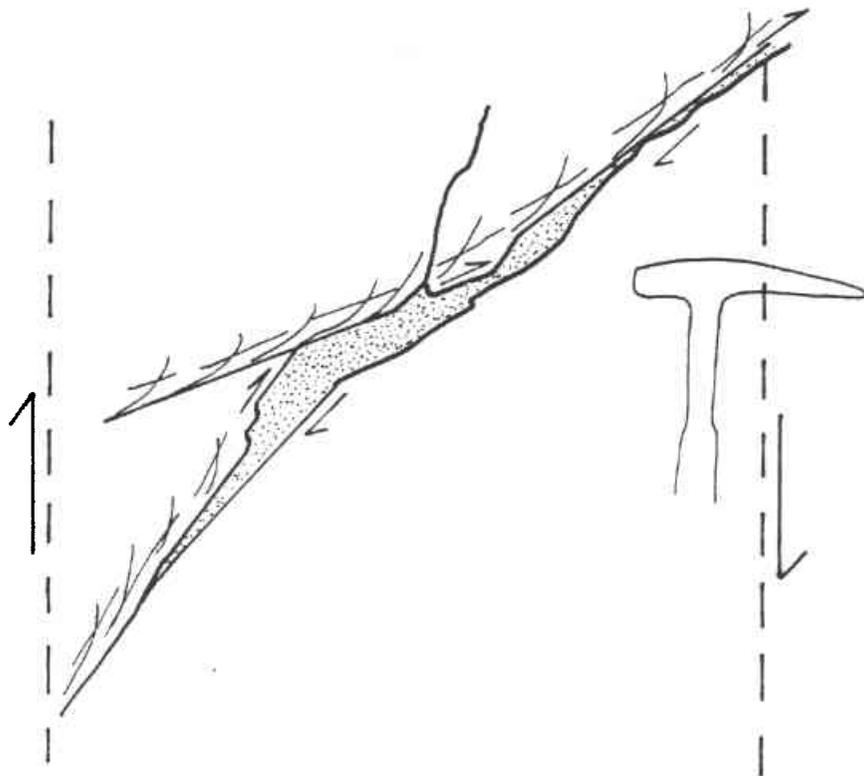
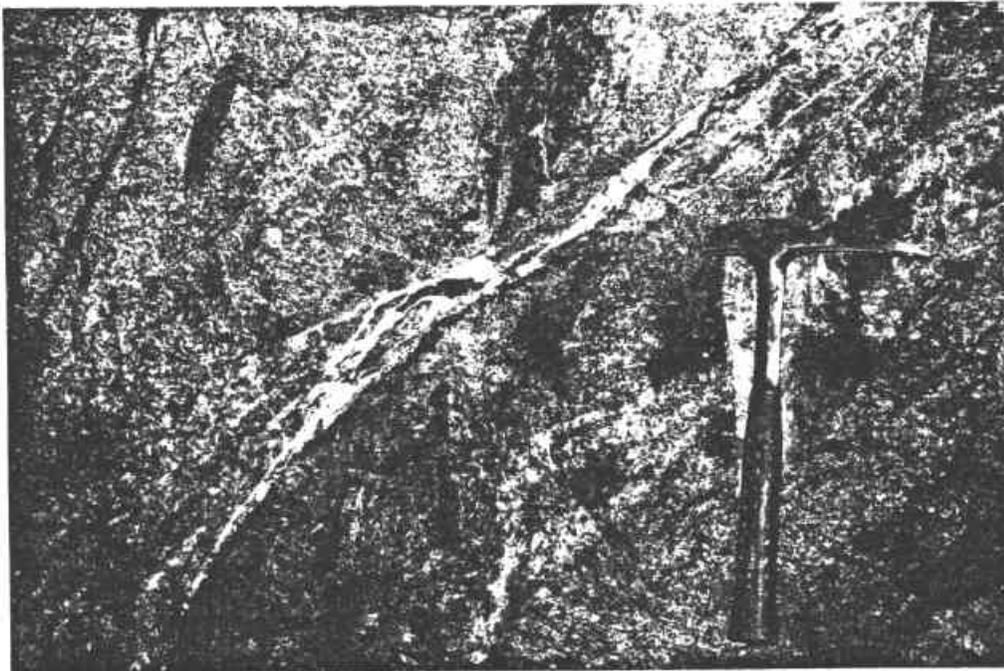
sous l'effet d'un hydrothermalisme intense (clinozoïsite-chlorite). Ces filons correspondent vraisemblablement aux intrusions précoces, antérieures à la mise en place de l'apex (LEDRU et GROS, 1985).

Dans la R1 on note une masse de pyrrhotite minéralisée en scheelite complètement à l'intérieur de la granodiorite claire. En partie inférieure de cette masse on observe un réseau aplitique extrêmement développé qui "bréchifie" l'encaissant granodioritique. Le contact entre sulfure et aplitite est progressif et l'on est conduit à considérer l'association des deux comme un phénomène tout à fait nouveau dans la mine de Salau. Cette association a été par contre déjà reconnue sur le granite de Bassiès (GERBAL et LEDRU, 1985) et sur le granite de Cauterets (BOIS, comm. pers.). La venue de sulfures et de scheelite peut donc être liée au cortège aplo-pegmatitique. Si le lien chronologique est caractérisé, le lien génétique mériterait des études géochimiques et minéralogiques plus poussées.

Dans cette même recoupe, le contact avec les alternances silicocarbonatées est retrouvé. Celles-ci sont orientées N-S, sub-verticales soit parallèles au contact à l'échelle du massif (fig. 1) et à la structure interne de la granodiorite marquée par l'orientation préférentielle des biotites brunes et la fabrication des feldspaths. On trouve des faciès métamorphiques au contact (grenat-pyroxène) mais quasiment dépourvus de scheelite. Ceci est un fait extrêmement important car jusqu'à présent les alternances silico-carbonatées étaient le guide majeur de prospection dans la mine de Salau. On remarquera qu'aucun effet de la tectonique contemporaine de l'hydrothermalisme n'est ici observé (absence de failles E-W chevauchantes à pendage nord).

#### 1-2 - La recoupe 15

Le début de la recoupe 15 illustre la nature des accidents qui affectent la bordure Sud de l'apex. Sur 40 m et tous les 5 m environ on observe une faille ductile, dont le fonctionnement en cisaillement (mouvement chevauchant) est synchrone de l'hydrothermalisme. Plusieurs générations de failles se succèdent et plusieurs systèmes en ouverture minéralisés par les fluides en circulation sont observés (fig. 2). On a ici la preuve que le mécanisme décrit à l'échelle du flanc sud (LEDRU et GROS, 1985) a bien opéré à l'échelle de l'affleurement.



-  Zone en ouverture
-  Dispositif S.C (zone de cisaillement)
-  Faille ductile
-  Figuration du couloir de cisaillement

Fig. 2 : Zone en ouverture dans la granodiorite (recoupe 15)

A l'extrémité ouest de la recoupe on note le plissement de calcaire rubanés. Le style de plissement est en accord avec la tectonique de chevauchement de la granodiorite. Des lits de pyrrhotite massive à scheelite sont présents, injectés dans la foliation et s'accumulant dans les charnières de plis. Il s'agit là encore d'un piègeage dans une zone en ouverture.

### 1-3 - Conclusions

L'étude des nouvelles recoupes a permis d'identifier clairement en mine des phénomènes déduits des travaux antérieurs ou en surface. On note ainsi :

- le caractère polyphasé de la mise en place de l'apex, (cf. SOLER, 1980 ; KAELIN, 1982) ;
- l'association locale entre les venues sulfurées à scheelite et le cortège aplo-pegmatitique ;
- l'absence de minéralisation dans des alternances silico-carbonatées pourtant au contact de la granodiorite dans la recoupe n°1 ;
- le piègeage de fluides en circulation dans des zones en ouverture liées spatialement à des zones de cisaillement chevauchantes.

Ces quatre phénomènes ont fait l'objet d'une présentation à la mine de Salau le 20 mai 1985. L'association des venues minéralisées et du cortège aplo-pegmatitique ainsi que la nature des différents faciès plutoniques seront développés dans un prochain rapport.

A l'époque où ce travail a été mené, les minéralisations observées dans les recoupes à 1230 m s'apparentaient au type de minéralisation hydrothermal, en l'absence d'alternances silico-carbonatés skarnisés. L'épaisseur des niveaux minéralisés était ainsi peu importante, tandis que les teneurs en scheelite étaient extrêmement fortes. Ces corps de pyrrhotite massive minéralisée constituent les équivalents en profondeur de Véronique Sud, le panneau de granodiorite mylonitisée en moins. Il apparaît que le guide de prospection structural (zone de cisaillement au contact granodiorite-encaissant) est donc très important au niveau 1230 m.

## 2 - LES INDICES DE SCHEELITE AUTOUR DE L'APEX

Trois zones d'indices de scheelite dans des corps sulfurés sont connus autour de l'apex en dehors de la zone sud actuellement exploitée et prospectée par la S.M.A. (fig. 1). Ces zones sont situées sur les bordures Nord et Ouest de l'apex et ont fait l'objet de sondages carottés il y a plusieurs années.

A l'affleurement les corps de pyrrhotite et mispickel minéralisés sont de deux types :

- les indices Nord semblent correspondre à des amas de petite taille localisés dans la granodiorite ou au contact, en dehors de zone de cisaillement et d'alternances silico-carbonatées; il pourrait donc s'agir de minéralisations du type de celle observée dans la Recoupe 1 à 1230 m, associée à des venues aplitiques ;
- les indices ouest ont une position différente car localisés près du contact apex-encaissant et dans un contexte structural de failles chevauchantes du nord vers le sud (fig. 3, zone 3).

Les indices ouest ont ainsi des caractères communs avec la zone Sud et paraissent bien plus intéressants que ceux du nord. Des teneurs atteignant 1,13 %  $W_2O_3$  sont connues dans les corps sulfurés.

Les structures de failles inverses identifiées dans cette zone 3 se relient aux structures régionales et notamment à une faille E-W reconnue lors des études précédentes. Ce secteur situé à l'intersection entre le contact encaissant-l'apex et cette faille paraît un objectif de prospection très sérieux pour la Société Minière d'Anglade, des corps de pyrrhotite massive minéralisée peuvent fort bien s'y localiser en profondeur.

## 3 - ETUDE DU SONDAGE CAROTTE ORIENTE S 17

### 3-1 - But du sondage

Les sondages réalisés dans le secteur de Plabidous, à l'Ouest de l'apex, sont restés non minéralisés en scheelite. Après l'étude du seul sondage orienté S16 (LEDRU, 1985a) la géométrie de l'ensemble foré avait été recons-

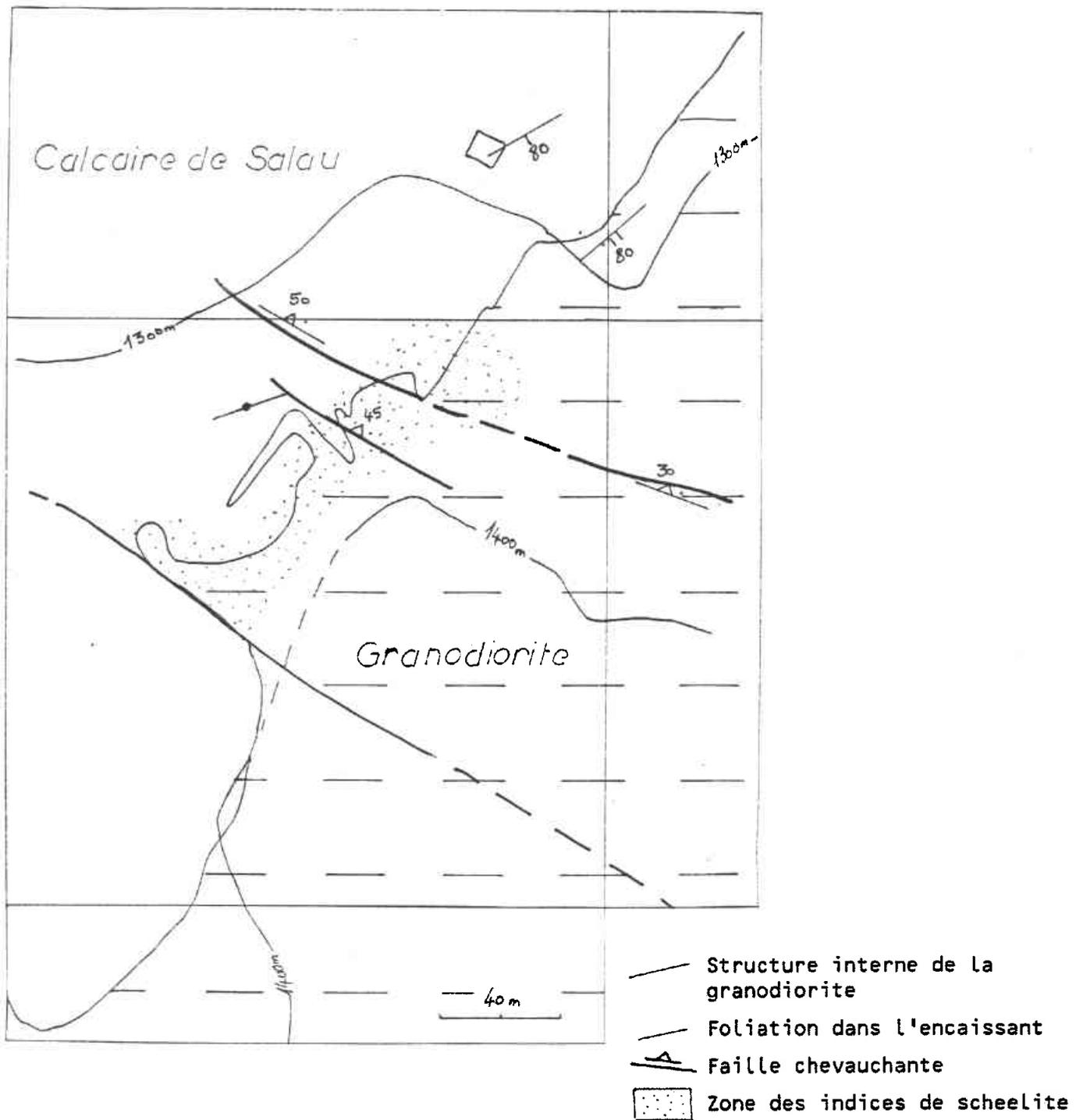


Fig. 3 : Cadre structural des indices de la zone 3, d'après documents SMA (bordure ouest de l'apex)

truite. Un filon de microgranite minéralisé en mispickel-scheelite avait été découvert à 275 m, témoignant d'une activité hydrothermale profonde guidée par le grand accident mentionné au chapitre précédent. Toucher le toit du granite sous-jacent à moins de 500 m paraissait donc peu probable, compte tenu du positionnement des sondages S 14 et S 16.

Toutefois, aucun sondage n'ayant exploré le contact sud entre les calcaires de Salau et l'Ordovicien, il a été décidé d'implanter le S17 au Sud de Plabidous à 45° de pendage sud, malgré le pendage général des structures vers le Sud.

Le présent chapitre replace ce sondage dans l'architecture du domaine encaissant ouest de l'apex granodioritique.

### 3-2 - Lithologie

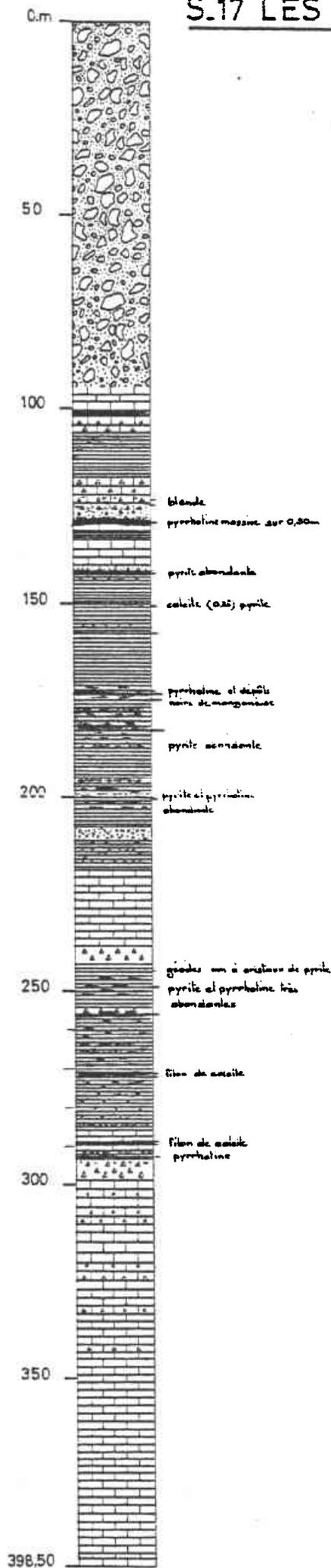
Le log lithologique provisoire (BOUQUET et SOULE, comm. pers.) est présente (fig. 4).

On note sommairement :

- calcaire cristallin de 95 m à 106 m ;
- shales de 106 à 118 m ;
- calcaire cristallin recoupé de nombreuses failles minéralisées de 118 m à 142 m ;
- shales de 142 à 220 m (contenant un filon microgranitique de 208 à 212 m) ;
- shales de 243 m à 287 m ;
- calcaires de 287 à 398,50 m.

L'ensemble du sondage est très tectonisé et l'on note surtout que la structure dominante des séries forées est très souvent strictement dans l'axe du sondage. C'est ainsi de 135 m à 196 m dans des shales verts et noirs, de 257 m à 275 m dans des shales verts et de 290 m à 340 m dans les calcaires cristallins. L'épaisseur des couches traversées est donc faible, étant d'environ 30 m pour les calcaires forés de 287 à 398,50 m.

# S.17 LES CAMPETS



LÉGENDE	
	Ebaulis
	Shales verts
	Shales verts foncés
	Shales gris bleu
	Calcaire gros blanc, massif cristallin à saccharoïde peu rubané
	Brèche ciment calcaire abondant et éléments de shales noirs
	Brèche à éléments de shales verts, ciment argileux, et masses de quartz
	Shales noirs
	Zone mylonitisée
	Roche grenue siliceuse
	Roche noire en bancs
	Filon de calcite
	Blende
	Pyrrholine

Fig. 4 : Log lithologique schématique (d'après Bouquet - Soulé)

N.B: cette coupe schématique doit être considérée comme provisoire avant une étude plus complète notamment pétrographique.

B. R. G. M D.A.M/DL/T	Inventaire Minier Salau Sud
S.17. Les Campets. Salau S.W	
Commune de Couffens (Ariège)	
x. 504.608 y. 3045.570 z. 4039m	
0 50m 100m Echelle 1/1000	
Projeté Lambert IX. 4174	C. Bouquet C. Soulé
	Novembre 85

L'explication de la lithologie du sondage n'est donc possible qu'en étudiant les structures observées. Aucun gradient de métamorphisme n'a été enregistré.

### 3-3 - Structures observées

Le log structural (fig. 5) a été établi suivant la méthodologie utilisée au service de géologie structurale (BRETON et LEDRU, 1985).

La structure dominante est une foliation. Excepté dans les calcaires à la base du sondage où quelques plis avec une schistosité de plan axial sont notés - plis et schistosité 2 affectant la foliation 1 - la foliation est partout ailleurs de type mylonitique liée directement au fonctionnement de failles ductiles.

On notera ainsi la différence avec tous les autres sondages où les structures plicatives étaient extrêmement abondantes.

Comment interpréter cette structuration ? On notera les points suivants (fig. 5) :

- les contacts entre calcaire et shales sont toujours faillés et injectés de quartz-calcite ou sulfures ;
- aucun faciès d'alternances silico-carbonatées n'a été carotté ;
- les shales ne peuvent être corrélés qu'à la partie supérieure de l'Ordovicien, les lamines verdâtres (shales verts) étant d'autre part connues à l'affleurement et cartographiées ordoviciennes (ruisseau du Maillet) ;
- des niveaux de schistes graphiteux noirs, tachant les doigts sont observés à 130 et à 143 m ainsi qu'un tout petit niveau à 285 m, à chaque fois au contact calcaire-shale.

Ces observations impliquent donc l'interprétation tectonique suivante : le sondage a foré de 95 m à 300 m la zone de contact anormale entre l'Ordovicien et le Dévonien, contact dont l'origine est à rechercher dans une tectonique tangentielle précoce, reprise lors d'une tectonique à plan axial

redressé et sub-contemporaine de la mise en place de l'apex. Les schistes graphiteux noirs pourraient représenter le Silurien, couche suivant laquelle le décollement série calcaire - série détritique s'est produit.

La géométrie de l'ensemble foré est ainsi resituée dans l'environnement déterminé précédemment et l'illustration des implications tectoniques (BODIN et LEDRU) est reproduite à titre indicatif (fig. 6).

### **3-4 - Interprétation des zones sulfurées**

De nombreuses passées de pyrrhotite-pyrite massives et de blende ont été observées. Elles se situent indifféremment dans les niveaux calcaires et shales mais le plus souvent en rapport avec des failles et associées à des brèches. Ces minéralisations sont probablement liées à l'activité hydrothermale qui a affecté la région et qui se manifeste à l'Est de l'apex par des indices de chalcopryrite, malachite, mispickel et or (GERBAL et LEDRU, 1985). Ces indices peuvent avoir un intérêt métallogénique propre mais ne constituent pas des guides pour la recherche d'autres gisements de scheelite, aucun caractère métamorphique, structural ou minéralogique étant équivalent à ceux du gisement de Salau. Leur époque de mise en place est inconnue mais leur position actuelle est liée à un phénomène de remplissage syntectonique probablement tardif (tardi-hercynien ?).

On notera que le filon microgranitique foré vers 210 m ne contient ni sulfure ni scheelite contrairement au filon foré dans le S16 vers 275 m.

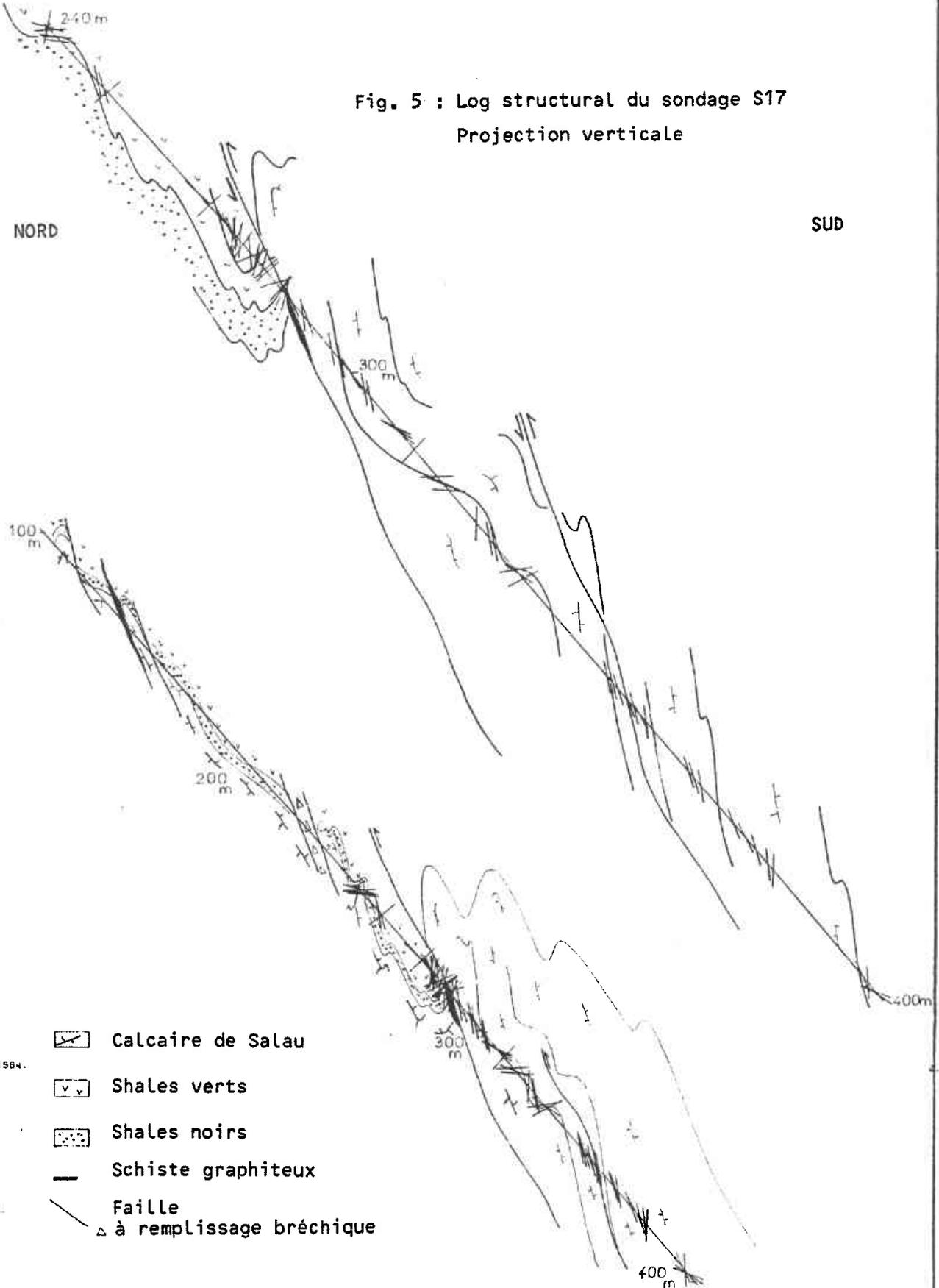
### **3-5 - Conclusion de l'étude du S17**

Les données lithologiques et structurales recueillies sur le sondage S17 confirment les conclusions des études précédentes quant à la géométrie de l'encaissant ouest de la granodiorite de Salau. Le contact entre l'Ordovicien et le Dévonien apparaît extrêmement tectonisé en relation avec une première tectonique tangentielle et le sondage le recoupe à plusieurs reprises, lui étant sub-parallèle. Les alternances silico-carbonatées n'ont pas été forées conformément aux prévisions faites d'après les études de terrain

Fig. 5 : Log structural du sondage S17  
Projection verticale

NORD

SUD



-  Calcaire de Salau
-  Shales verts
-  Shales noirs
-  Schiste graphiteux
-  Faille à remplissage bréchiq

Projection horizontale



Fig. 6 - Coupe structurale de l'encaissant ouest de la granodiorite de Salau réalisée d'après étude de terrain et sondages BRGM orientés

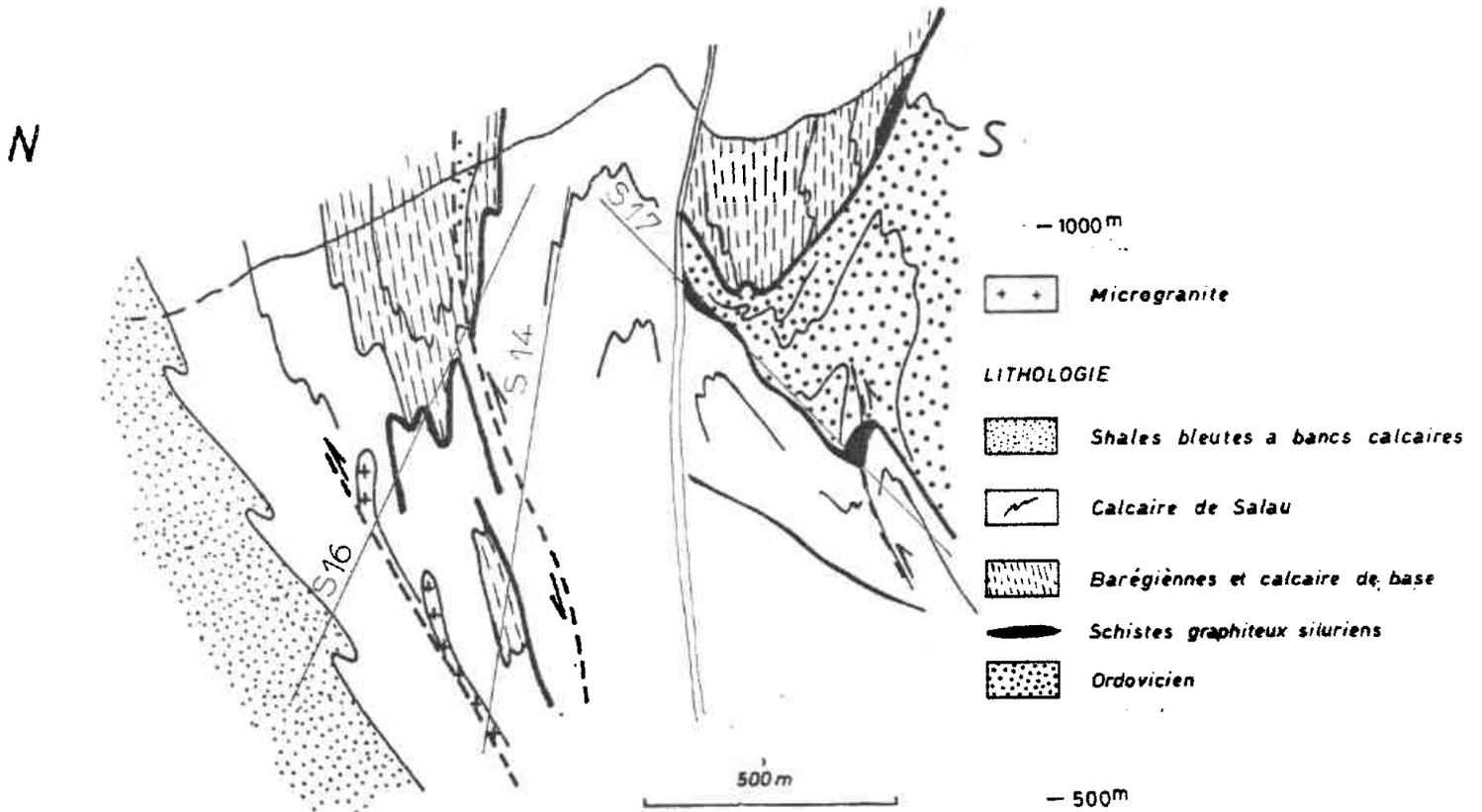
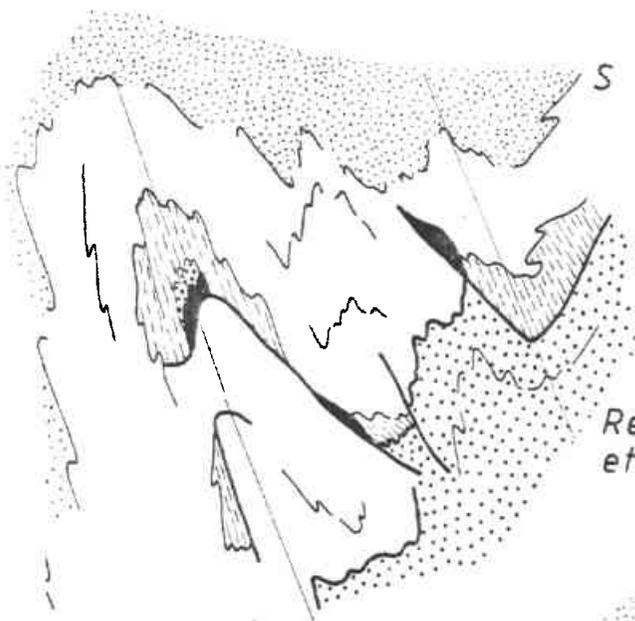
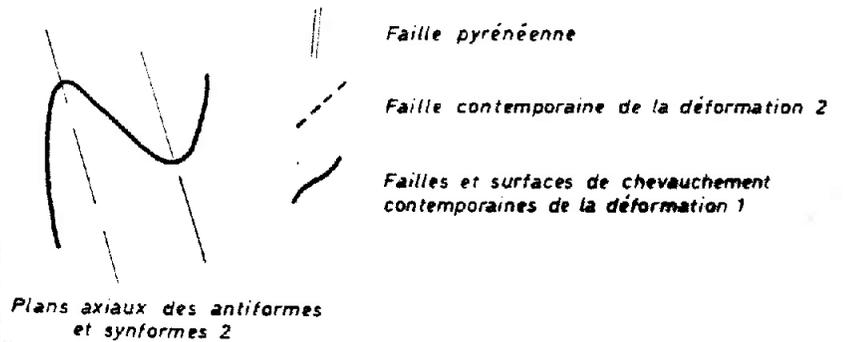


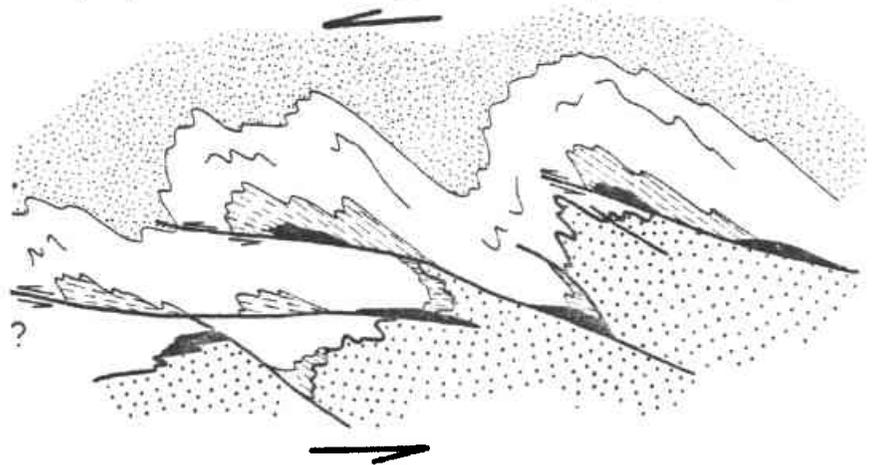
Image simplifiée de la structuration liée à la phase 2



STRUCTURES



Reconstitution de la structuration anté phase 2 et proposition d'un style tectonique pour la phase 1



(LEDRU, 1984), les barégiennes affleurant au Sud de Plabidous constituant une écaille. Aucun corps de sulfure massif, dans un environnement comparable à la mine, n'a été recoupée.

#### 4 - CONCLUSION GENERALE

Les études menées en 1984 et 1985 dans l'apex granodioritique de la Fourque et dans son encaissant ont abouti à la caractérisation des mécanismes de circulation et de piégeage des fluides minéralisateurs. Cette caractérisation permet de proposer un modèle d'évolution tectonique cohérent avec les études pétrographiques et minéralogiques menées depuis plusieurs années.

Cette analyse structurale a des retombées importantes sur la recherche d'extension du gisement. Ainsi les barégiennes ne doivent plus être considérées comme le guide majeur de prospection en mine. En effet les pièges de minéralisations sont de nature structurale en liaison avec les failles chevauchantes du Nord vers le Sud.

Ainsi les barégiennes au contact est de l'apex ne sont pas minéralisées tandis que les corps de pyrrhotite massive à scheelite du niveau 1230 m ne présentent aucune trace de barégiennes. D'autre part l'identification d'un style tectonique tangentiel en phase 1 rend peu probable la répartition géométrique régulière et continue des alternances en profondeur telle que le proposait KAELIN (comm. pers.). Des écailles peuvent toutefois être retrouvées.

Le guide structural ainsi déterminé a été testé dans l'environnement de l'apex. Le flanc sud, actuellement partiellement exploité, paraît pouvoir contenir encore des réserves importantes de minerai vers l'ouest, où peu de sondages ont été faits, et en profondeur. Aucune limite d'extension des minéralisations hydrothermales ne peut y être fixé ce qui laisse de grandes perspectives d'avenir pour la mine, à conditions qu'un programme de recherche soit chaque année soutenu. En dehors de ce flanc Sud, le seul secteur où le guide structural a été identifié est situé sur le flanc ouest de la granodiorite. Des indices minéralisés y sont connus et se localisent sur une grande structure le long de laquelle d'autres indices sont signalés, parmi lesquels ceux d'Espis et du sondage S16. Le toit du granite sous-jacent à

l'apex étant trop profond à Plabidous, le secteur qui mérite une reconnaissance par grand sondage est donc la zone située à l'intersection de la faille E-W à N 120° avec le contact granodiorite encaissant.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BRETON J.P. et LEDRU P. (1985)** : Méthodologie pour une étude structurale de sondage à carottes orientées (exemple de Bodennec, Finistère, France). Chron. Rech. Min., n° 478, p. 51-59.
- GERBAL A. et LEDRU P. (1985)** : Les indices de minéralisation à l'Est de la granodiorite de Salau : Inventaire et cadre tectonométamorphique. Note technique 85 GEO ET 57.
- KAELIN J.L. (1982)** : Analyse structurale du gisement de scheelite de Salau. Thèse 3ème cycle, St Etienne, 176 p.
- LEDRU P. (1984)** : Evolution structurale de l'encaissant de l'apex granodioritique du pic de la Fourque. Rapport du BRGM, 84 SGN 296 GEO.
- LEDRU P. (1985a)** : Etude structurale et métamorphique du sondage S16, La Plagne (Salau, Pyrénées Ariégeoises). Note technique 85 GEO ET 03.
- LEDRU P. (1985b)** : Synthèse des études structurales des sondages du secteur de Plabidou (Salau, Pyrénées Ariégeoises). Note technique 85 GEO ET 33.
- LEDRU P. et GROS Y. (1985)** : Dynamique de mise en place des plutons et des minéralisations associées : exemple de l'apex granodioritique de Salau (Pyrénées Ariégeoises). Rapport du BRGM, 85 SGN 183 GEO.
- LEDRU P. et AUTRAN A. (1986)** : Relations entre zones de cisaillement et minéralisation : l'exemple du gisement de scheelite de Salau (Pyrénées Ariégeoises). Colloque Tungstène, Toulouse, Mai 1986.
- SOLER P. (1980)** : Géologie du gisement de Salau. In "Minéralisations liées aux granitoïdes". Mém. BRGM n° 99, p. 205-215.



DOCUMENT NON PUBLIC

PERSPECTIVE D'EXTENSION DU GISEMENT DE  
SCHEELITE DE SALAU (Pyrénées ariégeoises) :  
DONNEES STRUCTURALES

par P. LEDRU

86 SGN 063 GEO  
JANVIER 1986

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES  
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL  
Département Carte géologique et Géologie générale  
B.P. 6009 - 45060 ORLÉANS CEDEX 2 - Tél.: (33) 38.64.34.34

