



**MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE  
ET DE LA RECHERCHE**  
Inventaire des Ressources Minières  
du Territoire Métropolitain

## **Synthèse régionale des Pyrénées orientales**

---

novembre 1993  
R 37780

numéro de référence P 054 93700



**MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE  
ET DE LA RECHERCHE**  
Inventaire des Ressources Minières  
du Territoire Métropolitain

## **Synthèse régionale des Pyrénées orientales**

---

**B. Moyroud  
I. Salpeteur**

**novembre 1993  
R 37780**

numéro de référence P 054 93700

**BRGM  
DIRECTION MINES MOYENS  
Département Exploration**

BP 6009 - 45060 Orléans Cédex 02 - France - Tél.: (33) 38 64 34 34

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

MOYROUD B., SALPETEUR I. (1993) - Synthèse des Pyrénées orientales. Rap. BRGM R 37780, 94 p., 26 fig., 6 tabl., 2 pl.

## RESUME

La synthèse des Pyrénées orientales a été réalisée dans le cadre de l'Inventaire des ressources minières du territoire métropolitain. La zone d'étude couvre l'extrémité orientale des Pyrénées, à l'exception du massif des Albères, sur une superficie de 2 400 km<sup>2</sup>. Elle s'intéresse essentiellement aux dépôts paléozoïques qui s'étendent en bordure de dômes gneissiques ou en limite de vastes massifs intrusifs granodioritiques.

Cette zone est géographiquement limitée au sud et à l'ouest par les frontières de l'Espagne et de l'Andorre, au nord par les limites de coupures à 1/50 000 qui correspondent approximativement aux bordures sud des granites du Querigut et de Millas, et à l'est par la plaine du Roussillon.

Cette étude fait le point des travaux d'exploration menés dans cette région depuis près de 40 ans, qui ont été axés essentiellement sur des recherches d'amas à fluorine, barytine et métaux de base, sur la recherche de tungstène et, plus récemment, sur la recherche d'or. Elle s'appuie sur la compilation des données géologiques et gîtologiques et des résultats des prospections géochimiques et alluvionnaires.

La compilation des données géologiques, qui aboutit à la réalisation d'une carte géologique à 1/250 000, permet de définir le cadre lithostratigraphique et structural de cette portion de la chaîne des Pyrénées et, en particulier, de discuter des corrélations possibles avec les formations cambriennes de la Montagne-Noire (sud du Massif central).

Les trois grands thèmes d'exploration évoqués précédemment sont ensuite successivement abordés. En ce qui concerne les amas à fluorine, barytine, sidérite et métaux de base, l'apport de la géochimie stratégique permet de replacer ces indices dans une enveloppe géochimique à métaux de base à Zn dominant, qui traduit la vocation métallogénique de la série qui les contient. Nous essayons de montrer que cette série, qui repose en discordance sur un socle gneissique, évolue depuis des dépôts de plate-forme externe instable, avec volcanisme associé, vers des bassins confinés à schistes noirs. Parmi les gîtes associés à ces séries, il a été possible de montrer, grâce à la datation isotopique du Pb, que l'un au moins est d'origine exhalative-sédimentaire (gîte à pyrite-blende de La Manère) ; les autres contenant des proportions variables de sidérite-fluorine-barytine et blende, associés étroitement à des niveaux carbonatés, sont d'origine plus problématique ; la cohérence d'une relation plate-forme - bassin et la position des indices nous incitent à leur attribuer une origine sédimentaire.

Nos prospections, orientées vers la recherche de couches sulfurées, n'ont pas permis de dégager de nouvelles cibles mais définissent un secteur favorable, centré sur la formation volcanique du Col de Seille, qui mériterait des compléments de prospection.

Les caractéristiques géochimiques des bassins à schistes noirs, inclus dans cette enveloppe géochimique à métaux de base et Zn dominants, suggèrent des voies nouvelles d'exploration, orientées vers la recherche de platinoïdes.

Les minéralisations en or connues forment un champ de petites structures filoniennes liées aux cisaillements provoqués par la phase compressive tardive, dans des formations sédimentaires grésopélitiques, faiblement métamorphiques, qui ont pu jouer un rôle préconcentrateur (district



des Aspres). Les résultats de l'Inventaire définissent un nouveau secteur anomal, contrôlé par la faille de Mérens, avec une signature géochimique évoquant localement un contexte hydrothermal à cachet granitique évolué. Les minéralisations connues près de cet accident, comme à Puig de Maurous, pourraient être en relation avec un jeu hercynien en chevauchement.

Le thème départ acide, avec les anomalies à W, n'apporte pas de renouvellement de la recherche, toutes les cibles anormales ayant fait l'objet d'importants travaux de développement, sans qu'aucun objectif économique n'ait pu être identifié.

Les résultats de cette synthèse et des travaux de l'Inventaire illustrent la difficulté du renouvellement de la recherche dans une région intensément prospectée avec des méthodes modernes depuis près de 40 ans, après presque un siècle de tradition d'exploration minière. Nous avons tenté de montrer l'intérêt métallogénique des séries encaissant les amas à fluorine, barytine, sidérite et zinc, intérêt qui pourrait susciter de nouveaux efforts pour la recherche de Zn dans les niveaux volcano-sédimentaires, ou de platinoïdes dans le bassin de schistes noirs. Pour l'or, nous avons mis en évidence le caractère anomal de la faille de Mérens qui constitue un nouveau métallotecte.

## TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION .....	9
1. HISTORIQUE MINIER .....	11
2. CADRE GEOLOGIQUE DES PYRENEES ORIENTALES HERCYNiennes.....	17
2.1. Pyrénées hercyniennes .....	17
2.1.1. Ensemble gneissique .....	18
2.1.2. La série métamorphique cambro-ordovicienne.....	19
2.1.3. La série paléozoïque non métamorphique (Caradocien à Carbonifère moyen).....	22
2.1.4. Les granites hercyniens.....	24
2.1.5. La tectonique hercynienne .....	24
2.2. Pyrénées post-hercyniennes.....	25
2.3. Fractures cartographiques majeures .....	26
2.3.1. La faille nord-pyrénéenne.....	26
2.3.2. La faille de Mérens - Amélie-les-Bains.....	26
2.3.3. Fractures SW-NE.....	27
2.4. Avertissement pour la carte géologique à 1/250 000 .....	27
3. LES METAUX DE BASE.....	29
3.1. Synthèse géologique.....	29
3.2. Caractérisation des anomalies géochimiques.....	33
3.2.1. Le contrôle régional des principales anomalies en métaux de base .....	33
3.2.2. Classification des anomalies en zinc les plus contrastées .....	33
3.3. Les anomalies contrôlées et le résultat des recherches .....	37
3.3.1. Localisation .....	37
3.3.2. Critères de sélection.....	37
3.3.3. Méthodologie.....	40
3.3.4. Résultats .....	41
3.4. Anomalies Pb-Zn restées en suspens .....	46
3.5. Conclusions et recommandations .....	47

<b>4. L'OR .....</b>	<b>51</b>
<b>4.1. Contexte anomal des anomalies stratégiques .....</b>	<b>51</b>
<b>4.2. Anomalies contrôlées et résultats .....</b>	<b>51</b>
4.2.1. Localisation .....	51
4.2.2. Méthodologie .....	51
4.2.3. Résultats .....	53
<b>4.3. Anomalies en or moins contrastées restées en suspens .....</b>	<b>69</b>
4.3.1. Anomalies Au-As (Ni-Co) associées à des fractures recoupant des niveaux à sulfures disséminés dans les formations d'Evol .....	69
4.3.2. Anomalies à Au-W, scheelite, de type skarnoïde, situées au contact de granites ou granodiorites .....	69
<b>4.4. Principales caractéristiques gîtologiques des minéralisations à Au .....</b>	<b>71</b>
4.4.1. Typologie des différents indices aurifères .....	71
4.4.2. Contrôle lithologique des minéralisations filoniennes du premier groupe .....	79
4.4.3. Conclusions de l'étude gîtologique .....	80
<b>4.5. Conclusions et recommandations .....</b>	<b>81</b>
<b>5. LE TUNGSTENE .....</b>	<b>83</b>
<b>5.1. Historique de la recherche et principaux indices découverts .....</b>	<b>83</b>
5.1.1. Travaux BRGM avant l'Inventaire .....	83
5.1.2. Travaux SNEA(P) .....	84
5.1.3. Travaux Guillams .....	85
<b>5.2. Typologie des indices .....</b>	<b>85</b>
5.2.1. Skarn de contact .....	85
5.2.2. Gneiss à silicates calciques .....	85
5.2.3. Type non défini .....	86
<b>5.3. Résultats des travaux de l'Inventaire .....</b>	<b>86</b>
<b>5.4. Conclusion .....</b>	<b>86</b>
<b>6. QUELQUES VOIES NOUVELLES D'EXPLORATION .....</b>	<b>87</b>
<b>6.1. Schistes noirs à métaux de base (Pb-Zn-Cu ou Zn-Ni) et métaux précieux .....</b>	<b>87</b>
<b>6.2. Minéralisations hydrothermales à Cu-Ni-Co et PGE .....</b>	<b>88</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>89</b>

## LISTE DES FIGURES

- Fig. 1 - Localisation de la zone étudiée.
- Fig. 2 - Couverture géochimique et alluvionnaire des Pyrénées orientales.
- Fig. 3 - Couverture géochimique multi-élémentaire (SNEA(P)).
- Fig. 4 - Répartition des indices de la ceinture péri-Canigou.
- Fig. 5 - Schéma de la répartition des minéralisations en fonction des différents domaines de sédimentation.
- Fig. 6 - Diagrammes binaires.
- Fig. 7 - Dendrogramme de classification (CAH) des 422 échantillons de sédiments de ruisseau à teneur en Zn supérieure à 350 ppm.
- Fig. 8 - Localisation des anomalies Pb-Zn contrôlées.
- Fig. 9 - Col de Seille : anomalie géophysique B (Gironella Sud).
- Fig. 10 - Pb-Zn : anomalies restées en suspens.
- Fig. 11 - Anomalies en Au obtenues en prospection stratégique.
- Fig. 12 - Localisation des anomalies Au contrôlées.
- Fig. 13 - Indices et cadre géologique du Puig de Maurous.
- Fig. 14 - Gloriane : Etude structurale des filons. Interprétation de la mise en place du quartz lenticulaire affecté par le plissement de la phase 3.
- Fig. 15 - Localisation lithostructurale des indices de Glorienes (*in* Polizzi, 1990).
- Fig. 16 - Géochimie tactique pour Au dans le secteur de la chapelle Saint Pons.
- Fig. 17 - Contexte lithostructural de la chapelle Saint Pons.  
Résultats géochimiques et alluvionnaires semi-stratégiques.
- Fig. 18 - Géochimie tactique en sol (200 x 50 m) pour Au dans le secteur de Nohèdes.
- Fig. 19 - Géochimie tactique en sol (200 x 50 m) pour As dans le secteur de Nohèdes.
- Fig. 20 - Géochimie tactique en sol (200 x 50 m) pour Sb dans le secteur de Nohèdes.
- Fig. 21 - Localisation des anomalies non suivies en géochimie tactique pour Au.
- Fig. 22 - Anomalies à Au-As (Ni-Co) dans les formations d'Evol.

Fig. 23 - Répartition des indices aurifères par type de minéralisation.

Fig. 24 - Différents types de minéralisation filonienne.

Fig. 25 - Succession lithostratigraphique des Aspres nord-occidentales.

Fig. 26 - Géochimie fond de vallon de l'ouest des Aspres.

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tabl. 1 - Principaux gisements et gîtes.

Tabl. 2 - Travaux de recherches pour le tungstène.

Tabl. 3 - Travaux de recherche sur les filons des Aspres.

Tabl. 4 - Travaux de recherche sur les amas stratoïdes.

Tabl. 5 - Comparaison des diverses phases de déformation définies dans les Aspres et le Canigou.

Tabl. 6 - Comparaison des moyennes arithmétiques des dix familles anormales en Zn.

## **LISTE DES PLANCHES**

Pl. 1 - Carte géologique à 1/250 000.

Pl. 2 - Report des dix familles anormales en Zn issues de la CAH.

## **LISTE DES ANNEXES**

Ann. 1 - Origine des minéralisations stratiformes de la bordure du Canigou : apport de la géochimie isotopique du plomb. E. Marcoux, M. Joubert, J.L. Lescuyer.

Ann. 2 - Carte des gîtes minéraux, tableau des indices et description des amas stratoïdes péri-Canigou. B. Moyroud, Y. Calvet, R. Costargent.

Ann. 3 - Atlas géochimique. I. Salpêtre.

Ann. 4 - Atlas des concentrés alluvionnaires. Y. Calvet, B. Moyroud, L. Rouzaud.

Ann. 5 - Cartes et tableaux des prospectifs. Y. Calvet, R. Costargent.

## INTRODUCTION

Le but de cette synthèse, réalisée dans le cadre de l'Inventaire minier français, est de valoriser les résultats des prospections effectuées par coupures à 1/50 000 ; au fur et à mesure de la progression de la couverture géochimique stratégique. Pour cela, deux objectifs principaux sont fixés :

- rassembler et actualiser les données disponibles ;
- faire le point des travaux de prospection déjà réalisés, en établir un bilan critique et dégager, par une réflexion gîtologique, une sélection de thèmes favorables à la poursuite de l'exploration.

Cette synthèse s'appuie sur une mise à jour et une réinterprétation des données pluridisciplinaires qui intéressent la cartographie géologique, les données des prospections géochimiques et alluvionnaires, la gîtologie et les prospections déjà réalisées.

Les limites géographiques (fig. 1) de l'étude correspondent à la partie occidentale de la chaîne des Pyrénées, à l'exclusion du massif des Albères. Elles couvrent les coupures à 1/50 000 suivantes (d'ouest en est et du nord au sud) : Fontargente, Mont-Louis, Prades, Céret, Saillagouse, Prats-de-Mollo, Arles-sur-Tech.

Dans les annexes 1 à 4, nous présentons les données de base acquises par les travaux d'Inventaire : étude géochimique des isotopes du Pb (ann. 1), carte des gîtes minéraux de (ann. 2), atlas géochimiques (ann. 3) et atlas des minéraux lourds alluvionnaires (ann. 4). L'annexe 5 (carte et tableau des prospectus) définit l'emprise des contrôles tactiques réalisés par l'Inventaire et résume la nature des travaux entrepris.

La synthèse proprement dite, après la présentation du contexte géologique de la zone d'étude, fait le bilan de ces travaux pour chacun des thèmes de recherche abordés : ainsi sont traités successivement le thème des amas concordants à sidérite, F, Ba, Zn, les thèmes Au et W. Un dernier chapitre est réservé à un thème plus prospectif, découlant des conclusions géochimiques, le thème PGE.

Toutes les cartes seront présentées à l'échelle du 1/250 000 et permettront leur superposition.

Ce rapport, réalisé sous la coordination de B. Moyroud, a été principalement rédigé par B. Moyroud et I. Salpêtre pour la synthèse proprement dite, avec l'apport de J. Guérangé-Lozes pour le chapitre géologie. Divers autres collaborateurs ont participé à la réalisation des annexes : E. Marcoux, M. Joubert, J.L. Lescuyer pour la géochimie isotopique du plomb, Y. Calvet et R. Costargent pour les travaux de recherche documentaire. La digitalisation et la création du fichier des données sont l'oeuvre de Y. Calvet, et la coordination pour l'édition du rapport, celle de J. Marpeaux.

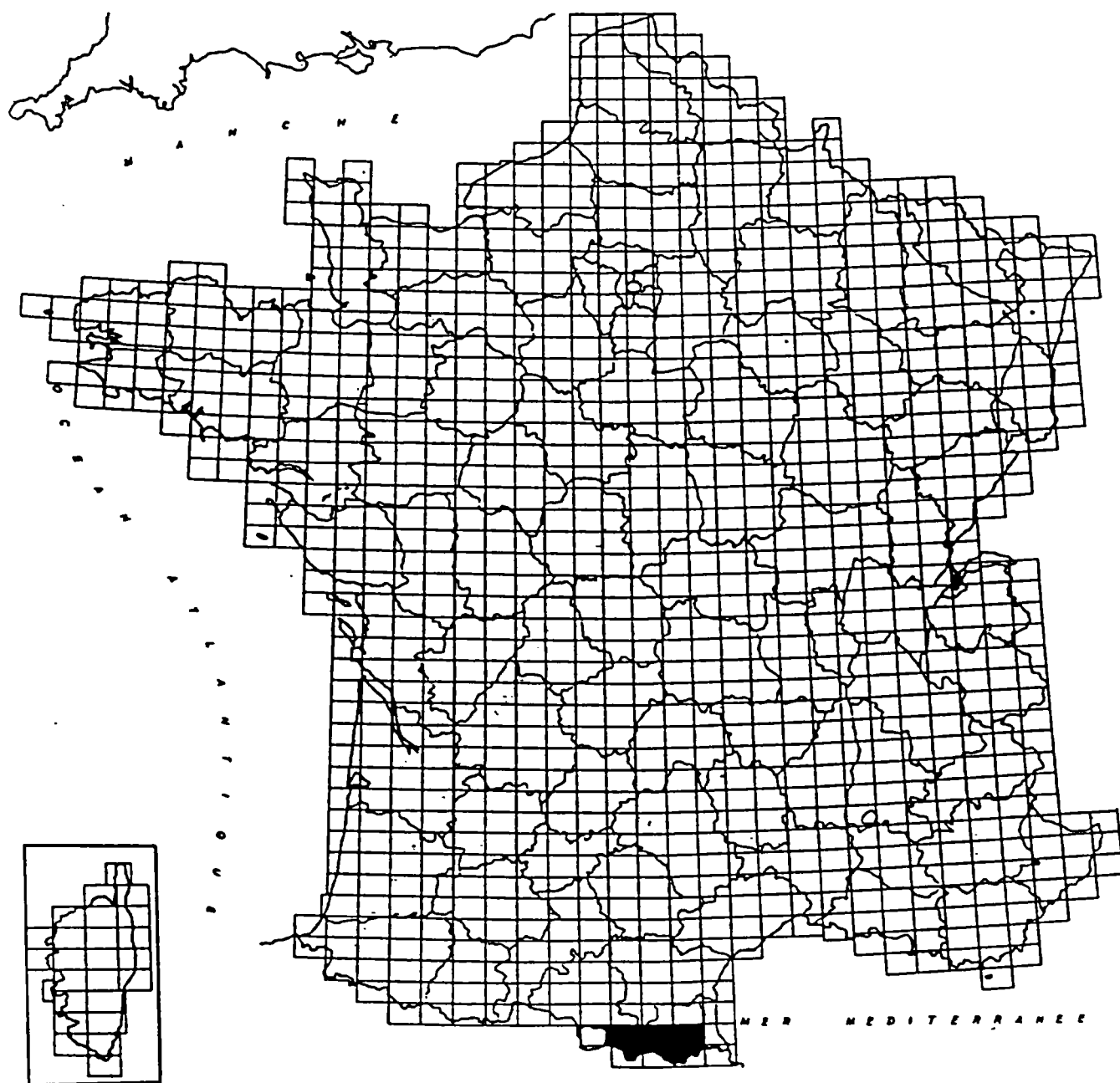


Fig. 1 - Localisation de la zone étudiée.

## 1. HISTORIQUE MINIER

On dénombre, dans la zone d'étude, 270 indices connus, dont la plupart ont été l'objet de travaux miniers de reconnaissance ou de tentatives d'exploitation, témoignant d'une intense activité de recherche. Ces recherches datent essentiellement de la fin du 19<sup>e</sup> et du début du 20<sup>e</sup> siècle. Le tableau 1, qui résume les principaux gisements exploités et les gîtes découverts, montre la vocation pour le fer des Pyrénées orientales ; en fait, certaines exploitations avaient débuté dès le 16<sup>e</sup> siècle et ont été à l'origine de forges catalanes ; on connaît aussi, à Llo, près de Saillagouse, des exploitations proto-historiques.

Parmi les multiples petits gisements de fer ceinturant le massif du Canigou, se détache la mine de Batère, exploitée en souterrain, qui a fourni 4,5 Mt de minerai essentiellement constitué de sidérite, contenant 38 % de fer, sans phosphore ni soufre. L'exploitation a cessé au début de l'année 1988 ; jusqu'à ces dernières années, a subsisté une petite exploitation artisanale pour fournir de la sidérite comme fondant électrométallurgique. Le deuxième gisement important des Pyrénées orientales est celui de fluorine d'Escarro, qui a produit 3,3 Mt de minerai à 60 % de la F<sub>2</sub>. L'exploitation en carrière a cessé en 1991. Il s'agissait à l'origine d'une petite exploitation d'hématite-sidérite, dans laquelle la fluorine, en masse terreuse, n'a été identifiée qu'au début des années 50, d'où la date tardive de l'exploitation de la fluorine (1955). Le gisement est actuellement épuisé.

C'est toujours au début du 20<sup>e</sup> siècle qu'ont eu lieu les travaux plus ou moins importants (traçages, *dépilages* colonnes) effectués dans le district filonien des Aspres, particulièrement sur les filons aurifères de Glorianes (1907) et de Serrabonne, et sous les filons cuprifères ou plombifères de Camélas, Oms En Llinassous, Taillet En Blanc, Fontcouserti, etc. Des recherches ont aussi été effectuées sur les amas stratoïdes à zinc, au sud du massif du Canigou, parmi lesquels nous citerons Can-Pey (1898), Puig Cabrès (1835), La Manère (1841). A l'origine, ces travaux étaient dus à la présence de sidérite ou de galène. Ils se sont ensuite développés de manière sporadique jusque dans les années 1930.

A la fin de la seconde guerre mondiale, il y a eu une importante relance de la recherche sous l'impulsion, principalement, du BRGM (tabl. 2 à 4). Elle n'a abouti à aucune mise en exploitation, mais deux gîtes à potentiel économique ont été identifiés, le gîte à scheelite de Costabonne et le gîte à magnésite de Montner (cf. tabl. 1).

Les prospections de l'Inventaire ont débuté en 1981 par les premières couvertures géochimiques stratégiques et se sont poursuivies jusqu'en 1991 pour les derniers contrôles tactiques. Cet étalement dans le temps fait que les échantillons n'ont pas tous été analysés pour Au (fig. 2). De même, les méthodes analytiques multi-élémentaires ont évolué : quantomètre pour 22 éléments sur les feuilles Céret, Prats-de-Mollo et Arles-sur-Tech, ICP pour 30 éléments sur les feuilles Prades, Mont-Louis, Fontargente et Saillagouse. Les contrôles tactiques ont été localisés et résumés dans l'annexe 5.

De son côté, dès 1969, SNEA (P) entreprenait aussi une couverture géochimique stratégique multi-élémentaire, avec analyse en spectrométrie UV pour 30 éléments et colorimétrie pour le tungstène. D'abord orientée sur le tungstène, avec la couverture des bordures des massifs granitiques, elle s'est ensuite donnée d'autres objectifs, en particulier par la couverture du massif des Aspres et du volcanisme du Col de Seille (fig. 3). Les principales cibles tactiques figurent dans le tableau 2.



Fluorine

	Tonnage produit (teneur)	Réserves (teneur)	Date exploitation	Observations
Escaro	3,3 Mt (60 % CaF <sub>2</sub> )	0	1955-1991	Production fer notable antérieurement
Sahorre	0,45 Mt (60 % CaF <sub>2</sub> )	0	1955-1977	

Fer

Batère	4,5 Mt (38 % Fe)	0	1898-1900	Il subsiste une petite production artisanale de sidérite
Puymorens	1,3 Mt	0	?-1959	Magnétite-sidérite
Thorrend	?			
Sahorre	?			
Taurinya	?			
Le Llech	?			
La Coume	0,1 Mt			Sidérite Minerai manganésifère

Tungstène

Costabonne	0	1 Mt (0,3 % WO <sub>3</sub> )		Réserves prouvées et possibles. Exploitation souterraine
------------	---	----------------------------------	--	--

Magnésite

Montner	0	650 000 t (42 % MgO)		Réserves prouvées, prenables en carrière
---------	---	-------------------------	--	---

Tabl. 1 - Tableau des principaux gisements et gîtes.

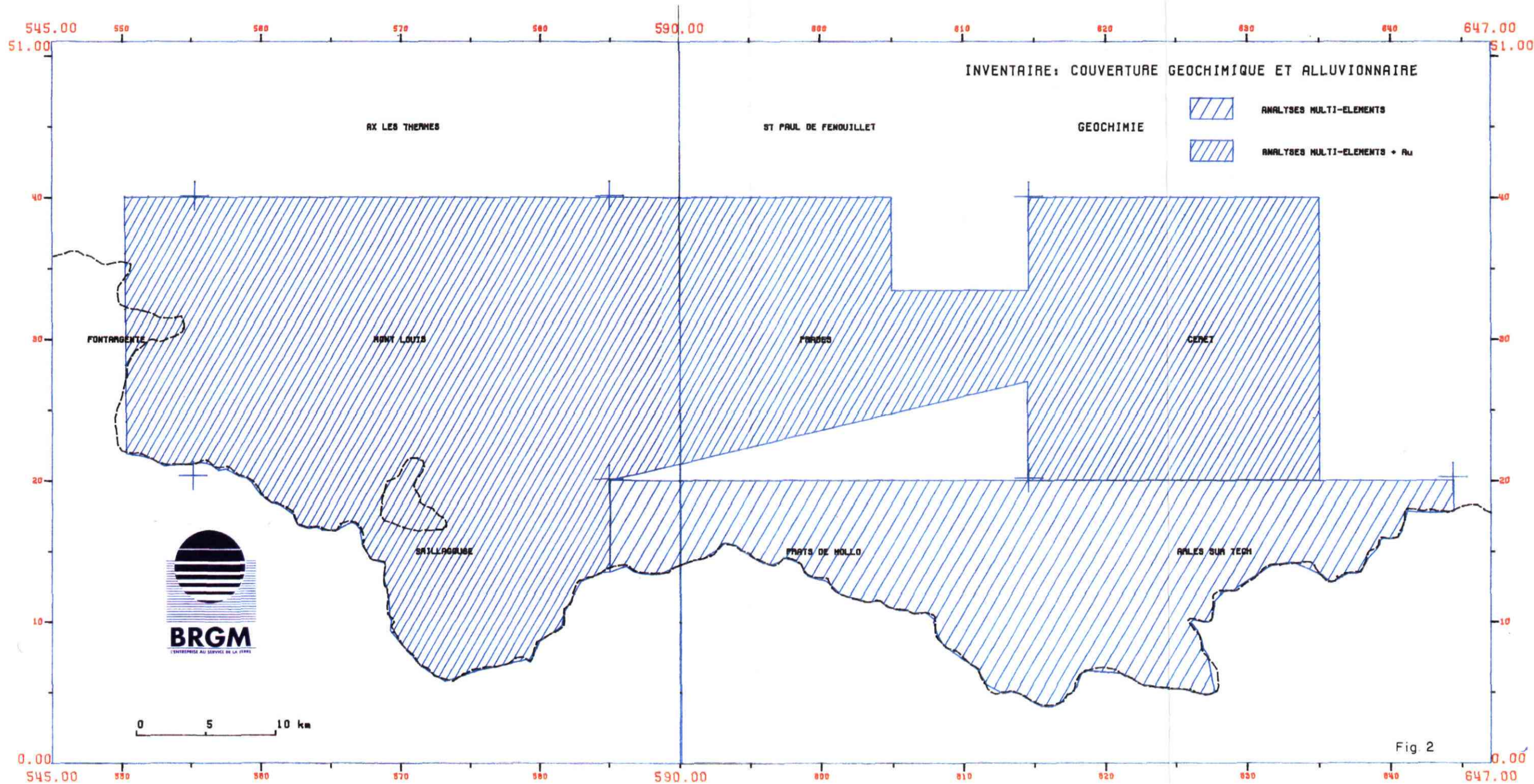


Fig. 2 - Couverture géochimique et alluvionnaire des Pyrénées orientales.



Prospect	Substance	Type de travaux	Année	Société	Résultats références
Costabonne	WO <sub>3</sub>	Sondages et travaux miniers	1951-1957	BRGM	1 000 000 t à 0,3 % WO <sub>3</sub> minimum Prouvé : 550 000 t à 0,43 % WO <sub>3</sub> Possible : 450 000 t à 0,3 % WO <sub>3</sub> minimum
Roc Jaleri	WO <sub>3</sub>	Tranchées	1953	BRGM	Rapport BRGM A510
Puig del Roucaté	WO <sub>3</sub>	Sondages carottés	1980-1985	SNEA (P)	
Serrat del Bosc Nègre	WO <sub>3</sub>	Géochimie	1980-1985	SNEA (P)	
Col de Siern	WO <sub>3</sub>	Sondages carottés	1980-1985	SNEA (P)	Indice de L = 180 m, p = 10 m teneurs : 0,3 % WO <sub>3</sub> , 1,5 % Zn
Montagut	WO <sub>3</sub>	Sondages carottés	1980-1985	SNEA (P)	Indice de L = 30 m, p = 2,70 m teneurs : 0,82 % WO <sub>3</sub> , 2,7 g/t Au

Tabl. 2 - Travaux de recherches pour le tungstène.

Prospect	Substance	Type de travaux	Année	Société	Résultats
Camelas	Cu/Zn	Traçage et relevage anciens travaux. Tranchées 3 sondages carottés	1958	BRGM	En tranchée, bonnes puissances, mais teneurs faibles 1 % Zn et 0,8 % Cu. Filonnets plus ou moins anastomosés en sondage
Oms En Llinassous	Cu	3 sondages carottés	1954-1956	BRGM	Veinules de puissance faible
Taillet En Blanc	Cu	Tranchée : 1 sondage carotté	1956	BRGM	Pas de caisse filonienne. Nombreux filonnets de sidérite en traces de Cu

Tabl. 3 - Travaux de recherche sur les filons des Aspres.

Prospect	Substance	Type de travaux	Année	Société	Résultats
Pixerot	Ba	Travaux miniers (200 m) Relevage et échantillonnage	1958	? BRGM	5 000 t BaSO <sub>4</sub> + 120 t Zn
Can-Pey	Zn	Relevage travaux miniers Echantillonnage galerie	1958	BRGM	3 amas avec un tonnage possible de 100 000 t de tout-venant à 6 % Zn
Puig Cabrès	Zn	3 sondages carottés	1975	BRGM	Une seule recoupe dans un aval, une minéralisation en trace. Pas de recoupe en extension latérale.
Montbolo	Zn	Travaux miniers et sondages destructifs 2 sondages carottés	1967 1975	Vieille Montagne BRGM	"Nerf" de blende massive sur 20 m de long. Filonnets centimétriques de blende avec quartz + carbonate dans schistes noirs

Tabl. 4 - Travaux de recherche sur les amas stratoïdes.

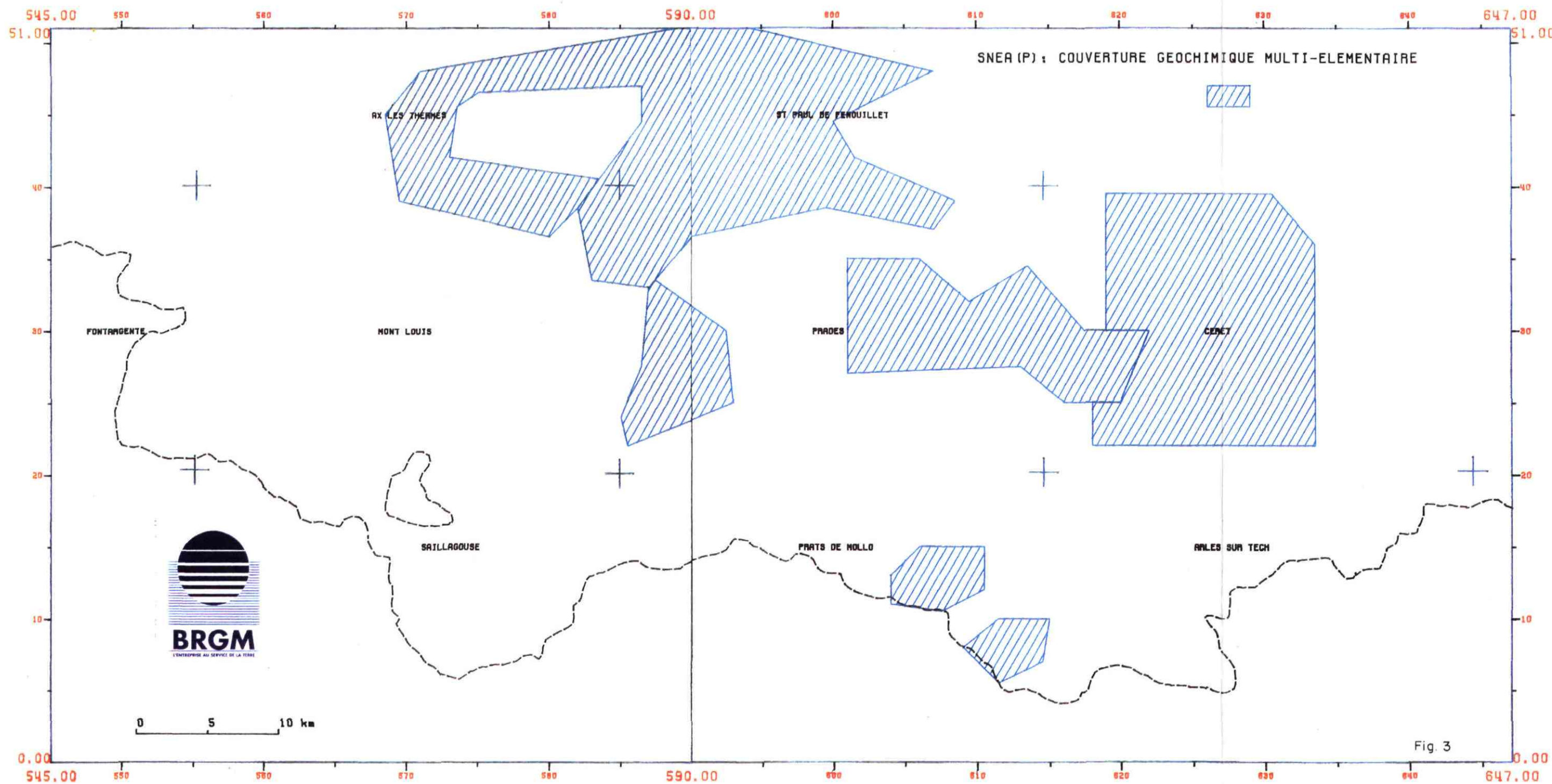


Fig. 3 - Couverture géochimique multi-élémentaire du massif des Aspres et du Col de Seille.

DOME DU CANIGOU ET COUVERTURE PALEZOIQUE			COUVERTURE PALEOZOIQUE DES ASPRES	
GUIARD et LAUMONIER (1987)	CASAS (1984)	LAGARDE (1978) SALEL et SOLIVA (1987)	LLAC (1968 et 1969)	BLES, COSTARGENT, POLIZZI (1985 à 1989)
NAPPE DU CANIGOU P11 couché à cœur de gneiss précambrien et déversé à l'Est (NE ou SE)				
PLIS ANTE-SCHISTEUX droits ou déversés N45°E et N110°E ; deux phases et localement une schistosité (dans couverture)	PHASE 1 Schistosité S1 synmétamorphe subhorizontale ± confondue avec S2 (dans couverture)	PHASE 1 - foliation et étirement dans les gneiss, du NE-SW - plis à axes courbes (N140°E en moyenne déversés au SW et schistosité S1 dans la couverture)	PHASE 1 Plis isoclinaux couchés (E-W ?) et schistosité de flux S1 synmétamorphe	SCHISTOSITE DE FLUX S1 synmétamorphe parallèle ou très oblique à S0. Plis isoclinaux déversés au SW
SCHISTOSITE REGIONALE S3 et plis hectométriques N50° à 80°E, dans couverture, L3 minérale N50°-70°E à vergence SW, dans gneiss	PHASE 2 Schistosité S2 syn-métamorphe peu inclinée (dans couverture et gneiss)		PHASE 2 Plis N-S déversés à l'Est et schistosité S2 de strain-slip ou de flux	PHASE 2 Plis NW-SE en moyenne (N-S à E-W), déversés au SW et schistosité S2 de dissolution + laminages mylonitiques
PLIS TARDIFS : P4 : N110°E dév <sup>nt</sup> Nord P5 : N70°E dév <sup>nt</sup> Sud (locaux)  P6 : N110°E, droits → anticlinal du Canigou, synclinal de Villefranche	PHASE 3 Plis P3 E-W droits à sub-droits ; Schistosité S3 de crénulation (locale)	PHASE 2 - petits plis N120°E avec parfois schistosité sub-verticale dans la couverture - Dôme anticlinal E-W du Canigou	PHASE 3 - Plis droits E-W à N120°E et schistosité S3 subverticale de fracture ou de strain-slip	PHASE 3 Plis E-W à NW-SE (N110°E en moy.) droits ou déversés au Nord avec parfois schistosité de crénulation
BLASTOMYLONITES N65°E et N110°E à pendage Nord INVERSE-DEXTRES (étirement NW-SE)	MYLONITES NW-SE à NE-SW à pendage nord = Failles ductiles et chevauchements → SSE + schistosité Mylonitique S4 et S5 - syn-phase 3.			FAILLES NW-SE dextres, parfois mylonitiques et à composante normale

Tabl. 5 - Comparaison des diverses phases de déformation définies dans les Aspres et le Canigou.

## **2. CADRE GEOLOGIQUE DES PYRENEES ORIENTALES HERCYNIENNES**

(tabl. 5 ; pl. 1)

Les Pyrénées orientales sont constituées de zones parallèles à la direction générale de la chaîne :

- la zone primaire axiale ou haute chaîne primaire, constituée d'orthogneiss, de paragneiss, de micaschistes, de terrains paléozoïques épimétamorphiques et de massifs de granite d'âge tardi-hercynien ;
- la zone nord-pyrénéenne, constituée de terrains secondaires, au sein desquels émergent des massifs hercyniens déracinés ;
- la zone sous-pyrénéenne dépressive septentrionale, remplie de terrains du Crétacé supérieur et du Paléogène-Miocène, plissés sous l'Oligocène discordant.

En bordure nord de la haute chaîne primaire, se situe un accident majeur : la faille nord-pyrénéenne.

### **2.1. PYRENEES HERCYNIENNES**

Dans la haute chaîne primaire et dans les massifs nord-pyrénéens, le matériel hercynien montre une constitution uniforme. L'horizon fossilifère le plus ancien qui ait été identifié est l'Ordovicien supérieur (Ashgillien).

Dans les Pyrénées orientales, les terrains métamorphiques de la chaîne hercynienne affleurent largement, en particulier les dômes de gneiss qui sont les plus importants.

Ces terrains métamorphiques, d'épaisseur estimée à 6000-7000 m, comportent :

- un ensemble gneissique : orthogneiss oillés et paragneiss stratoïdes du Canigou, de la Carança et des Albères, attribués au socle cadomien ;
- une série métamorphique discordante sur l'ensemble précédent, attribuée généralement au Cambro-Ordovicien.

La discontinuité pétrographique est très brutale entre ces deux ensembles.

Tous les dômes qui apparaissent au milieu des terrains paléozoïques (zone axiale et massifs nord-pyrénéens) sont constitués d'un noyau de gneiss et de migmatites de 3000 m d'épaisseur.

Les terrains paléozoïques métamorphiques sont recouverts en discordance par le Permo-Trias et le Mésozoïque non métamorphiques.

Au cours du cycle orogénique hercynien, les terrains paléozoïques et leur substratum ont été affectés par un métamorphisme général et l'anatexie.

Dans un domaine peu étendu, le degré de métamorphisme atteint varie considérablement. On passe progressivement de l'épizone (schistes et calcaires du Paléozoïque) à la catazone de haut degré (gneiss à grenat et hyperstène où sont atteintes les conditions du faciès granulite, connu dans le massif de l'Agly).

L'intensité du métamorphisme régional varie rapidement car de nombreuses zones de métamorphisme prograde sont franchies dans un espace très restreint, les isogrades étant resserrés autour des massifs gneissiques du socle cadomien.

### **2.1.1. Ensemble gneissique**

Le massif gneissique du Canigou et de la Carança constitue une entité géographique ; il se rattache à un ensemble plus vaste comportant le massif granito-gneissique de Mont-Louis et celui du Roc de France.

Pour G. Guitard, dans les Pyrénées orientales, si la distinction entre les roches métamorphiques et les roches magmatiques est facile, par contre, il devient arbitraire de séparer les roches du métamorphisme général de celles du métamorphisme exercé par le granite profond du Canigou sur les roches encaissantes. En effet, dans le massif du Canigou et de la Carança, les roches magmatiques hercyniennes sont essentiellement représentées par des massifs de granite avec ou sans migmatites périgranitiques, accessoirement par des roches basiques en petits amas (diorites et diorites quartziques, hornblendites, ces dernières généralement altérées par l'action des solutions post-magmatiques issues des granites). Les granites "en massifs circonscrits" de Mont-Louis, de Batère, de Saint-Laurent, de Costabonne exercent sur les roches encaissantes un métamorphisme thermique d'extension limitée avec production d'une auréole de cornéennes bien classique, surtout typique dans les terrains peu métamorphiques de l'enveloppe paléozoïque. Au contraire, le granite profond du Canigou injecté dans le tréfonds du massif, formé de terrains appartenant à la mésozone de haut degré, se présente comme un granite à bords diffus, accidenté par de nombreuses apophyses et filons injectés dans les roches encaissantes. Ces dernières ne sont pas transformées en cornéennes, car les roches avaient déjà acquis une texture de micaschiste ou de gneiss antérieurement à l'injection du granite. L'action de ce dernier sur les terrains encaissants se manifeste cependant par un effet thermique, et par l'action des solutions post-magmatiques, cette dernière assez importante dans le tréfonds du Canigou. C'est ce qui explique pourquoi l'isograde de la sillimanite moule étroitement le domaine du granite profond, et ne se parallélise pas avec les autres isogrades régionaux, dans cette partie des Pyrénées.

La catazone n'est atteinte que très localement, au contact du granite profond du Canigou. Le massif du Canigou et de la Carança est donc dans son ensemble moins métamorphique que les massifs voisins de l'Agly et des Albères où la catazone régionale est bien représentée.

Il faut considérer aussi que les migmatites résultant d'une anatexie régionale ne sont pas représentées dans la région étudiée, car l'érosion n'a pas atteint leur niveau. Les migmatites développées dans le tréfonds du Canigou, liées au granite profond, sont essentiellement des migmatites d'injection. Cependant, la possibilité d'une fusion partielle des roches de composition favorable (orthogneiss) au contact du granite n'est pas exclue (anatexie induite)".

Dans le Canigou, pour G. Guitard (1963), "les gneiss oillés sont principalement formés par des orthogneiss, dont la masse la plus importante, représentée par les gneiss G<sub>2</sub>, dérive du métamorphisme d'un granite porphyroïde. A la périphérie de ces orthogneiss, on rencontre également des paragneiss de nature généralement non pélitique, parmi les gneiss G<sub>1</sub> et G<sub>3</sub>. Cet ensemble gneissique pose naturellement le problème de l'existence d'un ancien socle de nature granitique sur lequel se seraient déposés certains des orthogneiss G<sub>1</sub>, ainsi que les paragneiss G<sub>1</sub> et G<sub>3</sub> et qui aurait été finalement transgressé par la série marine cambrienne, représentée par la "série de Canaveilles" de l'enveloppe paléozoïque".

Pour cet auteur, l'hypothèse d'un socle pour ces gneiss du Canigou est la seule acceptable.

Pour certains massifs pyrénéens, les relations structurales entre les gneiss et les micaschistes peuvent être expliquées à l'aide d'un schéma simple : micaschistes au sommet, gneiss à la base.

Dans les massifs du Canigou et du Roc de France, ces relations sont plus complexes. Dans le Canigou, les micaschistes réapparaissent en fenêtre sous les gneiss, et ces micaschistes profonds reposent eux-mêmes sur des gneiss. Cette structure peut être expliquée par deux hypothèses ; les alternances de gneiss et de micaschistes résultent d'une disposition stratigraphique originelle ou les alternances sont d'origine tectonique et provoquées par la mise en place de nappes gneissiques pendant l'orogénèse hercynienne. G. Guitard (1964) retient la deuxième hypothèse.

### 2.1.2. La série métamorphique cambro-ordovicienne

Dans les Pyrénées orientales, les formations sédimentaires, plus ou moins métamorphiques surmontent l'ensemble des paragneiss et orthogneiss.

Les relations entre les métasédiments et les gneiss sont celles d'un socle et de sa couverture (Guitard G., 1970).

Une discordance cartographique, visible dans les Albères (Autran A. *et al.*, 1966), le massif du Canigou, mais peut-être aussi dans l'Agly et le massif de l'Aston, sépare les gneiss (constituant le socle s.s.) d'un ensemble d'autres gneiss ("gneiss de transition") peu épais et surmontés en concordance par les métasédiments et qui appartiendraient à la base de la couverture (Laumonier B. et Guitard G., 1986). Leur âge peut être précambrien terminal ou plus récent. Rappelons l'âge des métagranites anté-hercyniens du socle du massif du Canigou datés à 580 Ma par A. Vitrac et C. Allègre (1975).

La couverture sédimentaire est divisée (Cavet P., 1957) en un Paléozoïque inférieur azoïque et en un Paléozoïque supérieur fossilifère débutant à l'Ordovicien supérieur (Ashgillien, Cavet P., 1957 ; Caradocien, Hartvelt J.J.A., 1970 ; Robert J.F., 1980).

Le Paléozoïque inférieur a été divisé en deux ensembles (Cavet P., 1957) dont les stratotypes ont été définis dans la région d'Olette : à la base, la "série de Canaveilles" attribuée au Cambrien s.l., et au sommet, les "schistes de Jujols" attribués à l'Ordovicien. Les schistes supporteraient "normalement" le Caradocien fossilifère.



La limite entre ces deux grands ensembles est peu précise ; pour P. Cavet, les "schistes de Jujols" correspondent à une formation monotone schisto-gréseuse qui se développe sur une grande épaisseur (environ 2000 m) dont l'abondance des grès la différencie de la "série de Canaveilles" sous-jacente, à lithologie plus variée, plus schisteuse et riche en intercalations carbonatées.

Ces deux ensembles sont séparés par l'horizon schisto-carbonaté de Thuir d'Evol (de puissance maximale 30 m) où l'on distingue cartographiquement un banc calcaire massif, de 5 à 10 m de puissance, associé à des calcschistes (Laumonier B. et Guitard G., 1986).

**B. Laumonier (1988)** a apporté des données nouvelles et des distinctions au sein des deux grands ensembles de P. Cavet (qu'il a nommé groupe de Canaveilles s.l. et groupe de Jujols).

#### **a) Groupe de Canaveilles s.l.**

Epais de 2000 à 4000 m, le groupe de Canaveilles débute par la formation de Carança (constituée des gneiss de transition et de métasédiments associés), qui se poursuit vers le haut par l'ensemble de Canaveilles, à faciès variés.

Dans la région du Canigou, B. Laumonier et G. Guitard ont également subdivisé l'ensemble de Canaveilles en trois formations :

- la formation de Canaveilles s.s., variée, se caractérisant par la fréquence des horizons carbonatés (cinq pour les auteurs) ; près de la base se situent des leptynites et des métatholélites ;
- la formation de Cabrils, dépourvue de marbres, qui est riche en horizons sombres ou noirs ; elle renferme dans les Albères de puissants porphyroïdes et à son sommet, un puissant conglomérat (jusqu'à 500 m) à éléments siliceux et schisteux et à matrice plagioclasique et carbonatée.

*(Ces deux formations se caractérisent au point de vue géochimique par la persistance d'une composante plagioclasique, y compris dans les niveaux pélitiques) ;*

- la formation d'Evol : trois membres y ont été également distingués :

- . un membre inférieur grésopélitique, microconglomératique à quartz limpide et généralement puissant,
- . un membre médian, carbonaté, microconglomératique et noir avec des porphyroïdes au toit (horizon de Lladore),
- . un membre supérieur grésopélitique, souvent rubané, clair, à rares microconglomérats.

#### **b) Groupe de Jujols**

Le groupe de Jujols est constitué d'une série très homogène, monotone, épaisse de 1000 à 2000 m, et presque exclusivement formée de quartzo-phyllades rubanées gris-vert.

Cette monotonie n'est rompue que par la présence, vers la base, de nodules calcaires (versant sud du Puigmal) et d'horizons à nodules carbonatés et siliceux, bien développés dans la région d'Olette. L'absence complète de microconglomérat, marbres, schistes carburés et subcarburés est à souligner.

Le groupe défini par B. Laumonier correspond aux "schistes de Jujols inférieurs" de P. Cavet ; les "schistes de Jujols supérieurs" définis par P. Cavet dans les Aspres sont actuellement attribués au groupe de Canaveilles.

Il est important de noter l'opposition entre le groupe de Canaveilles, à lithologie variée, sombre (noire), et le groupe de Jujols, monotone, constitué de sédiments clairs verdâtres finement rythmiques. Rappelons que B. Laumonier a souligné le caractère "intermédiaire" du sommet du groupe de Canaveilles (membre supérieur de la formation d'Evol).

La géochimie montre (Baetens E., 1989, Sud Canigou) une coupure nette entre, d'une part, les formations de Canaveilles et de Cabrils et, d'autre part, les formations d'Evol et de Jujols. Cette coupure reflète l'extinction des apports plagioclasiques (signe d'un volcanisme de nature intermédiaire à acide) et le développement de grès qui indiquent l'intervention d'une source mature.

### **c) Problème de l'âge de ces formations**

Les formations du Paléozoïque inférieur sont azoïques. Les attributions d'âge sont très variables selon les auteurs. La fourchette d'âge est comprise entre 550 Ma (âge des métagranites du Canigou) et le Caradocien (grauwacke à Orthès).

De façon traditionnelle (Cavet P., 1957), le groupe de Canaveilles était attribué au Cambrien et celui de Jujols à l'Ordovicien inférieur, ce dernier groupe passant en continuité à l'Ordovicien supérieur (dans les Aspres).

Pour B. Laumonier (1988), l'Ordovicien supérieur est nettement discordant sur toutes les autres formations. Puis, par essai de corrélations avec les formations datées du Paléozoïque inférieur du versant sud de la Montagne-Noire et du Mouthoumet, cet auteur propose un âge essentiellement cambrien pour l'ensemble de ces formations azoïques ; l'Ordovicien inférieur manquerait donc dans les Pyrénées.

Le groupe de Canaveilles correspondrait au Précambrien terminal (?) - Cambrien inférieur ; pour la formation d'Evol, le membre inférieur, gréseux, serait l'équivalent des "grès de Marcory" du Cambrien inférieur K1, le membre médian carbonaté (niveau de Thuir-Evol) serait l'équivalent des calcaires à archéocyathes (K2a). Le groupe de Jujols serait l'équivalent du Cambrien moyen, les schistes à nodules calcaires étant l'équivalent des "schistes troués à Paradoxides" (K3) du versant sud de la Montagne-Noire.

Les attributions d'âge peuvent être discutées. A la suite d'une tournée dans les Pyrénées orientales et centrales (coupe de la Pallaresa et du dôme de l'Orri), pour J. Guérangé-Lozes, les formations de Canaveilles et Cabrils seraient à attribuer au Précambrien pro-parte et au Cambrien inférieur et l'ensemble de la formation d'Evol au Cambrien moyen-supérieur. La formation schisto-gréseuse (membre inférieur) semble bien être l'équivalent de la "formation de Barroubio". Dans ce cas, le groupe de Jujols serait à attribuer au sommet du Cambrien moyen supérieur et serait probablement déjà en partie d'âge ordovicien inférieur.

(Trémadocien). Lithologiquement, cette formation est très semblable à celle du Trémadocien inférieur 01a des régions voisines septentrionales. Cependant, dans les Pyrénées, on n'a jamais retrouvé les quartzites blancs du Trémadocien 01b (équivalent de la "dentelle" en Montagne-Noire = "grès armoricains").

Notons également, d'une part, la puissance considérable de chacune des formations paléozoïques pyrénéennes et l'abondance d'horizons carbonatés (calcschistes, grès à ciment carbonatés, ...).

#### **d) Problème de représentation graphique des formations "cambro-ordoviciennes" métamorphiques**

Aucune cartographie lithostratigraphique n'a été effectuée dans ces formations. Généralement, sur les documents cartographiques existants, ces formations métamorphiques sont représentées par leur gradient métamorphique (zone à biotite, chlorite ...).

Seules les cartes géologiques à 1/80 000 figurent la limite entre "la série de Jujols" et la "série de Canaveilles". Celle-ci a été généralement conservée.

Actuellement, B. Laumonier serait le seul à connaître ces formations des Pyrénées orientales. Cependant, il a été très difficile de retranscrire sur notre carte les limites de son schéma géologique (1988) et de reporter toutes les distinctions.

Au sein de la formation de Canaveilles s.l., nous avons tenté de distinguer la formation de Cabrils de B. Laumonier (non carbonatée) ; pour cela, à partir de la feuille à 1/80 000, dans la "série de Canaveilles", nous avons tracé une limite entre l'ensemble contenant de nombreux horizons carbonatés (bien cartographiés) et un ensemble sans ces horizons ; cette limite étant tracée, et celle-ci semblant correspondre globalement à celle de B. Laumonier, nous l'avons conservée.

Pour la formation d'Evol, nous n'avons pu faire aucune distinction ; cependant, localement, des surcharges ont été apportées là où nous étions certains de l'existence de la formation schisto-gréseuse.

Dans d'autres secteurs, faute de données précises, l'attribution de ces formations "cambro-ordoviciennes" à l'une ou l'autre des formations types a été particulièrement interprétée. Cette incertitude se traduit sur la carte (massif de l'Agly et dans les Aspres) par un hachuré avec la couleur de l'attribution.

#### **2.1.3. La série paléozoïque non métamorphique (Caradocien à Carbonifère moyen)**

Sur la carte à 1/250 000, nous n'avons pas distingué ces formations représentées par le même figuré (Ordovicien supérieur-Silurien-Dévonien-Carbonifère).

##### **a) Caradocien**

Au-dessus du groupe de Jujols, la série paléozoïque non métamorphique débute par le Caradocien supérieur et se poursuit sans discordance jusqu'au Carbonifère.

Les terrains de l'Ordovicien supérieur sont constitués par des accumulations conglomératiques qui marquent un changement brutal de sédimentation avec les terrains sous-jacents. Des dépôts grauwakeux à Orthès ("schistes troués") leur font suite (Cavet P., 1957).

A la base, des volcanites et des volcanoclastites sont présentes. Dans les Aspres, pour P. Cavet (1957) et F. Llac (1968), les premières occurrences de "porphyrite" sont interstratifiées dans les "schistes de Jujols supérieurs" et sont associées à des micro-poudingues qui annoncent le conglomérat sous-jacent. *(Pour ces auteurs le groupe de Jujols serait à attribuer à l'Ordovicien inférieur - Caradocien pour son sommet puisqu'il y aurait passage progressif et continu à l'Ordovicien daté).*

#### b) Silurien

Les dépôts du Silurien, homogènes, caractérisent un milieu calme (milieu marin peu profond, peu agité et réducteur). Ce sont pour l'essentiel des schistes noirs "carburés" à graptolites, ampéliteux, pyriteux, associés à des calcaires fossilifères (radiolaires, conodontes, ostracodes, chitinozoaires ...). Les calcaires se situent plutôt vers le sommet de la série (calcaires noirs, calcaires en plaquettes, nodules calcaires, etc.).

Dans les Pyrénées orientales, les affleurements de terrains siluriens sont réduits. Dans le synclinal de Villefranche-de-Conflent, le Silurien est particulièrement réduit par les cisaillements. En l'absence de macrofaune et de faciès bien marqués, il a toujours été associé au Dévonien ("Siluro-Dévonien de P. Cavet"). Dans les Aspres et dans le bassin de l'Agly, il est limité à quelques affleurements.

Il n'est pas exclu que des lames tectoniques de Silurien recoupent les diverses formations et n'aient pas été identifiées comme telles.

#### c) Dévonien

Dans le Paléozoïque supérieur de Conflent (conservé à la faveur d'une synforme bordée au nord par la faille de Mérens), deux unités structurales superposées tectoniquement ont été mises en évidence (M. Mattauer *et al.*, 1967 ; C. Cygan *et al.*, 1980) : l'unité inférieure, autochtone, à Dévonien inférieur pélitico-carbonaté et une unité supérieure, allochtone, à faciès dolomitiques ou calcaires.

Dans l'Agly, affleure seulement le Dévonien inférieur qui est ici carbonaté et dolomitisé.

#### d) Culm

Le Culm est constitué généralement par une puissante série détritique. Elle est cependant peu représentée dans les Pyrénées orientales.

Rappelons que dans les Pyrénées, les grès à Plantes du Culm namuro-westphalien sont les derniers dépôts anté-hercyniens. Les plissements hercyniens des Pyrénées sont donc post-westphaliens A et anté-stéphaniens (de petits bassins stéphaniens surmontent en discordance les plis hercyniens).

#### 2.1.4. Les granites hercyniens

Les granitoïdes hercyniens appartiennent à la famille des granites synorogéniques varisques. On distingue :

- les granitoïdes "supérieurs", situés dans l'épizone et de type calco-alcalin (granodiorites à hornblende, granites monzonitiques, granites porphyroïdes à orthose et microcline) ;
- des granitoïdes "intermédiaires", situés dans la mésozone, également calco-alcalins, avec muscovite automorphe, plagioclase acide, rares phénocristaux de feldspath potassique, grenat et cordiérite ;
- les granitoïdes inférieurs, situés dans la catazone et synchrones du métamorphisme granulitique (charnockite d'Ansignan-Agly).

Les âges de mise en place s'échelonnent dans le temps : les plus anciens sont de 450 à 470 Ma (Ordovicien), par exemple le granite profond du Canigou, mais la plupart des granitoïdes sont datés de 300-277 Ma, c'est-à-dire à la limite du Stéphanien-Autunien.

#### 2.1.5. La tectonique hercynienne

Si, à la suite des travaux récents, il est acquis que la géométrie, l'architecture actuelle des terrains hercyniens sont d'âge alpin, il n'en demeure pas moins que leur structuration intime est varisque, bien qu'il ne soit pas toujours possible de faire la part de l'une ou l'autre tectogenèse quant à la genèse ou la réactivation des accidents cisaillants.

D'autre part, il n'est actuellement pas possible de corréler les phases de déformations décrites par les différentes écoles de chercheurs le long de la chaîne, faute de marqueurs utilisables dans les différents étages structuraux d'un même domaine, ou d'une unité structurale à l'autre.

Pour ce qui concerne les Pyrénées orientales, la géométrie et la chronologie relative des phases de plissements superposées hercyniennes varient d'un auteur à l'autre.

G. Guitard a étudié en détail le massif du Canigou. Il a distingué dans les terrains métamorphiques de ce dôme trois grandes phases de plissements inscrites dans un continuum de déformation :

- une phase de plissement "anté-schisteux" surtout développé dans l'épizone de la couverture paléozoïque ;
- une phase de plis "synschisteux" et synmétamorphiques, ou paroxysme orogénique.  
"Cette phase est caractérisée par la participation du socle granitique à la tectonique souple. Celui-ci a été alors engagé avec la partie attenante de la couverture dans des plissements très intenses et gneissifiés, formant le noyau anticlinal de la nappe des gneiss du Canigou, qui se présente comme un grand pli couché complexe.

A grande échelle, il se forme des plis "synschisteux" aussi bien dans le Paléozoïque que dans les gneiss du socle. Ce sont des plis couchés, accompagnés d'une schistosité de plan axial : c'est la schistosité régionale principale qui structure toutes les roches métamorphiques" ;

- une phase de plis "post-schisteux", contemporaine de la mise en place des granitoïdes.

"Plusieurs phases de déformations replissent à grande et à petite échelle la schistosité S1 et les plis antérieurs. A petite échelle, les structures précédentes sont plissées suivant deux directions principales (WNW-ESE et NE-SW), qui donnent leur physionomie actuelle aux structures hercyniennes des Pyrénées".

Par rapport à ces trois phases principales de plissement, il convient de souligner que la "culmination" du métamorphisme régional hercynien se produit après le paroxysme orogénique, la croissance des porphyroblastes des micaschistes étant surtout postérieure au développement de la schistosité S1, et même à celui du clivage de fracture, en liaison avec les plis post-schisteux les plus anciens, dans la mésozone profonde.

De même, la mise en place des intrusions granitiques se produit après le paroxysme orogénique ; pour le granite profond du Canigou, elle débute avec la phase de plissement "post-schisteux" N120°-90°E, et se poursuit après elle.

Enfin, on rencontre des zones localisées de blastomylonites plissées, où l'on observe l'apparition d'une schistosité nouvelle suivant des directions N60°E et N130°E".

Dans l'état actuel des connaissances, cette succession paraît la plus fiable, bien que G. Guitard et B. Laumonier envisagent actuellement (1987) la possibilité que le pli couché du Canigou soit antérieur aux plis anté-schisteux (cf. infra).

Le tableau établi par S. Polizzi (1990) résume les successions les plus récentes proposées par les différents auteurs ayant travaillé dans les Pyrénées orientales.

## **2.2. PYRENEES POST-HERCYNIENNES**

Dans la carte à 1/250 000, les diverses formations post-caradociennes n'ont pas été figurées.

Les événements majeurs qui ont eu lieu durant la période post-hercynienne peuvent être résumés brièvement.

Après la formation de la chaîne hercynienne, les dépôts du Stéphalien, du Permien et du Trias inférieur sont continentaux ; ce sont des "molasses" provenant du démantèlement de la chaîne, associées à un volcanisme de type calco-alcalin.

Au Rhétien, les Pyrénées sont probablement entièrement recouvertes par la transgression marine.

C'est à partir du Crétacé que se produisent les mouvements tectoniques majeurs du cycle alpin.

Au Crétacé moyen s'ouvre le golfe de Gascogne, avec un déplacement senestre de l'Ibérie par rapport à l'Europe.

Au niveau des Pyrénées, les déplacements de ces grands blocs se traduisent par une tectonique à dominante distensive avec ouverture des bassins flysch, réactivation des fractures hercyniennes, compartimentage du socle, surrection de la zone axiale.

A cette phase sont rapportés le magmatisme alcalin connu dans les Pyrénées occidentales et le métamorphisme pyrénéen des terrains secondaires (haute température/basse pression) daté à 98-86 Ma, localisé dans un sillon au nord de la zone axiale.

A cette phase de "rifting" succède la transgression du Cénomanién qui, dans la zone axiale, peut reposer directement sur le socle.

C'est la fin des mouvements distensifs dans le golfe de Gascogne.

Au fini-Paléocène, il y a convergence proche de N-S entre l'Ibérie et l'Europe. Cette collision est responsable des plissements pyrénéens qui s'échelonnent dans le temps : du Lutétien au Miocène, la phase paroxysmale étant anté-ludienne.

Les mouvements compressifs éocènes font rejouer les accidents anciens du socle, la couverture est intensément plissée et charriée par cette phase de déformation qui génère des chevauchements ou décollements de la couverture.

## **2.3. FRACTURES CARTOGRAPHIQUES MAJEURES**

### **2.3.1. La faille nord-pyrénéenne**

Cet accident sépare la zone axiale ou haute chaîne primaire de la zone nord-pyrénéenne. Il ne s'agit pas d'un accident unique mais d'un faisceau d'accidents qui se relaient et se ramifient.

**La faille nord-pyrénéenne correspond à la paléo-limite des plaques Ibérie-Europe au Crétacé. C'est un accident majeur d'importance crustale.**

Cet accident frontal d'âge initial tardi-hercynien (jeu dextre) a eu un rôle actif pendant tout le Mésozoïque (jeu senestre) mais sa cinématique est encore sujette à controverses, notamment quant à l'importance du rejet horizontal qui varie selon les écoles de 40 à 400 km.

### **2.3.2. La faille de Mérens - Amélie-les-Bains**

Située sur le bord nord du synclinal de Villefranche-de-Conflent, cette faille est l'un des principaux accidents de la chaîne pyrénéenne et s'étend sur 400 km. Elle est constituée par une bande mylonitique de 500 m de puissance. A l'ouest, elle sépare le massif d'Aston du massif de l'Hopitalet et se présente en pli faille vertical ; elle s'amortit dans l'anticlinal de la Pallaresa. A l'est de la Têt, elle prend une direction NW-SE et un pendage nord. Elle est décrochée par la faille du Vallespir et elle se poursuit à l'est en passant par le col du Perthus.

Cette faille a joué en faille inverse (avec une composante horizontale dextre peu importante).

D'âge initial hercynien, cet accident a intensément joué à l'Alpin ; il mylonitise à Mérens un granite tardi-hercynien et, au pied du Canigou, il constitue la surface basale du chevauchement du Paléozoïque inférieur des Aspres sur les formations secondaires d'Amélie-les-Bains.

### **2.3.3. Fractures SW-NE**

Ces accidents sont, pour l'essentiel, liés à la distension oligocène. La faille du Têt est une des plus importantes. Elle se poursuit au sud par la faille de Cerdagne puis celle de Segre ; elle contrôle les dépôts néogènes.

### **2.4. AVERTISSEMENT POUR LA CARTE GEOLOGIQUE A 1/250 000**

Sur la carte géologique à 1/250 000 de la feuille Perpignan ont été reportées les diverses formations du socle hercynien de la chaîne des Pyrénées (zone axiale et massifs satellites de la zone nord-pyrénéenne) et les grands accidents tardi-hercyniens qui ont affecté et modelé ce socle.

Ce document géologique reste sommaire, car les connaissances stratigraphiques et structurales de cette région des Pyrénées sont encore insuffisantes, en particulier celles concernant les formations métamorphiques "cambro-ordoviciennes".

Les documents géologiques actuellement disponibles concernant cette région sont peu nombreux et anciens, leurs fonds topographiques, pour les documents synthétiques, étant généralement très sommaires.

Les documents essentiels qui ont servi pour l'élaboration de la carte à 1/250 000 sont :

- les cartes géologiques à 1/80 000 Prades, Céret, Perpignan et Quillan ;
- la carte à 1/200 000 des Pyrénées orientales hercyniennes, réalisée à l'occasion du congrès AZOPRO 1963 ;
- la carte géologique des massifs du Canigou et de la Carança à 1/50 000 de G. Guitard.

D'autres documents ponctuels ont été utilisés ; ceux-ci figurent dans la liste des références bibliographiques.



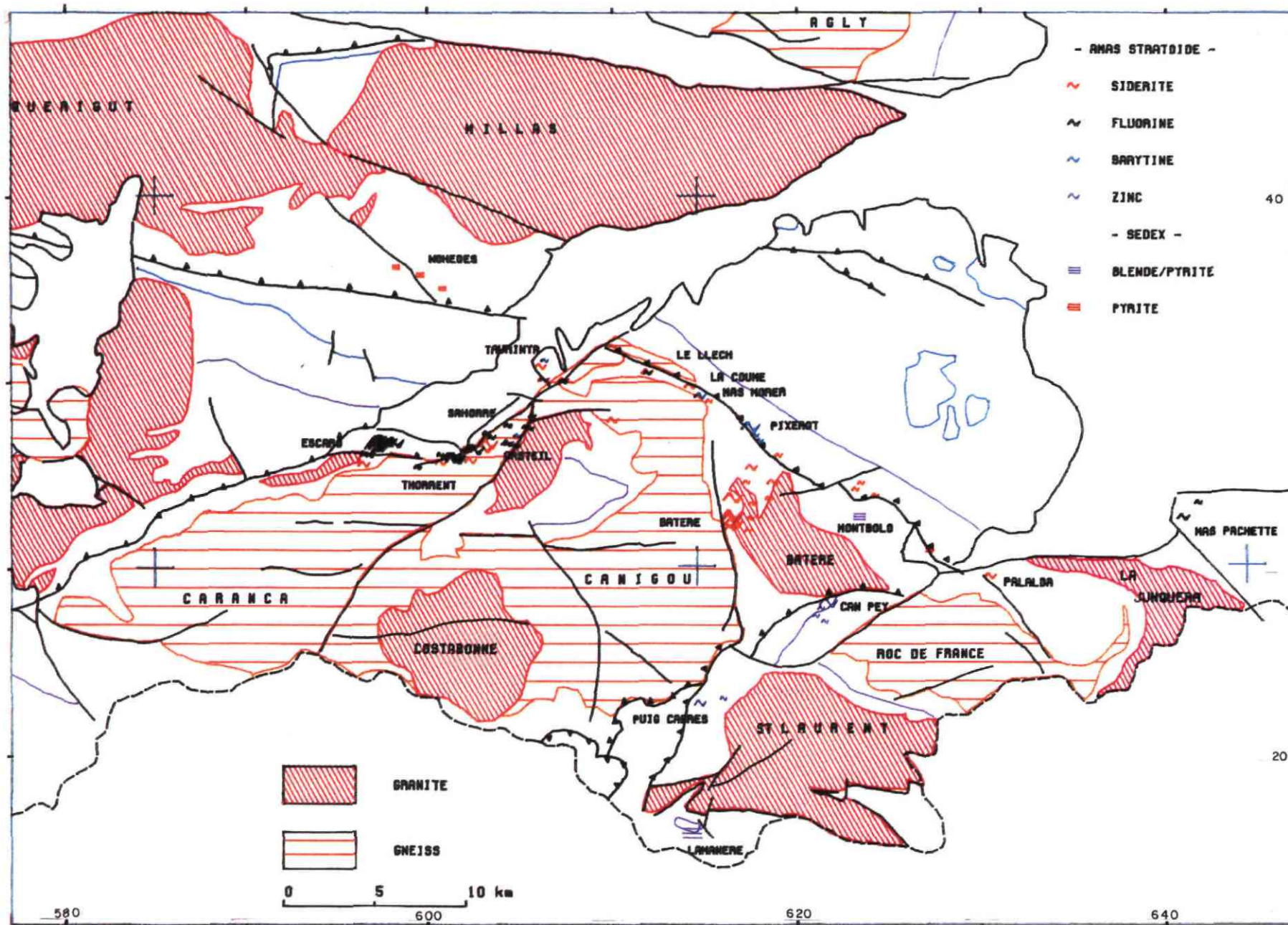


Fig. 4 - Répartition des indices de la ceinture péri-Canigou.

### 3. LES METAUX DE BASE

#### 3.1. SYNTHESE GITOLOGIQUE

Une des caractéristiques majeures, qui se dégagent de la répartition des indices connus dans les Pyrénées orientales, est la distribution d'un grand nombre d'entre eux en ceinture sur le pourtour du dôme du Canigou (fig. 4 ; ann. 2).

Ces indices forment deux groupes. Le premier, qui rassemble la majorité des indices, présente un ensemble de caractéristiques communes :

- tous ont un *contrôle lithostratigraphique strict* : la formation de Canaveilles, formation schisteuse, parfois à schistes noirs, contenant quatre à cinq bancs calcaréo-dolomitiques pouvant atteindre de fortes puissances (jusqu'à 100 m), d'origine récifale (des stromatolithes sont signalées à Batère). Cette formation est caractérisée par la présence de plusieurs niveaux volcaniques, les "gneiss granulés" de G. Guitard. Ces gneiss granulés, qui sont des schistes à granules d'albite, représentent un faciès de tufs plus ou moins remaniés sauf au sud du secteur, au Col de Seille, où existe une puissante accumulation de faciès proximaux de tufs et de laves.

Ces formations sont affectées par le métamorphisme régional qui passe de la zone à biotite à la zone à chlorite en s'éloignant du dôme ;

- ils sont étroitement liés à ces niveaux calcaréo-dolomitiques ;
- la minéralisation a toujours une disposition en amas concordants à pseudoconcordants ;
- cette minéralisation a une composition simple et homogène, dans laquelle la sidérite est toujours présente (à l'exception de Can-Pey), et à laquelle s'associe en quantité variable et présentant une zonalité géographique, la fluorine, le barytine, la blende et la galène. La liaison étroite entre ces substances qui ont une disposition rubanée montre que leur association est originelle.

A ces indices, que nous avons regroupés dans l'appellation "amas stratoïdes péri-Canigou", sont étroitement associées des minéralisations sécantes, dissociées des bancs carbonatés et de même composition. Elles constituent le district à fluorine du Nord Canigou et ont une importance économique majeure, puisqu'elles contiennent le gisement d'Escaro.

Le deuxième groupe comprend deux indices, Montbolo et La Manère, qui se présentent différemment : ce sont des minéralisations sulfurées composées essentiellement de blende et de pyrite fines rubanées, l'une en contexte de schistes noirs (Montbolo), l'autre en milieu sédimentaire à dépôt volcanique remanié (La Manère).

Deux hypothèses ont été avancées pour interpréter l'origine de ces minéralisations, en particulier, celles des amas stratoïdes du premier groupe.

L'hypothèse la plus souvent admise fait résulter les amas concordants dans les bancs carbonatés d'une substitution metasomatique des carbonates par des solutions ferriques profondes, liées aux granites tardi-hercyniens (Péllissonier H., Guitard G.).

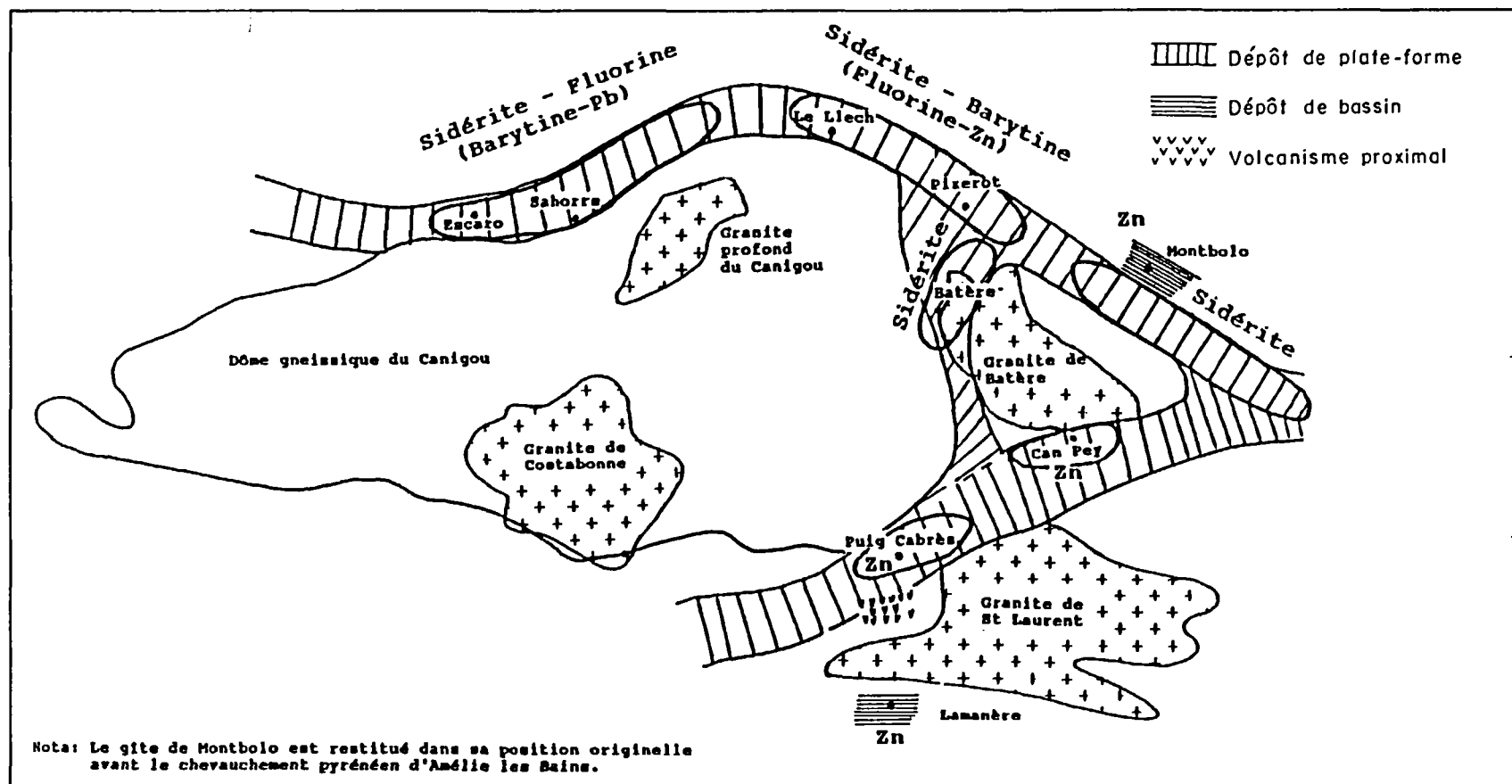


Fig. 5 - Schéma de la répartition des minéralisations en fonction des différents domaines de sédimentation.

Cette interprétation, principalement développée à l'occasion des travaux effectués sur Batère (Chevalier P., 1975), où la minéralisation ne contient en effet que de la sidérite, est reprise pour les amas ferrières à fluorine du Nord Canigou (Huard H., 1972).

Les minéralisations à fluorine dominante, sécantes et encaissées dans les micaschistes, du district nord Canigou, seraient épigénétiques et plus tardives (H. Huard), avec un âge crétacé proposé par la datation des argiles situées aux épontes des filons (Esquevin J. *et al.*, 1976).

L'autre hypothèse propose à Batère, une origine du fer contemporaine (syn- à diagénétique) de la sédimentation des carbonates (Fortuné J.P., Soubias D., 1972). Cette hypothèse est confortée par l'étude de la déformation de la minéralisation du Llech (Capus G. *et al.*, 1981) qui conclut à l'antériorité de la minéralisation fluorée à sulfures par rapport à la déformation hercynienne majeure. C'est ce que n'exclut pas A. Cartier *et al.* (1980), dans le district de Nord Canigou.

Nous avons tenté de trouver une solution à ce problème par l'analyse des isotopes du plomb contenu dans ces différentes minéralisations (ann. 2). Pour cela nous avons échantillonné les amas stratoïdes et les minéralisations filoniennes du district des Aspres. A l'exception de l'indice de La Manère, avec un rapport isotopique qui le place dans le champ des minéralisations cambro-ordoviciennes des Pyrénées, tous les autres indices correspondent à des métallogénèses tardi-hercyniennes.

Cependant, nous privilégions la deuxième hypothèse, qui explique mieux les caractéristiques communes à ces minéralisations, que nous avons déjà soulignées : contrôle litho-stratigraphique, liaison avec les dépôts carbonatés et association étroite et originelle de la sidérite, fluorine et sulfures.

La tectonique pyrénéenne et post-pyrénéenne, à laquelle s'associent des phases hydrothermales tardives, provoquerait la déformation des gîtes fluorés, voire leur remobilisation, comme à Escaro ; la permanence de cette activité fluorée est attestée par l'existence de paléo-griffons post-éocènes, à encroûtements de fluorine (indice des Moulères, Billa M., 1980).

En conclusion, nous pensons que l'ensemble des minéralisations rubanées à sidérite, fluorine, barytine et blende, en amas concordants dans les niveaux carbonatés de la formation de Canaveilles appartient au type des minéralisations de plate-forme instable, à volcanisme associé. Bien qu'il ne soit pas possible, du fait de la complexité tectonique, de restituer l'évolution paléogéographique de cette plate-forme, on voit cependant s'esquisser une zonalité des minéralisations en fonction des caractéristiques particulières de la sédimentation (fig. 5) : alors qu'au nord et nord-est du Canigou, la minéralisation est constituée essentiellement de sidérite/fluorine et sidérite/barytine, dans un contexte de plate-forme haute dans lequel les bancs carbonatés sont puissants et le volcanisme très distal, au sud-est du Canigou, le zinc devient prééminent dans un contexte où les carbonates s'amenuisent (Puig Cabrès) et où le volcanisme est proximal. C'est dans cette zone sud-est Canigou, lorsqu'on passe en domaine de bassin (disparition des carbonates à La Manère, bassin de schistes noirs de Montbolo), qu'on rencontre des minéralisations à blende et pyrite, dont l'une au moins, est d'origine exhalative-sédimentaire (La Manère).

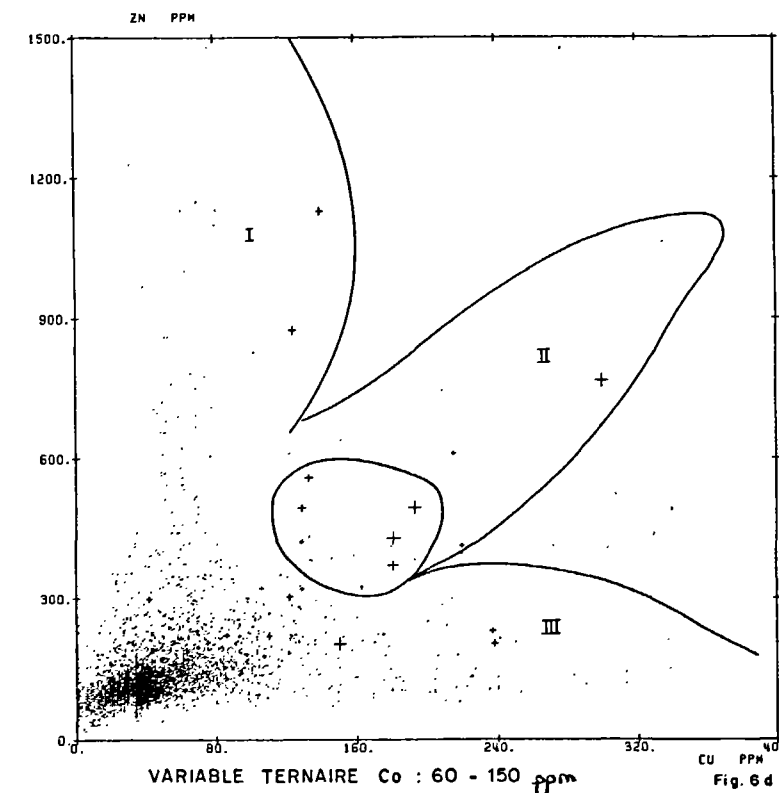
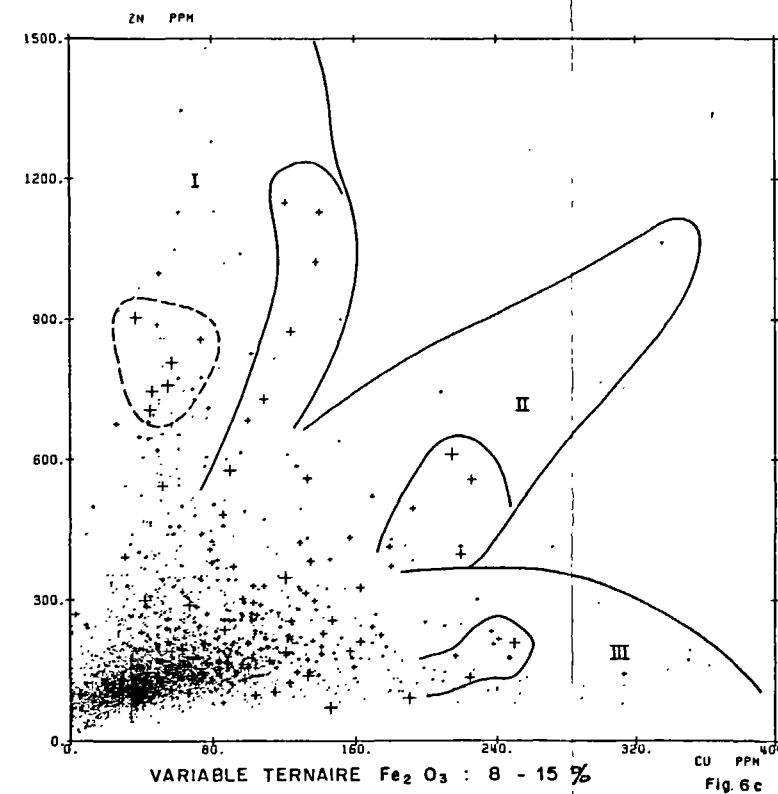
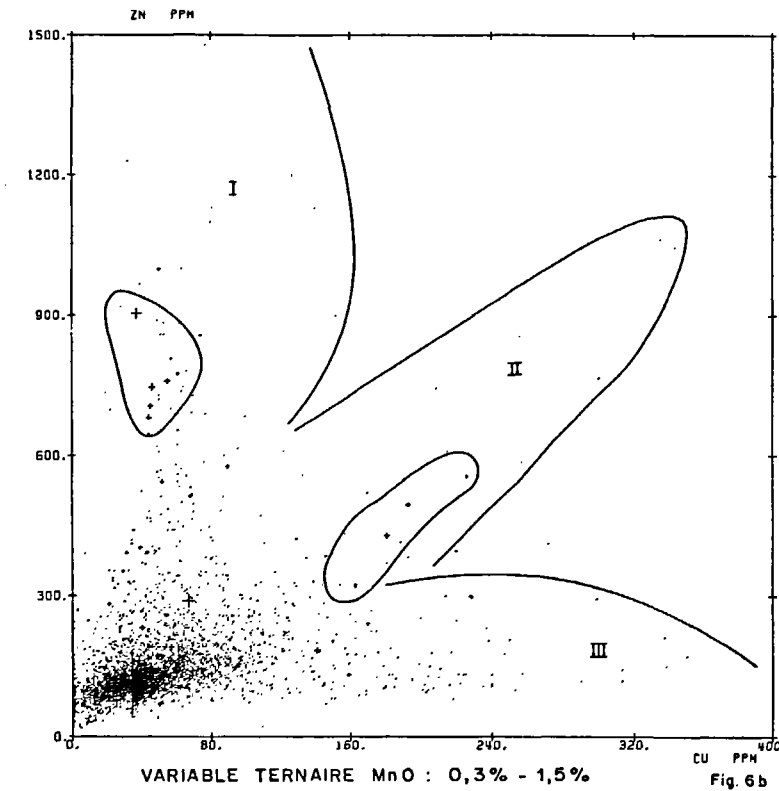
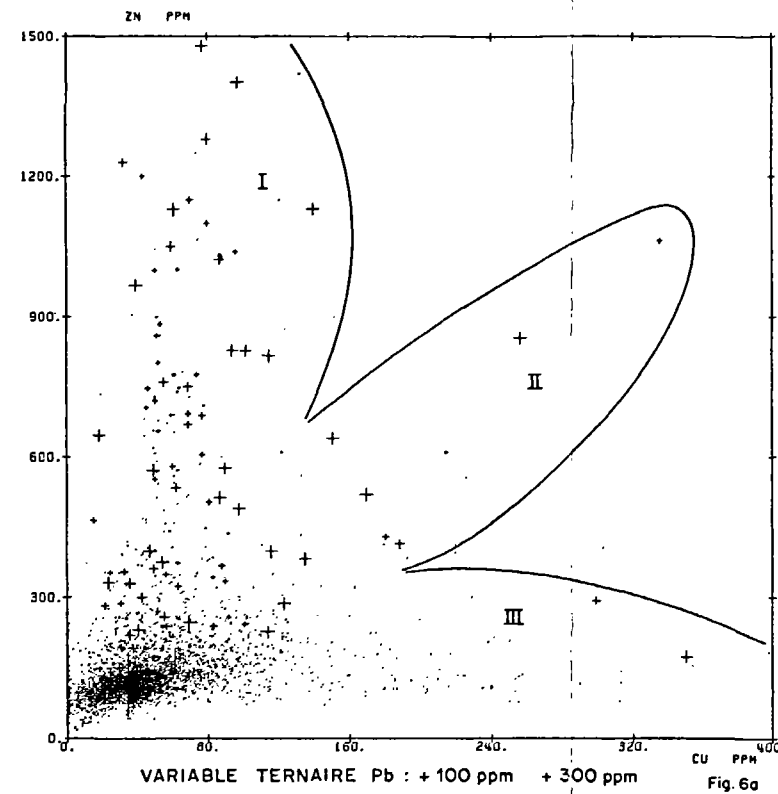


Fig. 6 - Diagrammes binaires.

Dans ce schéma, le dôme ne constitue pas un haut fond paléogéographique précoce, ce qu'on pourrait être tenté de penser au vu de la disposition de ces minéralisations en ceinture sur son pourtour. En effet, il faut se rappeler que selon G. Guitard (1970), les formations contenant les minéralisations sont entraînées dans un système de nappes impliquant aussi le socle gneissique, cet ensemble étant réalisé en dôme au cours de la phase tectonique tardive.

### **3.2. CARACTERISATION DES ANOMALIES GEOCHIMIQUES**

#### **3.2.1. Le contrôle régional des principales anomalies en métaux de base**

L'observation des cartes géochimiques du Pb-Zn (ann. 3 : pl. 8) permet de constater que 80 % des anomalies les plus contrastées en Pb-Zn se localisent dans la série de Canaveilles et englobent les amas stratoïdes péri-Canigou.

Cette série de Canaveilles attribuée au Cambro-Ordovicien appartient à la province métallique (au sens de Routhier, 1990) à Pb-Zn dominant, Fe-Co-Ni accessoires, connue depuis les Cévennes, à Montagne-Noire jusqu'en Sierra de Aracena en Espagne et dans l'Iglesiente de Sardaigne.

Dans une première approche, on peut regrouper les anomalies en métaux de base en trois grands groupes :

- anomalies contrastées en Cu ( $> 100$  ppm) pauvres en éléments traces, indépendantes du Zn, Pb (groupe III, fig. 6a). Nous verrons que ces anomalies regroupent à la fois des pollutions liées aux produits phytosanitaires, des anomalies à Cu liées à la transgression triasique et des anomalies en schistes noirs à Ba élevé (El Segre) ;
- anomalies contrastées en Cu, corrélées au Zn, Pb (groupe II, fig. 6a) et partiellement au Mn, Fe, Co (fig. 6b, 6c, 6d). Ces anomalies caractérisent principalement les indices à pyrite- mispickel associés aux zones de cisaillements, les filons à gangue silico-carbonatée et les niveaux manganésifères (sidérite) ;
- anomalies à Pb-Zn indépendantes du Cu (groupe I, fig. 6a), et pauvres en Fe, Co, Ni. Un sous-groupe plus riche en Fe comporte six points anomaux en Zn (700-900 ppm). Ces anomalies sont les plus nombreuses et signent la présence de blende, galène en contexte de schistes noirs plus ou moins carbonatés.

#### **3.2.2. Classification des anomalies en zinc les plus contrastées**

Un sous-fichier de 422 échantillons a été créé en sélectionnant tous les échantillons à teneur en Zn supérieure à 350 ppm du fichier géochimique global. Ces échantillons ont ensuite été classés suivant leur spectre géochimique (Fe, Mn, Ba, V, Cr, B, P, Cu, Co, Ni, As) par le programme de la classification ascendante hiérarchique (CAH) en dix familles distinctes.

Le dendrogramme (fig. 7) montre une répartition des familles en deux branches principales :

- la première branche regroupe 319 échantillons correspondant aux anomalies formationnelles peu contrastées en Pb-Zn en milieu schistes noirs pauvres en Ba, dépourvus de Cu, Ni (familles 1, 4, 5) (tabl. 6) ;

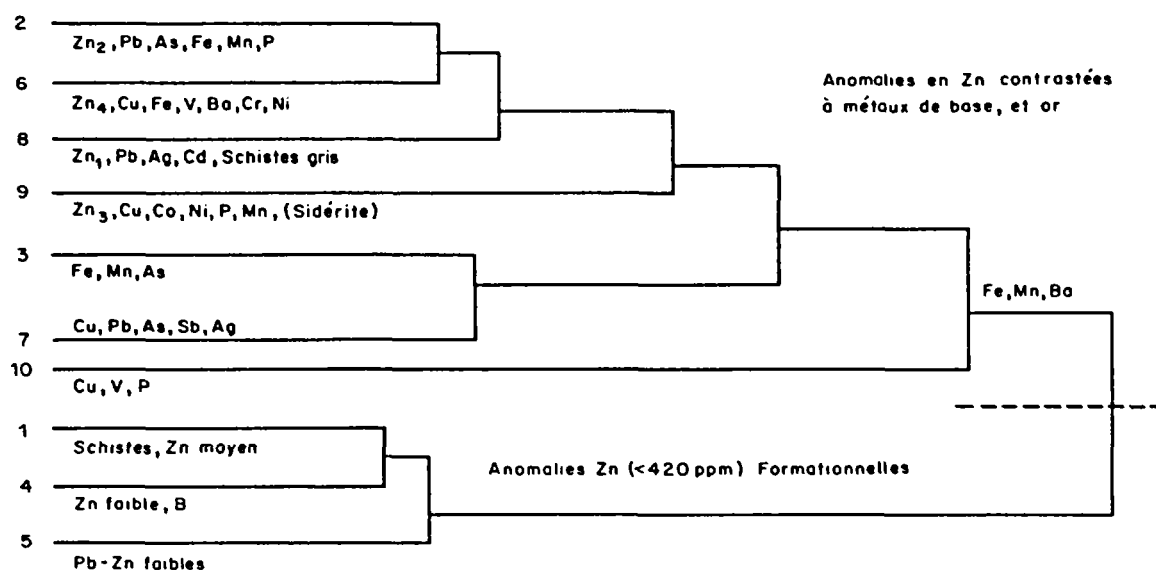


Fig. 7 - Dendrogramme de classification des 422 échantillons de sédiments de ruisseau à teneur en Zn supérieure à 350 ppm.



GR01	Groupes	Nombre d'observations	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Co (ppm)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	MnO (%)	Au (ppb)
5	Pb, Zn faibles	74	45	111	385	36	19	6,9	0,19	9
4	Zn faible, B	41	60	87	346	48	23	8,3	0,20	19
1	Schistes, Zn moyen	204	79	75	416	41	33	8,6	0,16	5
10	V, P, Cu, Zn, B	4	125	71	357	17	20	8,2	0,07	17
7	Pb, Cu, Zn, Fe, Sb, As, Co	1	983	1415	385	356	64	19,3	0,80	0
3	Fe, Mn, As (Au)	1	67	87	289	614	9	28,4	3,13	30
9	Zn3, Cu, Co, Ni, P, Mn sidérite	16	138	60	589	33	105	9,5	0,39	17
8	Zn1, Pb, Ag, Cd schistes gris	33	80	333	1277	63	29	8,2	0,20	5
6	Zn4, Cu, Fe, Ba, V, Cr, Ni, Ag	14	146	78	503	50	46	10,1	0,28	15
2	Zn2, Pb, As, Fe, Mn, P	34	95	123	597	155	40	12,3	0,39	13

GR01	Groupes	Nombre d'observations	Ba (ppm)	V (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Be (ppm)	Y (ppm)
5	Pb, Zn faibles	74	797	116	49	126	2277	1	47
4	Zn faible, B	41	738	146	62	153	2376	2	38
1	Schistes, Zn moyen	204	825	152	89	153	2191	2	40
10	V, P, Cu, Zn, B	4	1323	478	106	166	3064	2	53
7	Pb, Cu, Zn, Fe, Sb, As, Co	1	3072	146	91	141	1640	3	39
3	Fe, Mn, As (Au)	1	1552	66	67	98	2700	0	76
9	Zn3, Cu, Co, Ni, P, Mn sidérite	16	726	140	312	146	2626	2	66
8	Zn1, Pb, Ag, Cd schistes gris	33	1037	154	95	159	2059	2	39
6	Zn4, Cu, Fe, Ba, V, Cr, Ni, Ag	14	2115	228	133	158	2448	1	54
2	Zn2, Pb, As, Fe, Mn, P	34	800	153	101	161	2607	2	48

GR01	Groupes	Nombre d'observations	Sb (ppm)	W (ppm)	Sn (ppm)	Nb (ppm)	B (ppm)	Ag (%)	Cd (ppm)
5	Pb, Zn faibles	74	6	5	8	35	43	0,2	3
4	Zn faible, B	41	7	5	10	43	99	0,1	2
1	Schistes, Zn moyen	204	6	4	6	37	49	0,2	2
10	V, P, Cu, Zn, B	4	6	1	7	57	94	0,3	2
7	Pb, Cu, Zn, Fe, Sb, As, Co	1	592	1	5	36	60	31,5	4
3	Fe, Mn, As (Au)	1	7	7	21	31	30	0,1	1
9	Zn3, Cu, Co, Ni, P, Mn sidérite	16	7	2	6	33	46	0,2	4
8	Zn1, Pb, Ag, Cd schistes gris	33	5	2	6	47	58	0,6	6
6	Zn4, Cu, Fe, Ba, V, Cr, Ni, Ag	14	7	2	7	41	69	0,4	3
2	Zn2, Pb, As, Fe, Mn, P	34	6	3	9	42	52	0,2	3

Tabl. 6 - Comparaison des moyennes arithmétiques des dix familles anormales en Zn.



Au sein de cette branche, deux familles d'échantillons se distinguent : l'une à teneur moyenne en Pb plus élevée (famille 5), l'autre à signature B semblant liée aux zones fracturées du graben de Prades et failles de Merens (famille 4, pl. 2) ;

- la seconde branche du dendrogramme regroupe sept familles moins nombreuses dont trois sont anecdotiques (effectifs compris entre 1 et 4 échantillons) et très typées (famille 3, 7, 10). Sur les trois familles marginales rattachées à la branche la plus riche en Zn, on remarque quatre échantillons à signature Zn, P, V, Cr, Ni, B, Nb (famille 10) qui pourraient correspondre à des enrichissements supergènes très localisés. Un échantillon (famille 7) montre des teneurs exceptionnelles en Fe (19 %), Cu (985 ppm), Sb (592 ppm) et As (350 ppm). Cette signature évoque les altérations (ocres) développées au voisinage de la transgression tertiaire, ce que confirme la position de ce prélèvement en aval de Can Poubil. Un dernier échantillon constitue la famille 3 (tabl. 6) et montre une association Fe, Mn, As, Sn avec très peu d'or. Sa localisation au contact nord du granite de Vernet (granite profond du Canigou) et sa signature géochimique évoquent un contexte hydrothermalisé. Les 4 autres familles (effectifs compris entre 14 et 34 échantillons) ont des signatures géochimiques qui permettent de leur attribuer une origine différente :
- . la famille 9 (pl. 2) présente une signature Cu, Co, Ni, P, Mn qui pourrait indiquer des minéralisations disséminées à pyrite, pyrrhotite en contexte de schistes noirs plus ou moins carbonatés (les oxydes de Mn formés par l'altération de la sidérite favorisent la rétention du Co, Ni libérés par la dissolution supergène des sulfures). Deux autres points se superposent aux structures à mispickel, pyrite aurifère de Glorianes et Serrabonne. Deux points soulignent également le contact Cabrils-Evol au sud des Aspres et quatre points se situent à proximité de ce même contact au nord de Canaveilles (tactique Serre de Palme). Un point analogue se situe à l'est du dôme de l'Hospitalet dans les schistes gréseux d'Evol,
- . la famille 8 possède les teneurs les plus élevées en Zn (1300 ppm) avec le Pb (330 ppm), Ag (0,6), Cd (6 ppm) accompagnée d'une signature légèrement élevée en P en contexte schistes noirs (V, Cr). Cette signature pourrait caractériser une minéralisation disséminée à blende, galène. On la retrouve à proximité des indices de la Manère et de Montbolo, minéralisations stratiformes d'origine possible exhalative sédimentaire. D'autres associations identiques apparaissent sur les anomalies Pb-Zn du Col de Seille-Aygue Blanque se situe dans les tufs de base de la série de Canaveilles), autour d'Amélie-les-Bains (Col de la Redoute pro parte) et sur la bordure sud du graben de Prades (Escaro),
- . la famille 6 a une signature davantage Fe-Cu-Zn et s'associe à de fortes valeurs en Ba en contexte de schistes noirs. La moitié des points correspondants se situe dans le bassin des schistes noirs d'El Segre au sud-ouest du secteur où un contrôle tactique a confirmé l'existence de fortes teneurs en Ba (> 3500 ppm) latérales par rapport à l'anomalie Cu-Zn. Cette signature géochimique confirme un changement des conditions de dépôts (température plus élevée des exhalaisons ?) par rapport aux bassins de schistes noirs péri-Canigou. Au Col de la Redoute, les travaux de suivi ont montré que la signature Cu s'accroît en approchant des faciès de la couverture triasique (signature évaporitique Ca, Mg, B, Li ; Letalenet J., 1989) qui recoupe l'anomalie Pb-Zn des schistes noirs,
- . la famille 2 se signale par une association Fe-Zn-Pb-As en milieu riche en Fe-Mn et caractérise les minéralisations en pyrite, blende, galène (chalcopyrite, mispickel) associées aux amas sidéritiques d'Escaro, Thorrent, Sahorre, Casteil (Huard M., 1972) et les alignements d'indices situés au nord-est : Le Llech, la Coume, Mas Morer, Batère, Pixerot.

Les quatre points appartenant à cette famille, associés à des indices alluvionnaires de sidérite, fluorine et situés en face des amas d'Escaro-Sahorre, le long de la vallée du Têt, sont des contaminations héritées de ces gisements drainés par les affluents de la rive gauche du Têt qui traversent le Tertiaire mais s'alimentent dans le district minéralisé connu. Deux points analogues se situent au nord de Puig Cabres sans amas connus. Deux autres points se situent dans l'Evol à l'ouest de Prats-de-Molo.

Aucune des anomalies Zn contrastées présentes dans la série de Canaveilles ne présente une signature géochimique homogène, univoque. Souvent, on retrouve à côté du Zn, des signatures Pb, As ou Cu, Co, Ni qui témoignent d'une zonalité et d'un polyphasage des minéralisations lié aux différents épisodes tectoniques et métamorphiques (granitisations,...).

### **3.3. LES ANOMALIES CONTROLEES ET LE RESULTAT DES RECHERCHES**

#### **3.3.1. Localisation (fig. 8)**

Dans cette ceinture anormale de la série de Canaveilles, quatre zones ont été contrôlées :

- anomalie du Col de Seille, au sud-est du dôme de Canigou, entre celui-ci et le granite de Saint-Laurent,
- anomalie du Col de la Redoute, à l'est du granite de Batère,
- anomalie Serre de Palmes/Souanyas, au nord du massif de la Carança, entre le bassin de Prades et le granite du Mont-Louis,
- anomalie El Segre, au sud-ouest du massif de la Carança.

#### **3.3.2. Critères de sélection**

Les résultats des couvertures géochimiques définissaient des anomalies formationnelles à Zn, délimitant de larges bandes anormales recouvrant essentiellement la base du groupe de Canaveilles. Nous avons opéré une sélection dans ces anomalies en fonction des cadres géologiques et gîtologiques qui nous paraissaient les plus favorables (volcanisme, bassins de schistes noirs) pour la recherche d'amas ou de couches sulfurées :

##### **a) Anomalie du Col de Seille-La Manère**

Les amas stratoïdes péri-Canigou présentent une zonalité minéralogique (cf. § 3.1) : ainsi le Zn qui est quasiment absent des amas situés au nord (des traces de blende sont signalées à Escaro, Taurinya et Le Llech), devient plus abondant à l'est (minéralisation à barytine, fluorine et blende de Pixerot) et prédominant au sud (amas de Can-Pey et de Puig Cabres, cf. fig. 4 et 5).

Cette zonalité du Zn accompagne l'évolution du volcanisme présent dans les alternances schisto-carbonatées, volcanisme qui se manifeste sous la forme de plusieurs niveaux volcanogéniques, à cristaux d'albite (les "gneiss granulés" de G. Guitard).

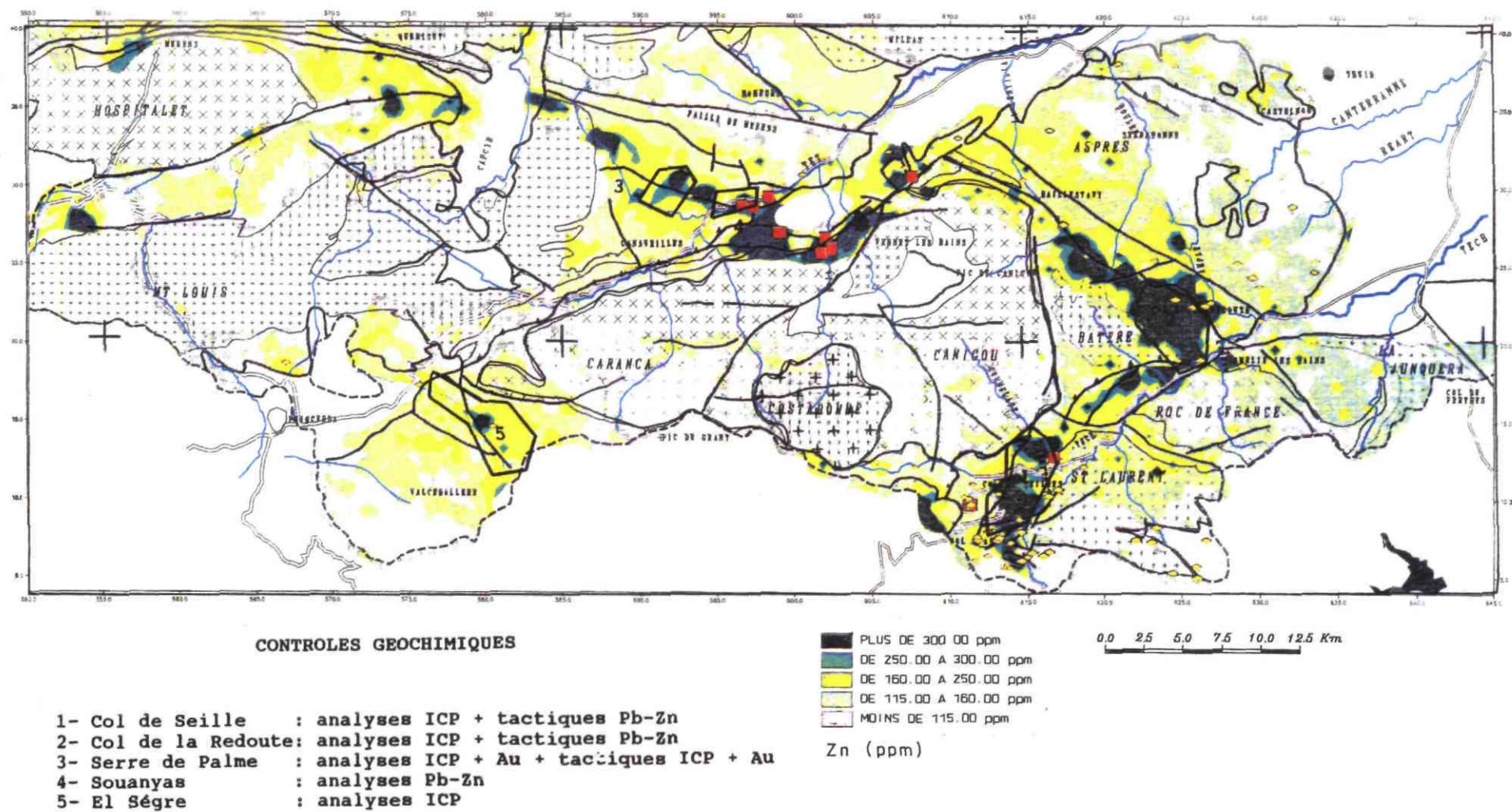


Fig. 8 - Localisation des anomalies Pb-Zn contrôlées.

Au nord et l'est du dôme, ces "gneiss granulés" sont constitués par des niveaux de schistes de puissance décamétrique, plus ou moins riches en cristaux d'albite, qui représentent un faciès volcanodétritique très remanié, alors que dans l'anomalie du Col de Seille, au sud du dôme, ils forment une accumulation de plusieurs centaines de mètres, composée des trois séquences volcano-sédimentaires contenant des dépôts de tufs rhyodacitiques, parfois même de laves accompagnées de sédiments noirs siliceux, à quartz volcanogène, confirmant la présence d'un appareil volcanique proche (niveau volcano-sédimentaire de Puig Colom).

De plus, c'est dans ce contexte général que se situe la minéralisation hydrothermale sédimentaire de La Manère. Malgré un contexte géologique particulier (l'indice est situé dans une petite fenêtre de micaschistes sous la couverture permo-triasique et est séparé du domaine du Col de Seille par le granite intrusif de Saint-Laurent) on est tenté de rapprocher les dépôts contenant la minéralisation de ceux de la formation de Canaveilles ; on y retrouve en particulier une série schisteuse à caractère tuffitique avec des alternances de schistes rubanés et de siltites. Si la formation de Canaveilles peut être corrélée avec les dépôts, l'évolution de l'un à l'autre traduit le passage d'un contexte de plate-forme instable à volcanisme bien exprimé vers un contexte de bassin contenant les minéralisations hydrothermales sédimentaires.

Ainsi l'anomalie formationnelle du Col de Seille se superpose à une série de plate-forme dans lequel se manifeste un volcanisme proximal et des minéralisations à Zn dominant, situées aussi bien dans les bancs carbonatés, sous forme d'amas stratoïdes avec blende et sidérite (indices de Puig Cabres) que vers le bassin, sous forme de dépôts exhalatifs sédimentaires à pyrite et blende rubanés (indice de La Manère). Nous avons donc sélectionné cette anomalie avec comme objectif la recherche de minéralisations volcano-sédimentaires à Zn.

#### **b) Anomalie du Col de la Redoute**

Elle se situe dans un contexte différent, puisqu'elle est principalement enracinée sur les schistes noirs de la formation de Cabrils et sur les dépôts plus détritiques de la formation d'Evol. Cette formation de Cabrils, qui surmonte stratigraphiquement la formation de Canaveilles, marque la disparition des conditions de plate-forme qui prévalait auparavant pour laisser place à une sédimentation de bassin à caractère distal. Ces schistes noirs, souvent ampéliteux, traduisent des conditions de sédimentation dans des bassins peu profonds et en milieu calme et confiné.

Latéralement dans les Albères, ils contiennent des niveaux puissants de porphyroïdes correspondant à des métarhyolites (Laumonier B., Guitard G., 1986).

Le Zn lié à l'association Ba-V-Cr et accompagné par les éléments Fe-Cu-Mo provient des schistes noirs carburés. Si le fond géochimique normal d'un schiste noir se situe autour de 400 ppm Zn (Nelson C.E., 1990), les teneurs supérieures à 1000 ppm à Zn en sédiments, traduisent la présence de minéralisations disséminées qui peuvent constituer le halo d'un amas.

Or, c'est dans ce contexte schistes noirs fortement anomal en Zn que se trouve la minéralisation de Montbolo. Contrairement aux autres indices de la ceinture péri-Canigou, il ne s'agit pas d'un amas stratoïde associé à un banc calcaire, mais d'un "nerf" de blende d'un allongement de près de 60 m, encaissé directement dans les schistes carburés. Même si cet indice se situe dans une zone bréchifiée et silicifiée, dans laquelle on observe de nombreuses

fractures sécantes à remplissage de quartz, pyrite, blende et galène (Huard M., 1973), le caractère à la fois très fin, rubané et subconcordant du minerai à blende et pyrite du gîte de Montbolo a fait émettre, par J.P. Prouhet (1967) l'hypothèse qu'il pourrait appartenir au type des minéralisations stratiformes exhalatives-sédimentaires. Précisons cependant que les observations ultérieures de C. Bouquet (1968), dans des travaux souterrains encore accessibles à cette époque, n'ont pas pu vérifier la validité de cette hypothèse (en particulier la concordance entre la minéralisation et le litage n'a pas pu être démontrée).

Cependant, il nous a paru que le contexte sédimentaire de l'indice, bassin de schistes noirs latéral par rapport à un volcanisme acide, était favorable à la présence de minéralisations exhalatives-sédimentaires et notre objectif a été de rechercher, dans ce vaste ensemble anormal, de nouveaux indices comparables.

### **c) Anomalies de Serre de Palmes, Souanyas et El Segre**

Ces trois anomalies ont été individualisées dans l'ensemble anomal formationnel caractérisé par l'association Ba-V-Cr, en nous basant sur le contraste des teneurs en Zn et sur les accompagnateurs géochimiques, en particulier le Cu, Co et Ni pouvant indiquer des minéralisations disséminées à pyrite.

Les anomalies de Serre de Palmes et de Souanyas sont contenues dans la branche de l'anomalie formationnelle du Conflent (est du granite de Mont-Louis) qui a la particularité de se dissocier de la formation de Canaveilles pour recouvrir le sommet de la formation de Cabrils (schistes noirs), la formation d'Evol (schistes gréseux à niveaux conglomératiques) et la base du groupe de Jujols (contenant le niveau calcaire de Thuir d'Evol).

L'anomalie d'El Segre se situe dans la zone anormale située au sud-ouest du dôme du Canigou et recouvre plus classiquement le sommet de la formation de Canaveilles, grésopélitique avec plusieurs bancs carbonatés intercalés, et le banc de schistes noirs de la formation de Cabrils.

L'intérêt de ces anomalies réside dans le fait qu'elles sont situées dans une enveloppe formationnelle identique à celle contenant les amas stratoïdes péri-Canigou, mais où, à ce jour, aucun indice n'est connu.

### **3.3.3. Méthodologie**

Ces anomalies ont été reconnues avec une démarche méthodologique assez constante. Partant d'anomalies à caractère formationnel, donc larges et avec des teneurs anormales pour les éléments recherchés, tels le Zn, Pb, Ag, etc., élevées mais peu contrastées, il était nécessaire de passer par une phase que nous avons appelé semi-stratégique.

Dans cette phase, nous avons prélevé des échantillons "fond de vallon", qui, dans le contexte pédo-morphologique qui prévaut (sol squelettique avec relief assez accusé), sont directement représentatifs des teneurs en roches du bassin amont. Ces échantillons ont été prélevés à la maille de 10 échantillons/km<sup>2</sup> et analysés pour multi-élément par ICP. Ces prélèvements de géochimie étaient complétés par quelques prélèvements de concentrés alluvionnaires.

Cette phase permet un premier diagnostic pour juger de l'intérêt de poursuivre la recherche, d'une part en faisant apparaître ou non des anomalies bien individualisées par leur teneur et leur structuration, d'autre part en permettant, grâce à la signature géochimique et aux indices alluvionnaires, de proposer le type de minéralisation à l'origine des anomalies, et d'orienter les recherches.

Une fois cette sélection opérée, nous pouvions passer aux phases de reconnaissance tactique classique, géochimie sol, géophysique sol, prospection marteau et sondages.

Nous verrons que malheureusement, à l'exception de **La Manère**, nous n'avons pu aller jusqu'au sondage par suite de difficultés liées à l'opposition des propriétaires des terrains concernés.

### **3.3.4. Résultats**

#### **a) Anomalie Col de Seille**

La géochimie semi-stratégique caractérise les métavolcanites acides par une lithologie potassique et alumineuse à  $P_2O_5$  et  $TiO_2$  plus élevés, **anomale en métaux de base**. Elle met en évidence des anomalies polymétalliques contrastées et structurées à Zn-Pb et à Pb-Sb dominants avec deux origines différentes possibles (Salpéteur I., 1991) :

- des minéralisations à Zn-Pb-Ag stratoïdes dans le contexte volcanique,
- des minéralisations à Pb-Sb-As filoniennes sur des structures sécantes.

Les résultats de tous les contrôles tactiques en sols confirment l'enracinement des anomalies du premier groupe sur les formations volcaniques et délimitent des anomalies stratiformes bien structurées, étendues et à teneurs élevées (Zn jusqu'à 2000-3000 ppm).

Ce volcanisme forme un complexe volcano-sédimentaire d'une puissance comprise entre 1000 et 1200 m, composé de trois séquences contenant des niveaux volcaniques pluri-**h**ectométriques (sans redoublement tectonique apparent). Les niveaux volcaniques contiennent des laves (parfois même des roches hypovolcaniques) à composition de dacite-sodique et des tufs à cristaux de même composition plus ou moins remaniés. Ils passent progressivement à des dépôts sédimentaires avec des niveaux plus gréseux vers la base, plus ou moins chargés en clastes de quartz volcanogène, et des siltites sombres au-dessus. La dernière séquence comprend en plus au sommet de véritables schistes noirs et un niveau de carbonate (anomalie de Gironella Sud).

Le contrôle lithogéochimique de ces différents faciès montre le **caractère fortement anomal** des tufs, avec une association Zn-Pb-Ba, dans un environnement alumineux et potassique :

- Zn : teneur moyenne de 625 ppm - teneur maximale de 803 ppm ;
- Pb : teneur moyenne de 240 ppm - teneur maximale de 388 ppm ;
- Ba : teneur moyenne de 1245 ppm - teneur maximale de 1752 ppm.



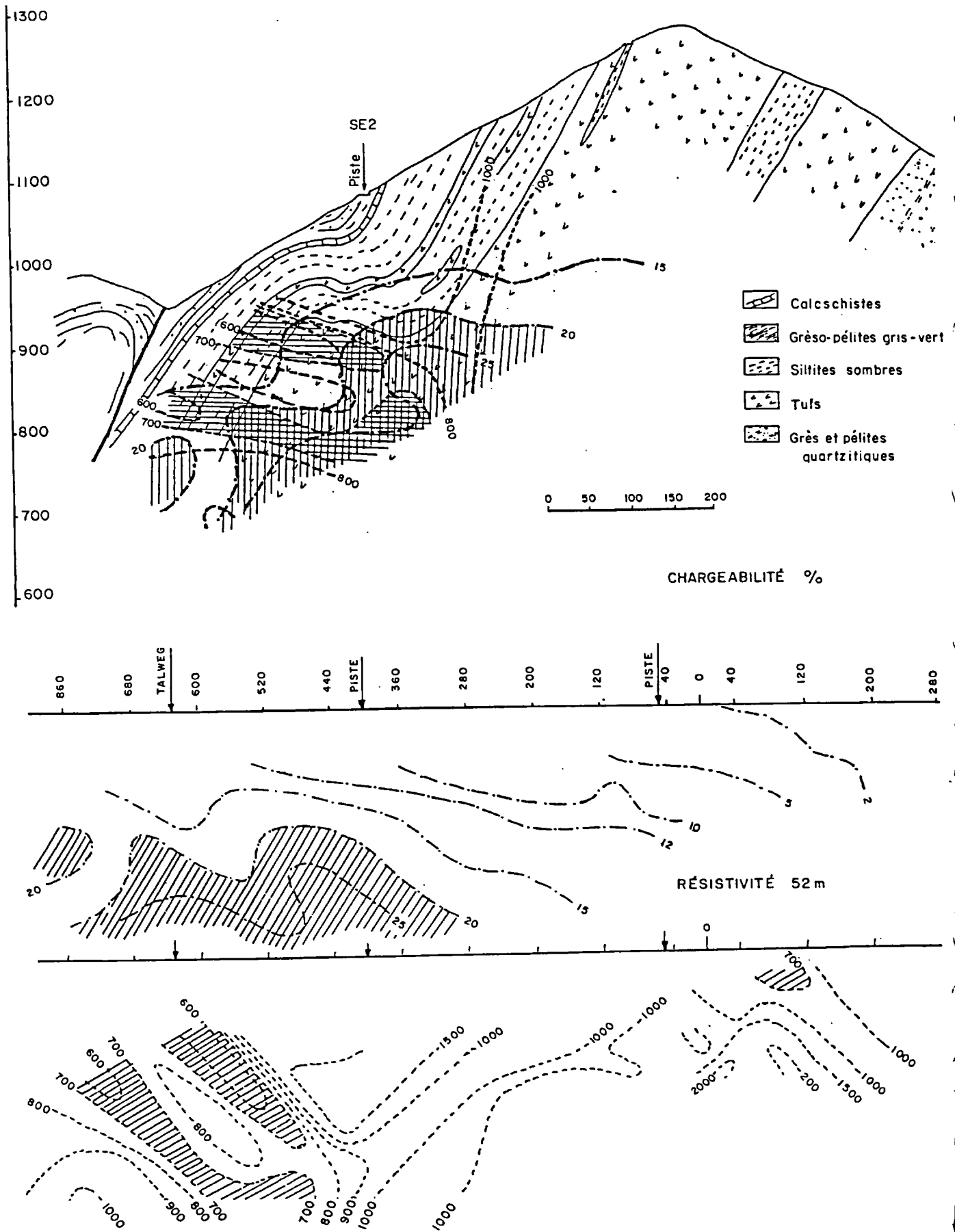


Fig. 9 - Col de Seille : anomalie géophysique B (Gironella Sud).

Les laves ne sont pas anormales et dans les faciès sédimentaires, seules les siltites sombres ont un fond faiblement anormal en Ba (teneur moyenne 1030 ppm) qui s'accompagne d'un fond plus élevé en V (175 ppm) et Cr (215 ppm), confirmant ainsi leur origine sédimentaire dans une ambiance réductrice.

En prospection, tous les indices rencontrés (qu'il s'agisse d'anciennes fouilles redécouvertes ou d'indices totalement inconnus) se rapportent à des minéralisations à galène et/ou blende sécantes, soit dans des fractures importantes (Puig Colom ou Puig de Las Coubines), soit dans des microfissures (Gironella Nord, Gironella Sud, Aygue Blanque). Aucune de ces minéralisations n'a bien sûr d'intérêt économique, mais elles peuvent être révélatrices de minéralisations sous-jacentes.

L'absence de découverte directe d'indice correspondant au type recherché nous a conduits à poursuivre la prospection par des couvertures géophysiques tactiques. L'une d'entre elle (anomalie B de Gironella Sud) montre une anomalie de résistivité et de chargeabilité profonde sur un profil dipôle-dipôle, confirmé par un sondage électrique. Elle correspond au passage d'un horizon de tuf à des siltites siliceuses sombres (fig. 9). Les sondages prévus sur cette anomalie n'ont jamais pu être réalisés.

Ajoutons que certaines anomalies méritent des compléments de travaux : complément de géophysique sur l'anomalie géophysique A de Gironella Sud et surtout, prospection de l'anomalie géochimique tactique d'Aygue Blanque qui n'a pas été entamée et dont la signature géochimique est celle correspondant à la minéralisation de La Manère (pl. 2).

#### b) La Manère

L'indice de la Manère-Gaffe Lloups (ancienne exploitation abandonnée), classiquement considéré comme un filon, a été revu dans le cadre des travaux effectués sur l'anomalie du Col de Seille. Il est pris dans une faille qui lui donne un aspect filonien.

Le minerai est massif et constitué essentiellement de pyrite et blende, accessoirement de galène et sidérite, dans une gangue quartzreuse et chloriteuse. Malgré un broyage intense et une recristallisation importante, des reliques de minerai primaire sont localement préservées et montrent une structure rubanée, à grain très fin, typique des minéralisations exhalatives-sédimentaires (Lescuyer J.L., 1988).

L'étude de géochimie isotopique du plomb, effectuée sur un minerai rubané à lits de pyrite et blende avec galène et gangue barytique, contenant des traces d'or, donne un âge qui permet d'attribuer l'origine de la minéralisation à une métallogénie anté-hercynienne. L'hypothèse exhalative-sédimentaire est donc bien confirmée (Marcoux E. *et al.*, 1991 ; ann. 3).

La zone d'indice a été recouverte par deux profils dipôle-dipôle, dont l'un a mis en évidence, sous les anciens travaux, une anomalie de résistivité et de chargeabilité. Elles ont été confirmées, avec une assez bonne superposition, par la méthode du gradient et, pour ce qui concerne la résistivité, par un sondage électrique.

Le sondage carotté, implanté pour recouper le volume défini par ces anomalies, a été arrêté à 250 m, sans recouper de minéralisation, ni de structure pouvant expliquer l'anomalie géophysique. L'arrêt du programme Inventaire n'a pas permis d'aller jusqu'au bout de la



reconnaissance de cette anomalie, où nous avons prévu de faire un complément de géophysique à partir du sondage par la méthode de l'électrode enterrée et, éventuellement, en fonction des résultats, un second sondage carotté.

### **c) Anomalie du Col de la Redoute**

La géochimie semi-stratégique fait ressortir deux groupes géochimiques à spectre très large avec des teneurs fortes, de direction parallèle à celle des formations. Un premier ensemble, légèrement plus alumineux et ferreux, correspond à la formation schisto-gréseuse d'Evol, située au nord-est. Il contient déjà un fond relativement élevé en Zn (moyenne arithmétique 657 ppm). L'ambiance schistes noirs est déjà marquée, avec des teneurs en Ba, V, Cr relativement fortes (respectivement 1246, 167, 144 ppm en moyenne arithmétique).

Le deuxième ensemble, situé au sud-ouest, contre le granite de Batère, correspond à la formation à schistes noirs de Cabrils. Il est caractérisé par des teneurs exceptionnellement élevées : dans le détail on y reconnaît une zone à Ba et V très élevés (respectivement 2649 et 300 ppm en moyenne arithmétique) avec une association Mo, Ag, Cr, ne contenant pas de Zn. Elle correspond à des schistes noirs très amphotiques et pyriteux. L'autre zone contient des teneurs en Zn exceptionnellement fortes (825 ppm pour 66 échantillons et 1595 ppm pour 16 échantillons), toujours dans une ambiance de schistes noirs avec des teneurs moyennes en Ba, V, Cr élevés. Son extension considérable lui confère un caractère formationnel évident.

Au contact du granite, ces schistes sont fortement intrudés par des dykes de microgranite, ce qui se traduit par l'apparition d'un groupe à Be, Si, Zr.

Sur le plan strict des anomalies métalliques, le rapport de géochimie conclut (Letalnet J., 1989) : "il semble y avoir deux Zn. Le premier très régional, forme deux grandes anomalies, où il s'accompagne localement de Ni-Cu et Ag et toujours de Cd. Malgré le caractère formationnel de ces anomalies, il faut souligner le niveau très élevé des teneurs en Zn. Le second, lié à de fortes valeurs en Pb, superposé au sud-sud-est du secteur à l'anomalie formationnelle, se situe dans un environnement sans Ni et sans Cd".

L'indice à caractère stratiforme de Montbolo et les structures sécantes qui l'accompagnent s'inscrivent dans le contexte des anomalies Zn, Pb de la famille 8 de la classification cf. § 3.2.2. Aucun indice nouveau n'y étant découvert, nous y avons effectué un test tout à fait ponctuel de géochimie en roche, sur sept échantillons (l'anomalie Zn couvre 12 km<sup>2</sup>), dans le bassin versant contrôlant un des points les plus fortement anomaux.

Ce test sur différents faciès de schistes noirs ne restitue que leur signature géochimique banale, à Ba, V, Cr avec des teneurs en Ni et Cu faibles. Seul un échantillon contient un peu de Zn (1000 ppm). Il n'explique pas l'anomalie.

La prospection du second type d'anomalie, à Pb plus élevé, avec présence de minéraux de Pb et de barytine dans les concentrés alluvionnaires, a abouti à la découverte d'indices ou de fractures, parfois bréchiques, avec quartz, galène, blende, chalcopryrite et parfois barytine (indices de Rivemale). Certains avaient fait l'objet de petites recherches. Ces indices ne présentent aucun intérêt économique. La signature géochimique de leur contexte anomal (élévation de B, Li, Co et Mg) indique qu'ils pourraient être en relation avec la paléosurface triasique, qui, dans ce cas est toute proche (bassin triasique d'Amélie-les-Bains). Ce Trias, recouvert partiellement en géochimie, a une signature nettement évaporitique (B, Li).

L'origine formationnelle de l'anomalie du Col de la Redoute paraît bien établie même si on est surpris par l'ampleur des valeurs anormales en Zn et par la présence de Cd et As qui devraient indiquer la présence de minéralisations sulfurées.

Nous pensons que l'influence granitique a pu induire des remobilisations dans un système microfissural d'où la présence de As, W, Be, Li, les schistes noirs les plus argiliteux ayant été épargnés par ces remobilisations (probablement parce que beaucoup moins perméables que les formations plus silteuses).

Du point de vue de la recherche, ce bilan n'est pas positif ; nous avons un contexte très favorable pour contenir à la fois des minéralisations stratiformes ou des reconcentrations sur fractures (formation encaissante très riche en métaux de base, à proximité d'une intrusion granitique). Le mécanisme de remobilisation a probablement fonctionné, mais l'absence de vastes structures cassantes n'a pas permis de créer le piège concentrateur. Sur l'autre plan, la vaste anomalie Zn pouvait être considérée comme le halo primaire d'une minéralisation exhalative sédimentaire. Mais là, on est confronté, une fois de plus, au problème méthodologique de la recherche d'un objectif profond dans un contexte de schistes noirs conducteurs, faute d'anomalies ciblées données par la géochimie.

#### **d) Anomalie de Serre de Palmes**

En géochimie semi-stratégique, Zn est corrélé avec Ca, Mn, Co, Ni, Cu, ce qui pourrait traduire une liaison avec des niveaux carbonatés manganésifères (Letalenet J., 1989). Mais les points anomaux en Zn, peu nombreux et toujours à teneurs fortes (jusqu'à 3820 ppm), sont dispersés dans des contextes lithologiques variés : schistes sombres de la formation de Cabrils (qui n'ont pas, dans ce cas, une signature nette de schistes noirs) ou schisto-gréseux à prédominance de méta-grauwackes et à lentilles micro-conglomératiques fréquentes, de la formation d'Evol.

Une deuxième lignée géochimique qui associe Au avec B, As, Mo, Sb, Pb, Cu pouvant traduire un hydrothermalisme sur fracture, nous a amenés à réaliser une géochimie tactique multi-élémentaire et Au qui recouvre plusieurs points anomaux en Zn (maille 100 x 100 m).

Pour Au, nous n'avons pas retrouvé d'anomalie structurée (un axe sécant à Sb faible, associé à Fe et Cu, mais sans Au, a été prospecté sans résultat). En ce qui concerne le Zn, nous avons individualisé une anomalie stratiforme, de 200 m d'allongement. Les teneurs sont plus faibles qu'en semi-stratégique, mais atteignent néanmoins 1500 ppm. Le Zn est associé à Cd, Cu, Ni, Co, Mn. La prospection détaillée de cette anomalie bien typée n'a pas permis de découvrir d'indices. La présence des terres rares, associées à des teneurs en Be, Li, fait penser à des remobilisations dans des fissures à proximité d'intrusions granitiques qui n'ont pas été vues.

Les teneurs très élevées en Ni et Co sur un échantillon (respectivement 2644 et 1309 ppm) associées à Zn, Cd, Pb suggèrent la présence de blende, avec une minéralisation en Ni associée, soit en inclusion dans des pyrrhotites ou pyrites, soit sous forme de sulfures et sulfo arséniures de Ni, Co. Cette anomalie est enracinée sur des schistes gréseux. Les difficultés d'accès ne nous ont pas permis d'aller au-delà dans notre reconnaissance, compte tenu de la faible dimension de l'anomalie.

#### e) Anomalie de Souanyas

Elle se situe à l'est de la précédente et concerne plus particulièrement la base de schistes rubanés de Jujols, contenant à la base, un banc calcaire et recoupé par des filons de microgranite.

Elle fait partie, elle aussi, de la branche anormale formationnelle de Conflent, avec des teneurs en Zn plus faibles (jusqu'à 600 ppm), toujours avec l'association Cu, Co, Ni, mais avec des teneurs Pb fortes (jusqu'à 750 ppm).

Les concentrés alluvionnaires signalent la présence de traces de galène, blende, barytine et fluorine.

Le contrôle géochimique semi-stratégique, limité cette fois à l'analyse du Pb et du Zn, ne montre pas d'enracinement anormal dans le socle schisteux, mais au niveau d'un lambeau de dépôt d'éboulis remanié dans une moyenne terrasse perchée.

#### f) Anomalie de El Segre

Cette vaste anomalie stratégique en Zn, Cu (famille 6 de la classification) de 20 km<sup>2</sup>, concerne la partie inférieure du groupe de Canaveilles, plus précisément le passage de la formation de Canaveilles à bancs carbonatés aux schistes noirs de la formation de Cabrils.

L'interprétation de la géochimie stratégique fait ressortir un ensemble anormal à Ba, V, Cr avec des teneurs en Ba très élevées (supérieures à 3500 ppm pour un grand nombre d'échantillons), qui correspond à un puissant faisceau de schistes noirs pyriteux, à tendance phosphatée (P jusqu'à 6000 ppm). A la périphérie, se place une très vaste anomalie Cu, Ni, Co, Fe toujours avec des teneurs élevées (jusqu'à 400 ppm Cu et 450 ppm Ni), qui garde encore un caractère formationnel. Le Zn est lié à cette association Cu, Ni, Co mais avec une extension plus réduite (deux plages d'ordre kilométrique). Les plus fortes valeurs en Zn (jusqu'à 955 ppm) sont accompagnées de Cd et Ag.

Aucun indice sulfuré n'a été découvert dans ce contexte anormal. Par contre, la prospection a permis de redécouvrir un grand nombre de fouilles ou dépilages sur des fractures sécantes, parfois bréchiques, à remplissage hématitique.

L'anomalie a là aussi une origine formationnelle, avec probablement de petites remobilisations sulfurées dans des fractures. Elle aussi, comme au Col de la Redoute, pourrait correspondre au halo primaire de minéralisations exhalatives-sédimentaires, mais cette fois, plus proximales par rapport aux zones d'alimentation à cause des teneurs plus élevées en Cu, Ni.

### 3.4. ANOMALIES Pb-Zn RESTEES EN SUSPENS

La plupart des anomalies les plus contrastées sont liées à des indices existants ou redécouverts par l'Inventaire. Celles qui étaient nouvelles et suffisamment contrastées et étendues pour présenter un potentiel ont fait l'objet du suivi semi-stratégique et tactique que nous venons de détailler.

Quelques anomalies en métaux de base restent en suspens (fig. 10) :

- anomalie 1 : à l'ouest de Prats-de-Mollo, près de la frontière espagnole, deux points appartenant au type Pb-Zn associé aux amas à sidérite (famille 2) s'associent à 8 points à Zn, Mn moins contrastés (famille 1). Etant situés dans un contexte différent (formation d'Evol) de celui de la Manère, leur intérêt semble limité. Une liaison avec la paléomarge littorale triasique ne peut être exclue ;
- anomalie 2 : entre le granite de Mont-Louis et l'extrémité occidentale du synclinal de Conflent, une dizaine de points anomaux en Zn se localisent à proximité du granite, sur la limite Evol-Jujols. Un des points appartient également au groupe sidéritique (famille 2) et un autre à la famille 9 (Zn, Cu, Mn, Co, Ni). Des nodules carbonatés sont connus à la transition Evol-Jujols. Cette signature pourrait indiquer une remobilisation sulfurée (Cu, Zn, Co, Ni) en liaison avec l'hydrothermalisme périgranitique. Son potentiel est faible comme l'atteste un contrôle alluvionnaire en aval ;
- anomalie 3 : un groupe de quatre points faibles en Zn se situe en bordure orientale du fluvio-glaciaire du Capcir, au nord de la granodiorite de Mont-Louis. Leur signification sera discutée dans le cadre de l'anomalie W, Be, associée ;
- anomalie 4 : cinq points anomaux en Zn dont deux à Cu, Ni, Co en contexte Fe, Mn, P se localisent à 5 km à l'est du dôme de l'Hospitalet dans la formation d'Evol (Pic de la Palme, 2000 m). Cette signature évoque également une remobilisation sulfurée (Cu, Zn, Co, Ni) en contexte d'altérite ferrière sur dolomies manganésifères.

Deux autres groupements de points faiblement anomaux en Zn se localisent au nord et au sud de l'Hospitalet (ann. 3 : pl. 8). Ils sont situés sur des reliefs de haute altitude et n'ont pas fait l'objet de contrôles.

### 3.5. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Dans le domaine des métaux de base, nous avons pressenti, avant le traitement synthétique de l'ensemble des données géochimiques, le caractère formationnel des anomalies Zn mises en évidence par la couverture géochimique de l'Inventaire.

Ces anomalies délimitent de larges bandes anomaux qui recouvrent les formations métasédimentaires de la base du groupe de Canaveilles, c'est-à-dire l'encaissant d'un groupe de minéralisations associé à des niveaux calcaréo-dolomitiques, contenant en proportion variable sidérite, fluorine, barytine, blende et galène et de minéralisations sulfurées à blende et pyrite.

En nous basant sur l'hypothèse que ces minéralisations étaient liées aux conditions de sédimentation (dépôts de plate-forme pour les premières et dépôts exhalatifs-sédimentaires de bassin pour les secondes), nous avons sélectionné plusieurs anomalies dans les contextes les plus favorables (présence de volcanisme, bassin de schistes noirs).

- Du point de vue gîtologique, nous avons apporté la confirmation, par l'analyse isotopique du Pb, qu'au moins un de ces indices, en contexte de bassin avec influence volcanique, a une origine exhalative-sédimentaire (indice de La Manère).



Fig. 10 - Pb-Zn : anomalies restées en suspens.

Notre hypothèse sur l'origine des minéralisations est confortée par les conclusions tirées de l'interprétation synthétique de la géochimie (ann. 3). Les images géochimiques sont différentes entre les bordures nord, nord-est et sud-est du Canigou d'une part, et les bordures de l'Hospitalet du sud-ouest de la Carença, de Roc de France d'autre part. Les premières sont beaucoup plus contrastées en Pb-Zn, ce qui est significatif d'un contexte paléogéographique différent. Lorsqu'on examine dans le détail la répartition des associations géochimiques, elle donne un "dispositif qui s'accorde assez bien avec un modèle de dépôts peu profonds, de type plate-forme carbonatée lagunaire à fluorine, barytine, sidérose, dolomie, évoluant progressivement vers un bassin latéral plus profond, à Pb, Zn (Cu) de type sédex" (Salpeteur I., 1991 ; ann. 4).

- Du point de vue de la prospection, aucune anomalie nouvelle, mise en évidence après le retraitement des données géochimiques dans le cadre de cette synthèse, n'a un caractère prioritaire, méritant de nouvelles recherches.

Dans les anomalies que nous avons déjà reconnues, malgré nos efforts, nous n'avons découvert aucun indice nouveau se rapportant à notre objectif amas. Connaissant les conditions d'affleurement qui prévalent (elles sont à l'origine du grand nombre d'indices découverts sans méthode indirecte par les Anciens), nous pouvons penser que si de telles minéralisations existent, elles ne peuvent être que cachées. Il faut donc relativiser nos résultats du fait qu'un seul sondage ait été réalisé.

La recherche de gîtes cachés est difficile dans les bassins de schistes noirs car les méthodes géophysiques sont pratiquement inopérantes : il n'y a plus de contraste de conductivité entre les corps recherchés et leur encaissant, et les autres méthodes géophysiques ne peuvent pas être appliquées : absence de pyrrhotite et relief trop accusé pour la gravimétrie. Par contre, l'effort mériterait d'être poursuivi dans le contexte volcano-sédimentaire du Col de Seille, où l'anomalie géochimique est indicatrice de sulfures disséminées et où la lithogéochimie des tufs donne une signature pouvant exprimer le halo proximal d'amas sulfurés cachés ; dans ce contexte, des anomalies géophysiques profondes n'ont pas pu être sondées ; de même, l'anomalie géophysique qui pourrait marquer l'extension de l'indice exhalatif-sédimentaire de La Manère mériterait un complément d'investigation.

Il faut cependant remarquer que cette série volcano-sédimentaire a une extension faible et qu'elle est largement entaillée par l'érosion, ce qui augmente d'autant sa surface affleurante. Dans ces conditions, le fait qu'il n'y ait qu'un seul indice affleurant lui confère un potentiel probablement très limité.



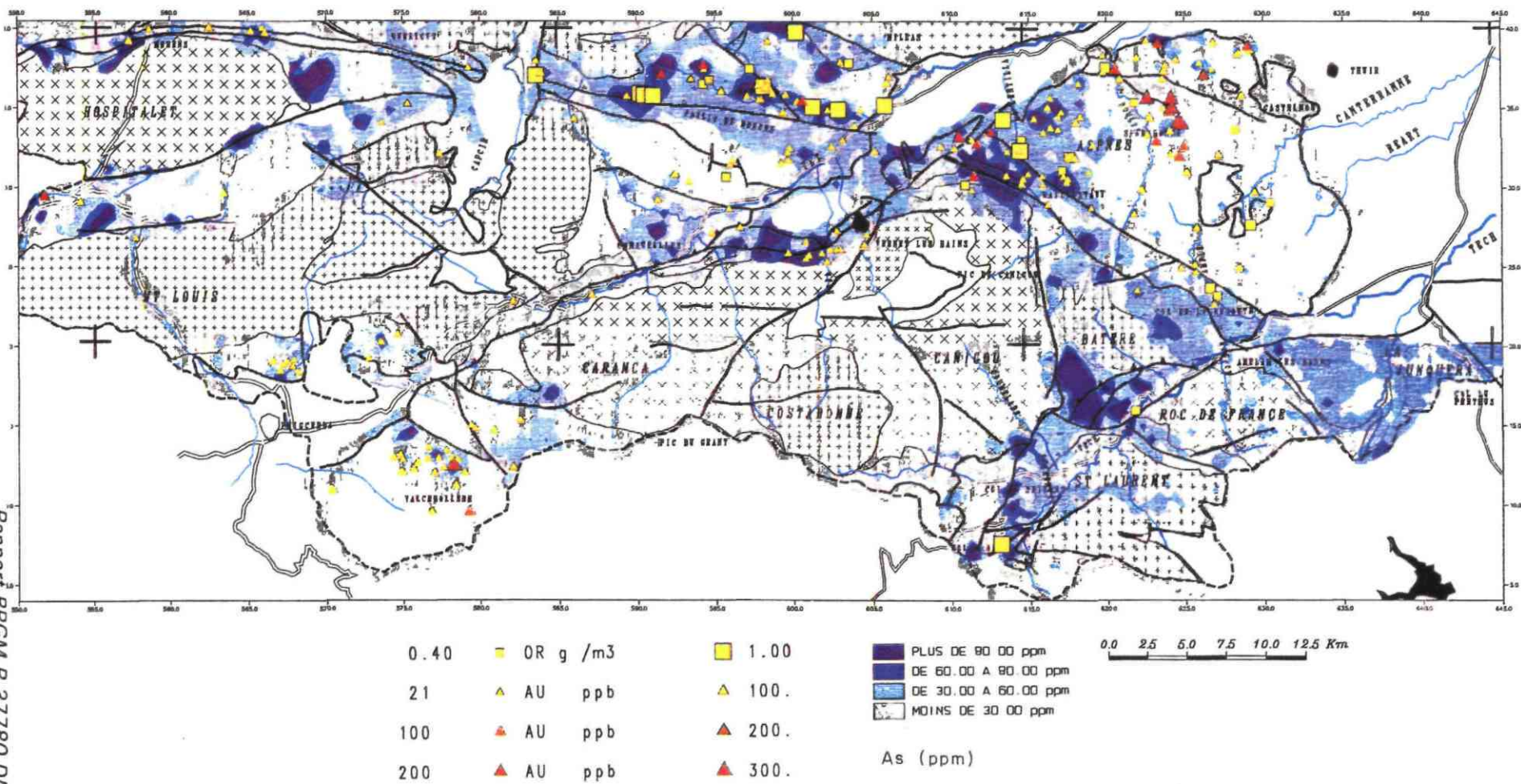


Fig. 11 - Anomalies Au obtenues en prospection stratégique.

## 4. L'OR

### 4.1. CONTEXTE ANOMAL DES ANOMALIES STRATEGIQUES

L'association Au géochimique et or des concentrés de batée montre une distribution particulière à l'échelle régionale (fig. 11) : il y a une asymétrie nette de part et d'autre de l'accident de Mérens Amélie-les-Bains, avec un domaine nord où les anomalies sont nombreuses et contrastées et un domaine sud faiblement anomal.

Le domaine nord présente deux aspects distincts de part et d'autre du fossé tertiaire de Prades : à l'est, l'or est très largement dispersé dans les Aspres, alors qu'à l'ouest il paraît se structurer sur la faille de Mérens.

A l'échelle régionale, on note l'association Au-As, dans les anomalies de Nohèdes et de Réal qui se structurent sur la faille de Mérens. Cette association se manifeste encore de l'autre côté du fossé de Prades, au nord du dôme du Canigou (anomalies de Puig de Maurous, de Villarach et de Sahorre), mais disparaît complètement dans le reste des Aspres. Par contre, les fortes anomalies en As au sud du dôme du Canigou ne sont pas associées à Au (ceci a été confirmé à l'échelle semi-stratégique dans l'anomalie de Pla de Coma).

Les autres associations tirées de la prospection stratégique permettent les autres classifications suivantes :

- anomalies à Au-W-scheelite, soit de type skarnoïdes, situées au contact des granites ou granodiorites : Campone, Réal, Roc Jalère, soit de type filonien avec un hydrothermalisme à cachet granitique : Oriège-Mourgouillou, Sahorre proparte ;
- anomalies à Au-Mo, associées à des schistes noirs pyriteux (Ba, V, Cr), localement anomaux en Cu, des formations de Canaveilles et Cabrils : Llavanèra et Sola dels Rocs ;
- anomalies à Au-Sb, de Montauriol, dans la formation d'Evol des Aspres.

### 4.2. ANOMALIES CONTROLEES ET RESULTATS

#### 4.2.1. Localisation (fig. 12)

La carte de localisation reflète bien évidemment la concentration des anomalies au nord du dôme du Canigou. Elle montre cependant que nous avons aussi inclus dans nos recherches des zones anomaux où aucun indice n'était connu : Pla de Coma, Llavanèra, Sola dels Rocs.

#### 4.2.2. Méthodologie

L'approche de ces anomalies a été différente en fonction des contextes ; nous avons privilégié la prospection au marteau et l'étude du contexte géologique là où de nombreux indices étaient connus, comme à Glorianes ou à Puig de Maurous (zone d'indices situés entre Estoher au nord-ouest et Baillestavy au sud-est) ; par contre, surtout au début de nos prospections, là où



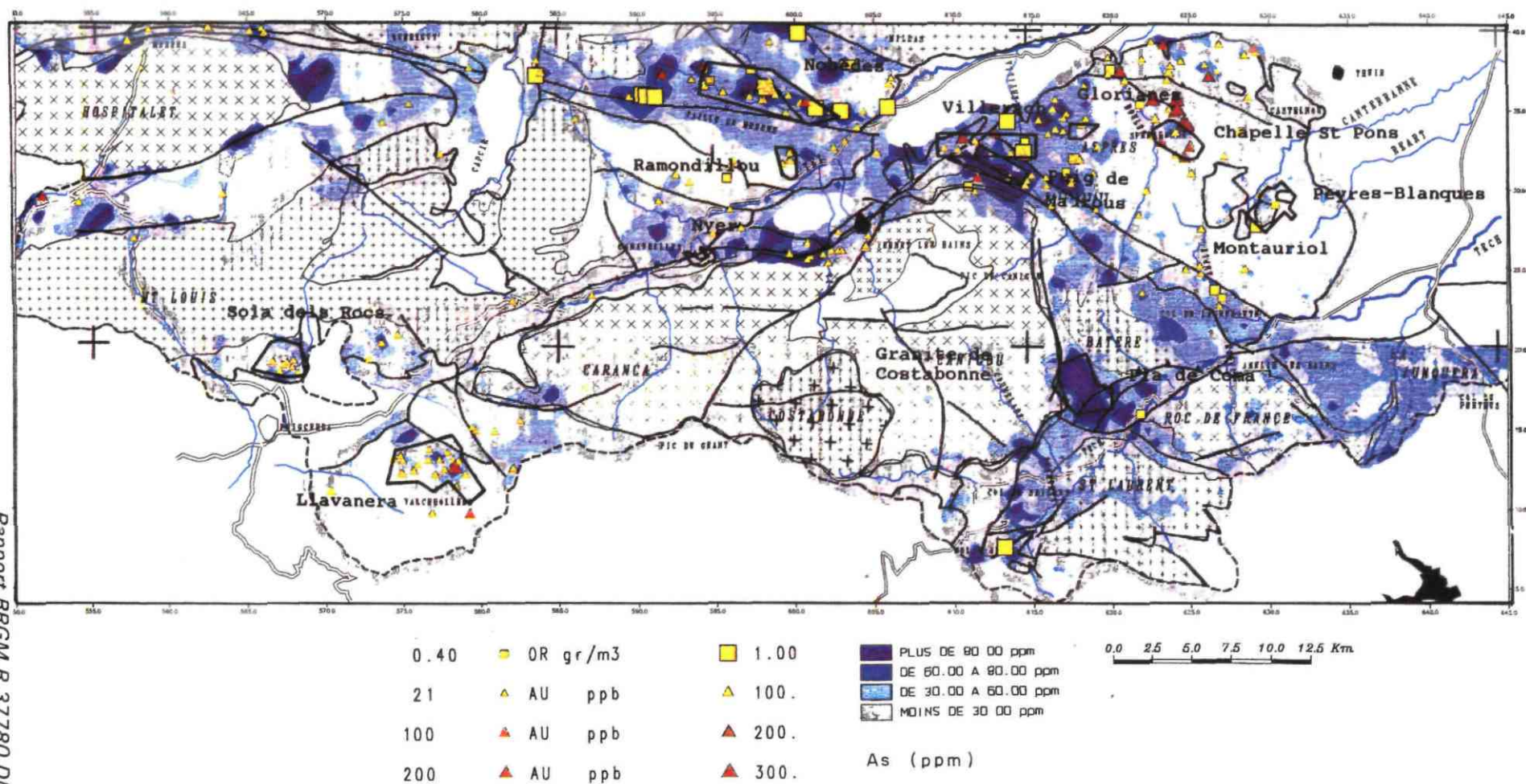


Fig. 12 - Localisation des anomalies Au contrôlées.

l'anomalie paraissait bien ciblée, elle a été reconnue par la géochimie d'un ou deux éléments : Au, As à la chapelle Saint Pons, Sb-Au à Montauriol, Au-As à Nyer, Au à Ramondillou ; par la suite, les anomalies les plus vastes, souvent à signature plus polymétallique, ont été reconnues par des couvertures géochimiques stratégiques "fond de vallon" à la maille de 10 éch./km<sup>2</sup>, analysées en ICP et Au (Nohèdes, Villerach, Pla de Coma, Llavanera, Sola dels Rocs). Cette phase de resserrement permet de localiser et caractériser rapidement les sources anomaes dans un contexte de relief rajeuni, où l'image obtenue en fond de vallon est une fidèle réplique de la roche mère amont.

Nous exposerons nos résultats en présentant d'abord les anomalies situées au nord de l'accident Mérens - Amélie-les-Bains, d'une part dans les Aspres avec successivement Puig de Maurous, Gloriantes, la chapelle Saint Pons, Montauriol, Villerach et d'autre part Nohèdes, puis les anomalies plus dispersées situées au sud : Ramondillou, Nyer, Llavanera, Sola dels Rocs et Pla de Coma.

#### 4.2.3. Résultats

##### a) Puig de Maurous





L'existence de plusieurs indices de mispickel parfois aurifères, signalés dans nos archives, dans le drainage de l'anomalie As et Au, nous a amenés à y entreprendre directement une prospection au marteau. Cette prospection a abouti à la découverte d'un très grand nombre d'indices (24 au total sur un allongement de 3,5 km) qui ont une position lithostructurale tout à fait particulière : ils jalonnent le contact entre la formation de Canaveilles, constituée de micaschistes à intercalations de marbres calcaires minces, et les orthogneiss oeillés, à valeur de socle. Ce contact est proche et parallèle au plan d'écaillage Mérens - Amélie-les-Bains, qui, par son jeu pyrénéen, redouble la série en faisant chevaucher l'unité contenant ces indices vers le sud-ouest (fig. 13).

En eux-mêmes, ces indices qui sont soit encaissés dans les gneiss, soit dans les micaschistes, ne constituent pas des objectifs économiques : ce sont des filons de quartz à mispickel lenticulaires, sécants ou concordants dans la schistosité principale, mais toujours déformés. Les teneurs sont faibles à l'ouest (0,2 à 1,2 g/t), plus fortes dans la zone de Roucatas : quelques échantillons par grappillage ont donné des teneurs comprises entre 2,5 et 10,5 g/t, surtout dans les faciès riches en mispickel.


L'intérêt de ces indices se trouve dans leur contexte structural : en effet on sait que la faille de Mérens - Amélie-les-Bains, a eu un jeu précoce hercynien et pourrait même correspondre à une zone de faiblesse plus ancienne : les caractères de la sédimentation de la formation de Canaveilles montrent une évolution nette entre l'unité autochtone située sous le plan d'écaillage et l'unité chevauchante ; lorsqu'on passe de l'une à l'autre, les bancs calcaires se réduisent à la fois en nombre et en puissance et les niveaux de schistes volcanoclastiques remaniés disparaissent.

Ces indices peuvent jalonner une ancienne structure hercynienne masquée par le jeu pyrénéen. L'étude structurale (Polizzi S., 1990) montre qu'ils sont déformés par la dernière phase de déformation, avec mise en place après la phase tangentielle responsable de grands plis couchés et des chevauchements hercyniens.

GEOLOGIE

-  Orthogneiss du Canigou
-  Formations de Cabriils/Canaveilles (combrien)
-  Contour géologique
-  Faille au contact anormal

GITOLOGIE

-  Anciens travaux
- 1 Le Uech Fe (Pb-Zn-As-F)
- 2 La Coume Fe (F)
- 3 Mas Morer Ba (Pb-Zn-F)
- 4 Rabouillèdes Fe (Zn)
- 5 Pizerot Ba (Zn-Pb-F)

● Indices MISPICKEL - OR

★ Volantes Mispickel

ANOMALIES I.T.N.GEOCHIMIE

-  Au
-  As

ALLUVIONNAIRE

- △ Or
- ☆ Mispickel

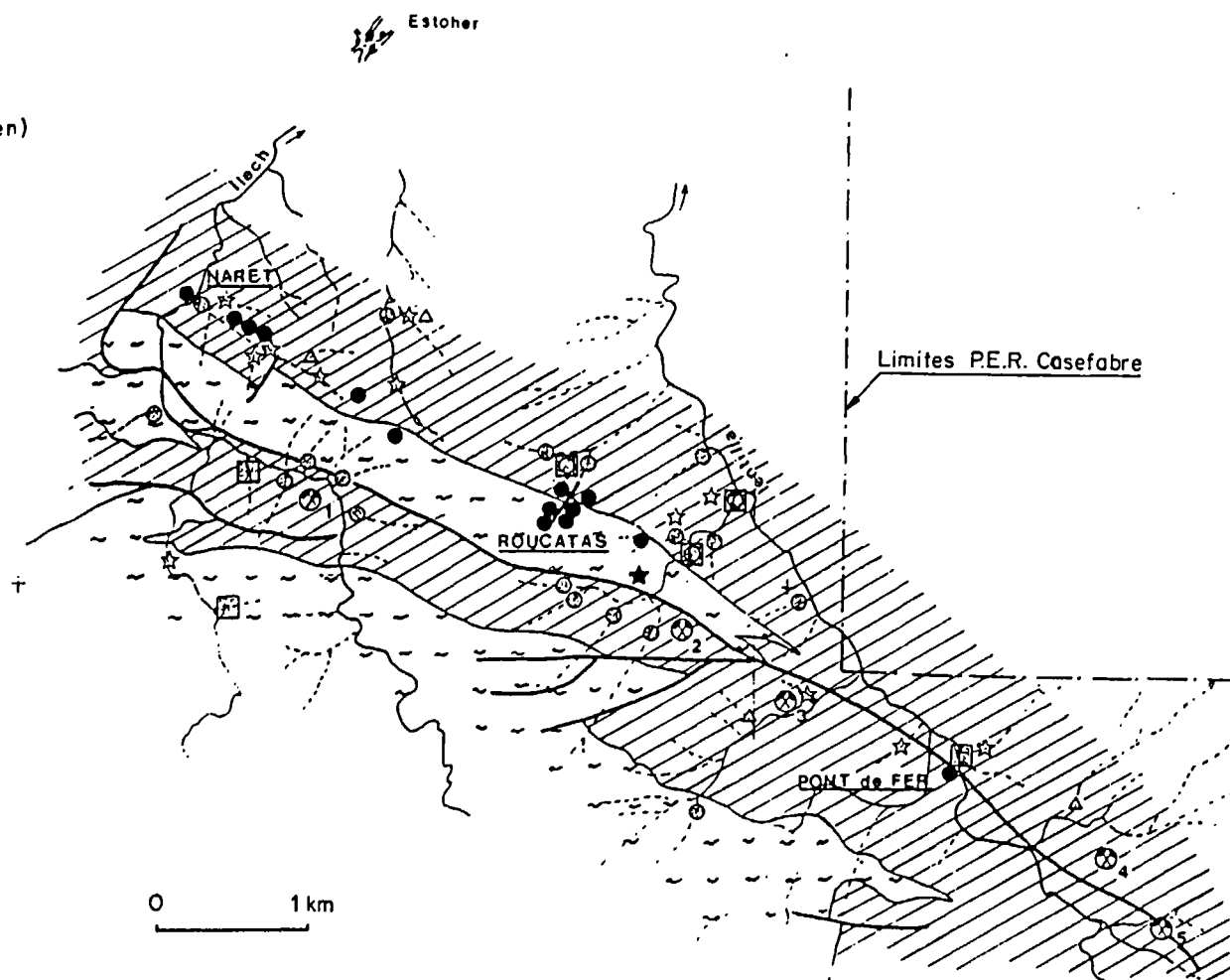


Fig. 13 - Indices et cadre géologique du Puig de Maurous.

Si ces indices s'inscrivaient dans un tel contexte, ils prendraient une autre signification et pourraient témoigner de masses sulfurées plus importantes, du type du minerai 2x du gîte de Salsigne.

Il faut cependant signaler que les conditions topographiques sont un obstacle sérieux au développement de la recherche, mais la mise en oeuvre d'une couverture magnétométrique pourrait être entreprise, le minerai contenant de la pyrrhotite. Aucun test n'a été entrepris.

Le sujet a été présenté en l'état à l'Inventaire en 1989, sans susciter l'intérêt des opérateurs.

## b) Glorianes

Avec les indices de Serrabonne, les indices de Glorianes sont les seuls indices aurifères des Pyrénées qui aient été assez sérieusement travaillés avant les travaux de l'Inventaire. Depuis 1903 jusqu'en 1943, par périodes successives (1903-1905, 1922-1924, 1942-1943 pour les principales), ils ont été reconnus par plusieurs centaines de mètres de traçage.

Ces indices forment un champ filonien (allongement 600 m, largeur 200 m), orienté N100°E, composé de trois structures principales contenant un chapelet discontinu de filons quartzeux parfois riches en sidérite, inframétriques, verticaux et de lentilles quartzueuses subhorizontales et plissées. Ce champ est encaissé dans un horizon silto-pélique de la formation d'Evol.

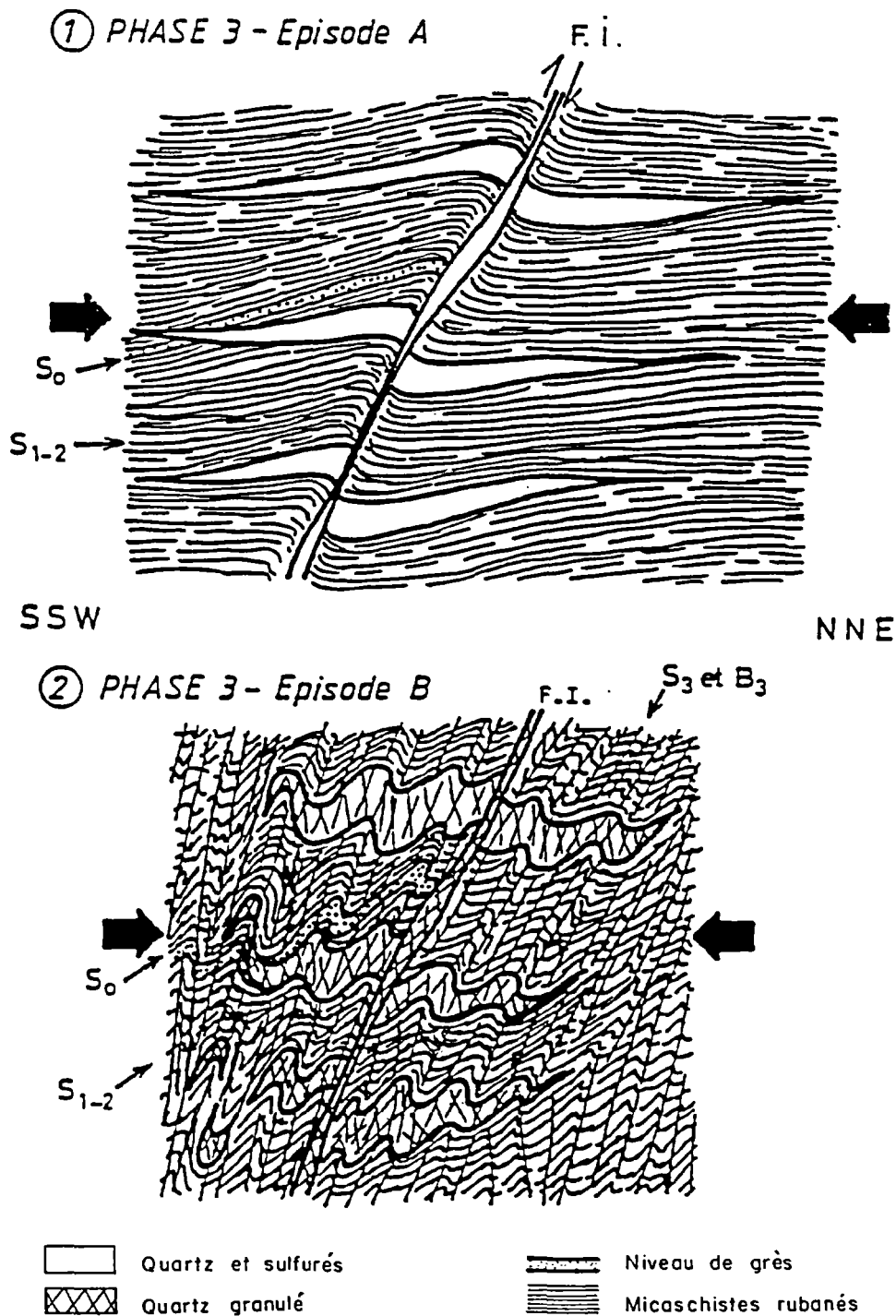
La minéralisation est composée principalement de mispickel, comprenant pyrrhotite, chalcopryrite, galène, wolframite et or libre.

Au moment où les travaux de l'Inventaire ont débuté dans les Pyrénées orientales, en 1981, nous nous sommes à nouveau intéressés à ces indices, avec deux objectifs :

- définir la nature des corps minéralisés horizontaux, au sujet desquels avaient été avancée l'hypothèse qu'ils pourraient correspondre à des dépôts "stratiformes" (Meunier G., 1983) ;
- vérifier les paramètres économiques des filons verticaux (La Compagnie Royale Asturienne des Mines, qui avait déposé une demande de PER. en 1968, sans succès, avait fait faire un cubage des réserves qui annonçait pour chacune des structures 8200 t à 17,5-19 g/t Au, 1700 t à 23-29 g/t Au 1900 t à 21-29 g/t Au. Les puissances moyennes annoncées étaient comprises entre 0,20 et 0,45 m).

Ces travaux ont d'abord été menés dans le cadre de l'Inventaire, surtout en ce qui concerne le premier point, puis ont été complétés dans le cadre des travaux propres du BRGM, après l'obtention, par celui-ci, du PER de Casefabre en 1988.

L'étude structurale de J.L. Blès *et al.* (1985) montre que les deux familles de corps minéralisés, verticaux et horizontaux, sont cogénétiques : ces corps résultent d'un cisaillement tardif par rapport à la schistosité 2 et antérieur à la phase compressive ultime, responsable de la formation de plis droits ; ce cisaillement parallèle au plan axial des plis tardifs provoque simultanément deux types d'ouverture, les ouvertures sécantes verticales, dont le remplissage est boudiné par la déformation tardive et les ouvertures horizontales qui sont des fentes d'extension décollant la schistosité 2 ; le remplissage de ces fentes d'extension est plissé par la déformation tardive (fig. 14).



- 1 - PHASE 3, épisode A : quartz et sulfures (Fe As S) cristallisant dans fentes de traction subhorizontales et dans plan de faille inverse a pendage fort (F.I.)
- 2 - PHASE 3, épisode B : lentilles quartzeuses plissées (fentes) ou boudinées (F.I.) avec granulation et structuration en lanières du quartz et fragmentation du mispickel par écrasement

Fig. 14 - Gloriane : étude structurale des filons. Interprétation de la mise en place du quartz lenticulaire affecté par le plissement de la phase 3 (in Blès J.L., Costargent R., 1985).

Sur le plan régional, l'étude structurale montre aussi que les minéralisations de Glorianes et Serrabone se placent à proximité d'une zone de charnière de pli P3, dans des schistes silto-pélitiques qui surmontent un horizon, plus gréseux de la formation d'Evol (fig. 15).

Pour vérifier les paramètres économiques, nous avons rééchantillonné les galeries accessibles dans les trois structures. Le remplissage minéralisé est très discontinu et faible (30 à 50 % seulement du volume filonien), avec des lentilles quartzieuses qui ont des allongements maximaux décimétriques (exceptionnellement 20 m) et des puissances décimétriques (exceptionnellement 0,40 sur 5 m de long). Les teneurs obtenues sont bien en dessous des teneurs moyennes annoncées. Ceci nous a conduits à abandonner, à notre tour, la recherche.

### **c) La chapelle Saint Pons**

La découverte de ces indices résulte de l'exploration de l'anomalie stratégique du plateau de Saint Pons. C'est une vaste anomalie en Au, d'environ 3 km<sup>2</sup>, avec des valeurs en Au atteignant 540 ppb, et bien corrélée par de l'or alluvionnaire. Les teneurs en As sont très faibles (50 à 71 ppm).

A la suite de différentes reconnaissances (géochimie fond de vallon 250 x 250 m, avec analyse pour Au, As, et alluvionnaire), nous individualisons la zone de la chapelle Saint Pons dans laquelle, par géochimie tactique en sol à la maille de 50 x 20 m et par échantillonnage éluvionnaire, deux anomalies en Au-As à teneurs très fortes sont définies sur 600 m. Les valeurs en Au dépassent 400 ppb et atteignent fréquemment 1 ppm (fig. 16). A cette échelle, les teneurs en As, qui sont bien corrélées à Au, deviennent elles aussi très fortes (jusqu'à 945 ppm).

L'étude lithologique et structurale de la zone anormale, appuyée par plusieurs profils de sondages percutants et un profil de sondages carottés montrent que la minéralisation est liée à deux faisceaux décimétriques gréso-quartzitiques, intercalés dans des silts de la formation d'Evol.

Par la suite, le BRGM a tenté, en travaux propres, dans le cadre du PER de Casefabre, de démontrer la valeur économique de ces minéralisations, par une série de sondages carottés, mais sans succès.

Les minéralisations s'expriment sous forme de silicifications affectant ces niveaux gréseux, soit massives, sans géométrie particulière, soit en stockwerk diffus, accompagné de sulfures (principalement mispickel, avec pyrite, pyrrhotite, chalcopryrite, galène, blende) ; le mispickel peut être finement disséminé dans les quartzites. L'or libre est présent dans les fissures du mispickel ou dans la silice. Certaines teneurs étaient tout à fait intéressantes : 6,50 m à 5,6 g/t, 3,40 m à 3,4 g/t.

Ces faisceaux gréso-quartzitiques sont affectés par la phase 3 et dessinent en affleurement une tête anticlinale d'axe N120°. Ils sont recoupés par des fractures tardives N140° à tendance mylonitique. La silicification peut avoir une répartition hétérogène au sein des bancs gréso-quartzitiques, mais est quand même préférentiellement contrôlée par ses contacts avec les schistes encaissants. La localisation de cette minéralisation dans des charnières anticlinales et sa disposition préférentielle dans des plans d'anisotropie qui ont pu jouer pendant la déformation nous fait penser que sa mise en place doit être contemporaine de cette

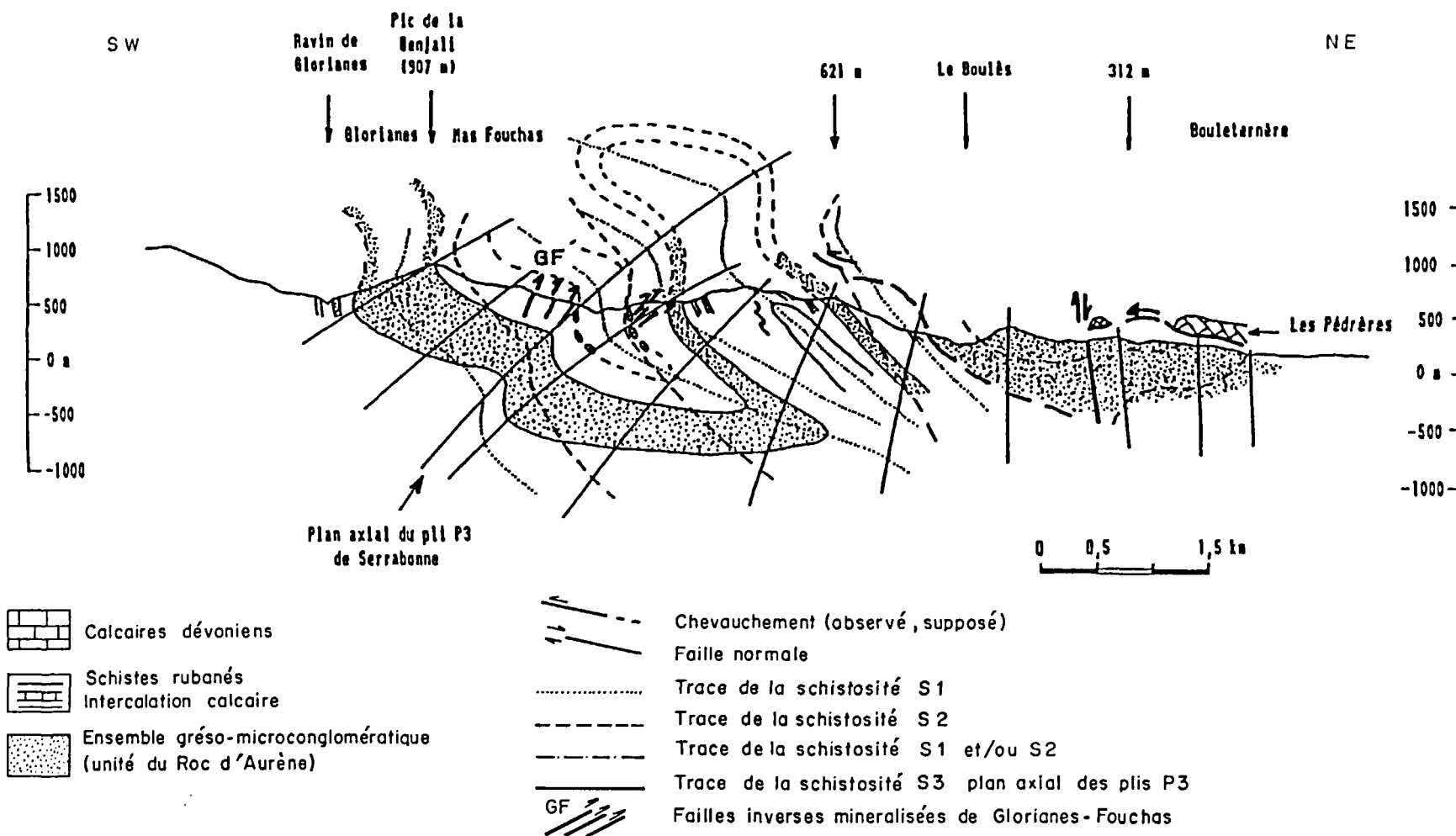


Fig. 15 - Localisation lithostructurale des indices de Glorianes (in Polizzi, 1990).



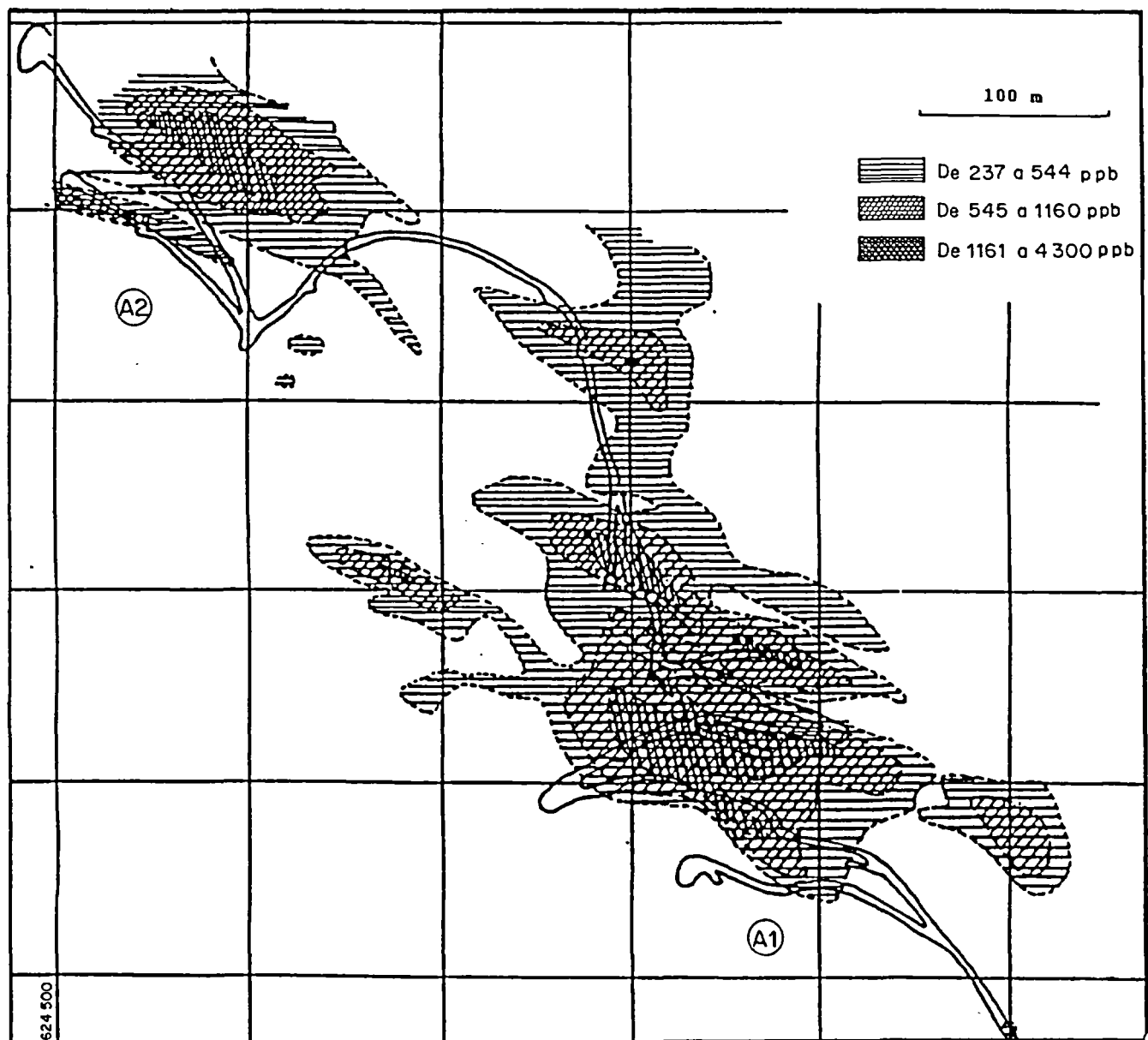


Fig. 16 - Géochimie tactique pour Au dans le secteur de la chapelle Saint Pons.



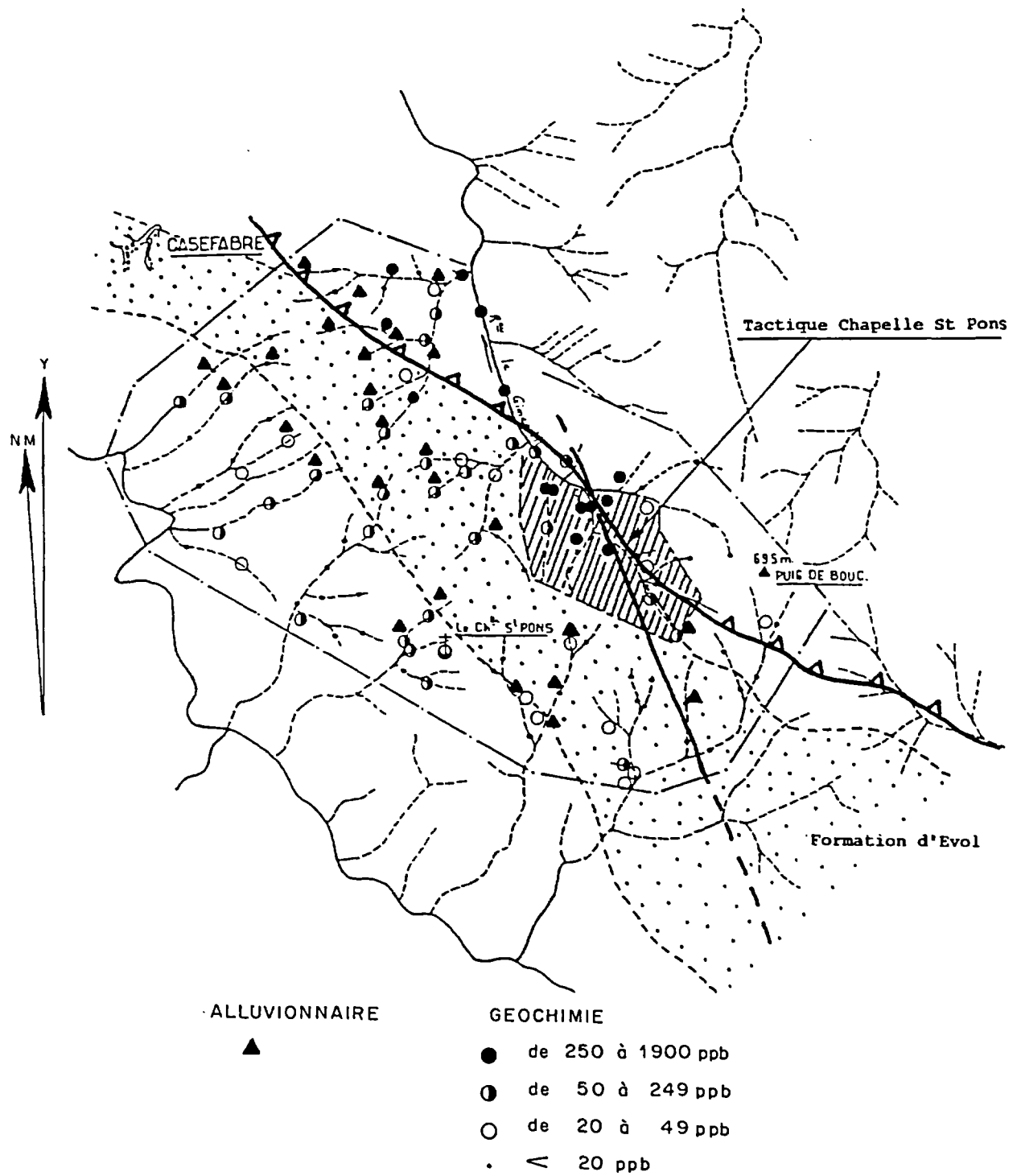


Fig. 17 - Contexte lithostructural de la chapelle Saint Pons.  
Résultats géochimiques et alluvionnaires semi-stratégiques.

déformation. Mais J.L. Blès *et al.* (1986) a vu des minéralisations antérieures déformées aussi par les phases 1 et 2. Par contre, les failles mylonitiques tardives, qui affectent les bancs de quartzites, emballent parfois des minéralisations, mais n'ont pas joué de rôle remobilisateur. Ces accidents ne sont pas soulignés par les anomalies géochimiques en sols qui sont strictement enracinées sur les bancs grés-quartzitiques.

L'évaluation systématique de ces bancs grés-quartzitiques a confirmé la liaison silicification-grès et l'absence de filons minéralisés enracinés, mais les teneurs obtenues, parfois sur des puissances importantes, sont faibles et enlèvent tout potentiel économique à cette minéralisation.

On se rappellera cependant que l'anomalie contrôlée s'inscrit dans une anomalie régionale de 7 km avec une zone fortement anormale qui la déborde de 3 km (fig. 17). On notera dans cette zone anormale la superposition de deux métallotectes pouvant favoriser une concentration de la minéralisation : l'horizon détritique de la formation d'Evol, contenant les deux faisceaux grés-quartzitiques de la chapelle Saint Pons, et sur lequel s'enracine l'anomalie, et le plan de chevauchement tardi phase 2, marqué par une anomalie B (Polizzi S., 1990) qui n'a jamais été prospectée et qui pourrait agir en facteur de concentration.

#### d) Anomalie de Montauriol

Il s'agit à l'origine d'une anomalie stratégique Sb, faiblement anormale en Au, mais dans un contexte alluvionnaire aurifère. Elle s'inscrit dans le cadre des formations schisteuses à schisto-gréseuses (avec localement des bancs plus gréseux) de la série de Jujols.

Les reconnaissances géochimiques semi-tactiques en fond de vallon (Sb seul) et tactiques (50 x 50 m) Sb ont permis d'individualiser à Peyres Blanques une anomalie orientée N140°, à teneurs en Sb exceptionnellement fortes (26 points supérieurs à 500 ppm Sb, dont 5 supérieurs à 5000 ppm), longue de 400 m (iso-anomale 200 ppm).

C'est à ce stade là qu'on a cherché à vérifier et qu'on a démontré la relation Sb/Au.

Les contrôles par décapages, sondages percutants et petits sondages carottés courts ont établi l'enracinement de l'anomalie sur un couloir de fracturation large de 70 m environ, souligné par un axe conducteur VLF et superposé à un accident photogéologique.

Ce couloir de fracturation contient des lentilles ou anomalies de quartz blanc laiteux, intensément déformées, à rares imprégnations de sulfo-antimoniures. Elles sont de petites dimensions, ce qui est surprenant car la quantité de quartz vue en tranchée ne correspond pas à celle que laissait attendre l'ampleur du champ de volantes responsable de la large anomalie sol. Ces lentilles ou amandes de quartz semblent disposées en échelon au sein du couloir de fracturation qui pourrait alors correspondre à un couloir de cisaillement.

La minéralisation aurifère observée en sondage contient, outre les sulfo-antimoniures, du mispickel, de la pyrite et de la chalcopryrite.

Les teneurs étant assez bonnes (2,9 g/t sur 1,50 m en sondage carotté, 3,7 g/t sur 2 m en tranchée), le sujet a été présenté à l'Inventaire en 1989, sans susciter l'intérêt des opérateurs miniers. Il est vrai que le volume de quartz minéralisé est faible et que l'anomalie n'a pas une grande extension.

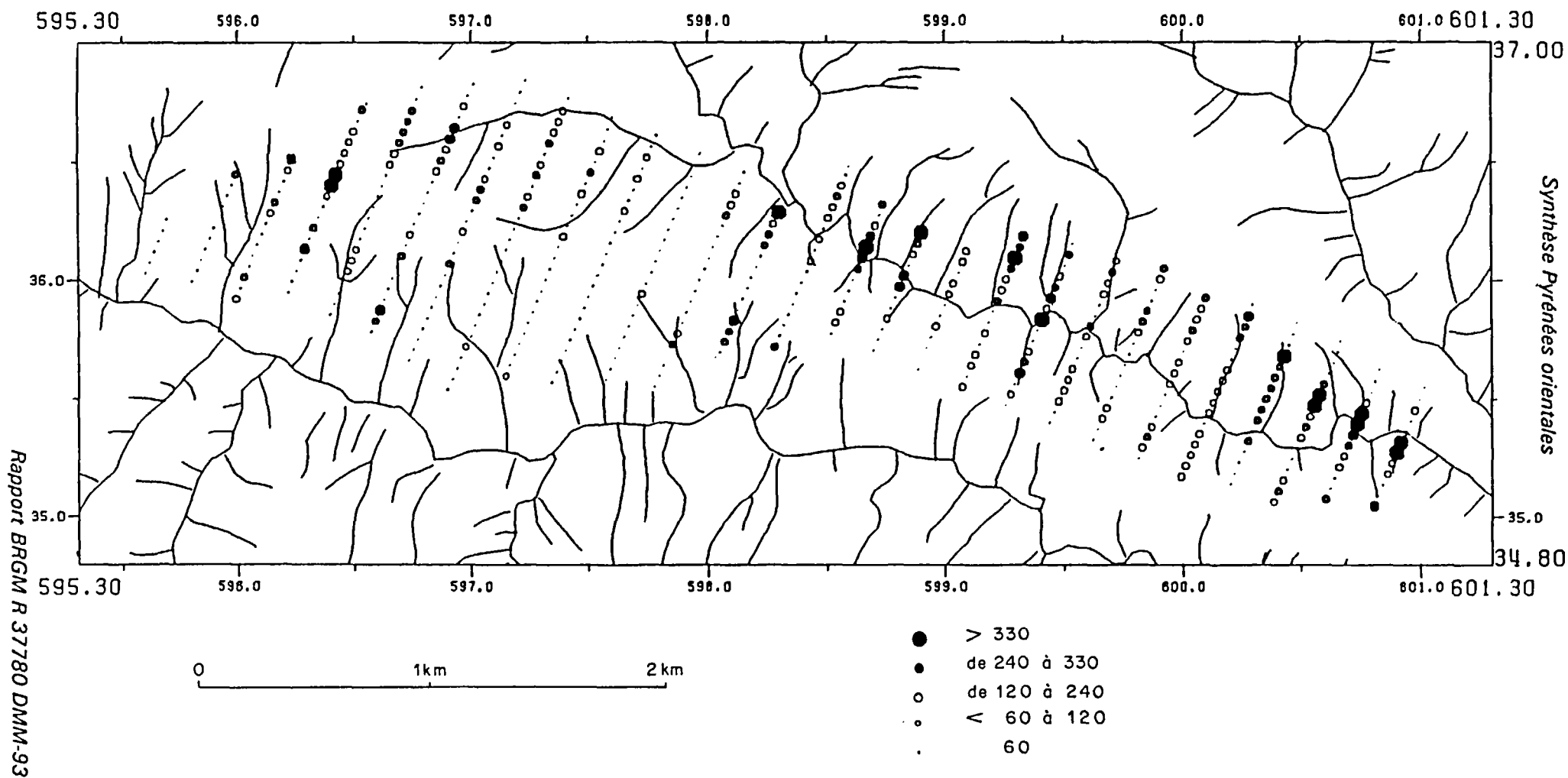


Fig. 18 - Géochimie tactique en sol (200 x 50 m) pour Au (ppb) dans le secteur de Nohèdes.

**e) Anomalie de Villerach**

L'anomalie stratégique à Au, As, Cu se situe au nord de l'anomalie de Puig de Maourous et recouvre les schistes noirs de la formation de Cabrils et les pélites et grès de la formation d'Evol. Aucun indice n'y est connu.

La couverture stratégique à 10 éch./km<sup>2</sup>, analysée en ICP et Au, redéfinit le niveau de schistes noirs par l'association V, Ba, Mo, mais les anomalies à Au, situées hors schistes noirs, sont à teneur faible (maximum 95 ppb), mal structurées et sans accompagnateurs.

Par contre, on retrouve deux points à teneurs fortes en Zn avec l'association Zn, Ni, Cu, Co dans le contexte des schistes noirs, typique des associations déjà rencontrées en contexte comparable (Col de la Redoute, Serre de Palme, El Segre, cf. § 3.3).

**f) Anomalie de Nohèdes**

C'est une vaste anomalie stratégique qui couvre près de 20 km<sup>2</sup>. Elle se situe dans les formations silto-gréseuses, contenant des niveaux de schistes noirs et des lentilles microconglomératiques de la formation d'Evol. Elle est parallèle à la faille de Mérens, accident majeur pyrénéen à jeu inverse, long de 400 km, d'âge initial hercynien.

En géochimie stratégique, elle se caractérise par de fortes teneurs en Au (quatre prélèvements dépassent 100 ppb) et une association avec As. Dans l'environnement lithogéochimique de l'anomalie à Au, on trouve l'association Zn, Cu, Ni, Co.

La géochimie semi-stratégique "fond de vallon" a différencié l'anomalie en deux axes en relais, de direction N110°E, parallèles à la faille de Mérens, qui s'étendent au total sur 7 km. L'un de ces axes, dans lequel Au a des teneurs très fortes (9 valeurs dépassent 200 ppb, avec un maximum à 700 ppb) et est associé à As, se situe dans l'environnement lithogéochimique caractérisé par l'association Zn, Cu, Ni, Co sur une longueur de 2,5 km.

En phase tactique en sol (200 x 50 m), les deux axes ressortent moins nettement et les anomalies sont plus étalées, même si la direction générale est conservée. Les prélèvements ont été dosés en Au, As, Sb, Ag, Pb, Mo, Bi et Ni. Les teneurs Au peuvent atteindre 1500 ppb. Elles sont associées soit à As et Sb (segment de 1 km de long), soit à As, Sb, Pb (segment de 1,8 km), avec parfois des traces de Bi (fig. 18 à 20).

Ailleurs les teneurs sont plus faibles. Ni est dissocié des anomalies en Au.

La prospection de ces zones anormales en surface et par un sondage carotté montre clairement la relation de ces anomalies avec un faciès de séricitoschistes verdâtres, décolorés en surface, à lits centimétriques de pyrite-pyrrhotite et de chert. Ces lits, d'origine exhalative-sédimentaire, sont recoupés par un stockwerk de même nature (ann. 2).

Le problème qui reste en suspens est la relation de l'or avec ces dépôts exhalatifs-sédimentaires. Sur des échantillonnages en affleurement, les teneurs rencontrées dans ces formations sont toujours faibles, de l'ordre de quelques centaines de ppb, les seules teneurs significatives étant liées à des silicifications à mispickel paraissant plus tardives. Il en est de même dans le sondage carotté.

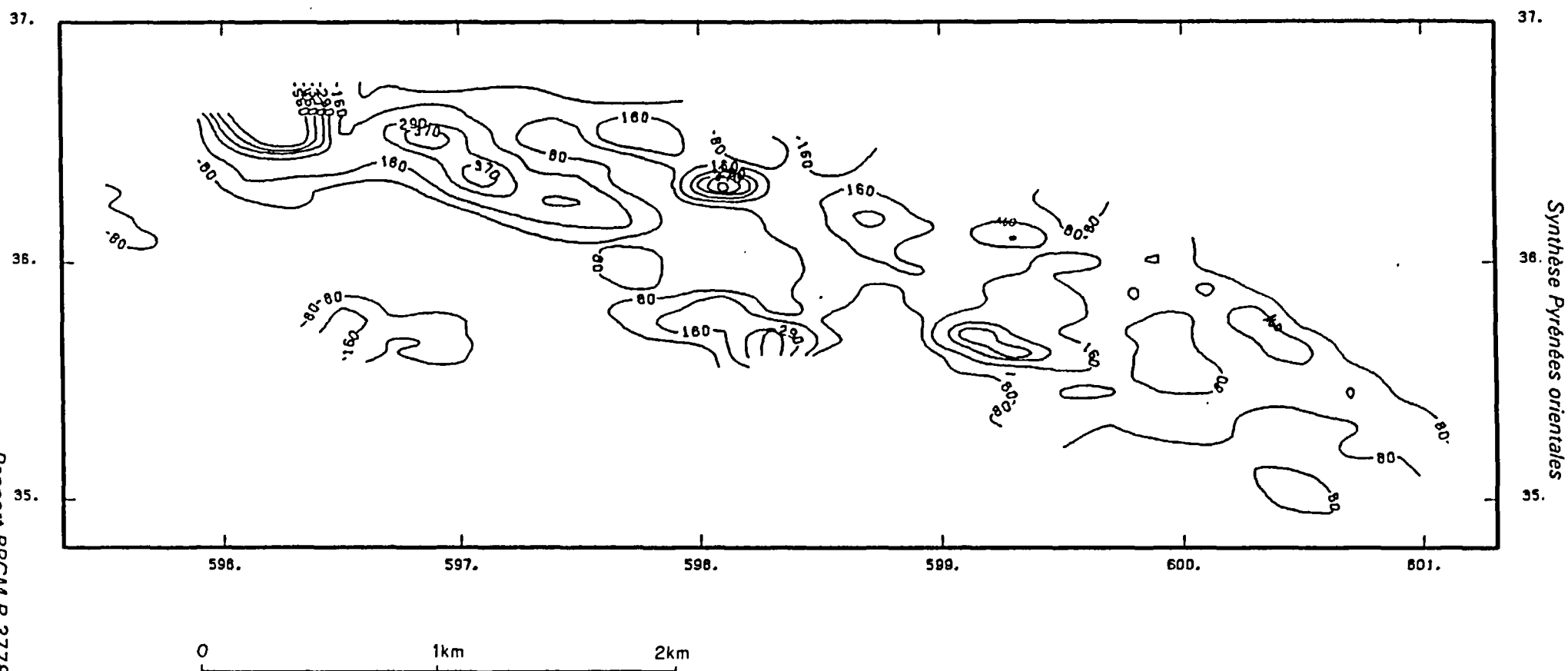


Fig. 19 - Géochimie tactique en sol (200 x 50 m) pour As (ppm) dans le secteur de Nohèdes.

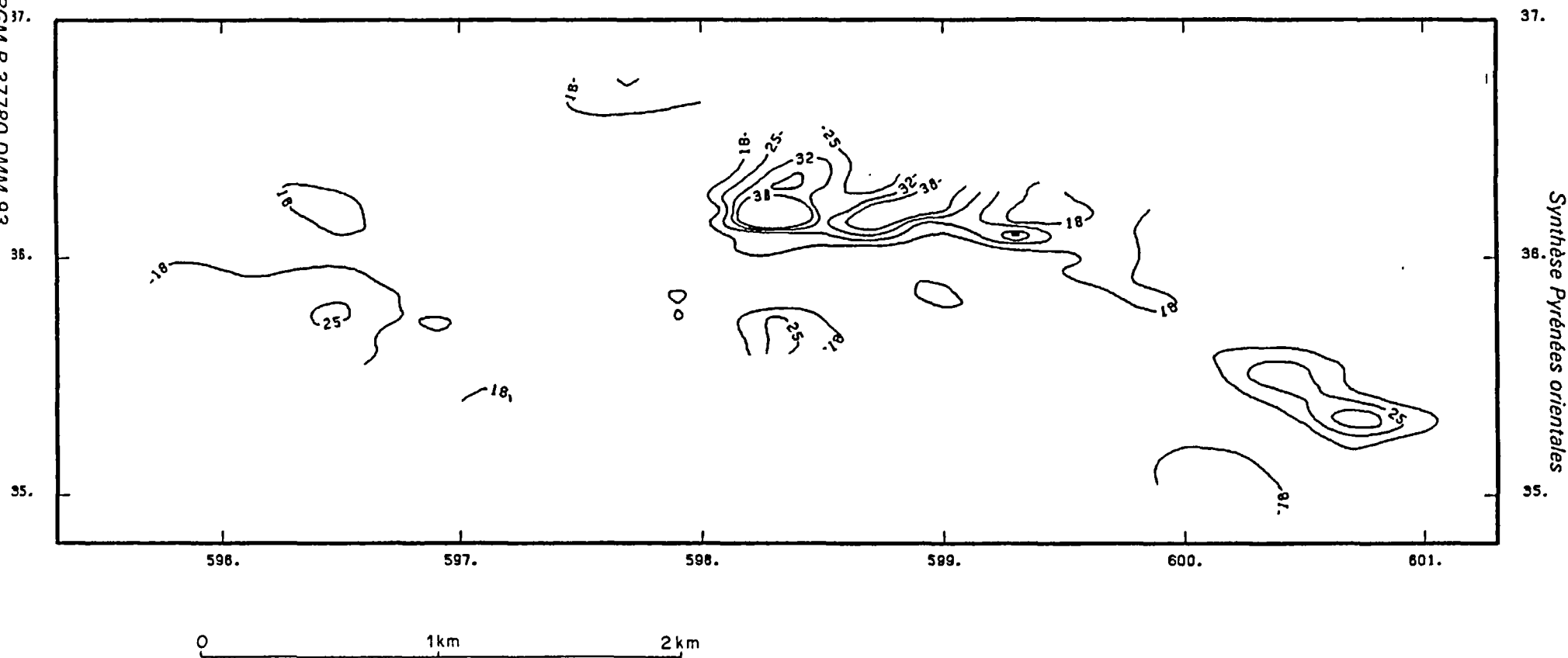


Fig. 20 - Géochimie tactique en sol (200 x 50 m) pour Sb (ppm) dans le secteur de Nohèdes.

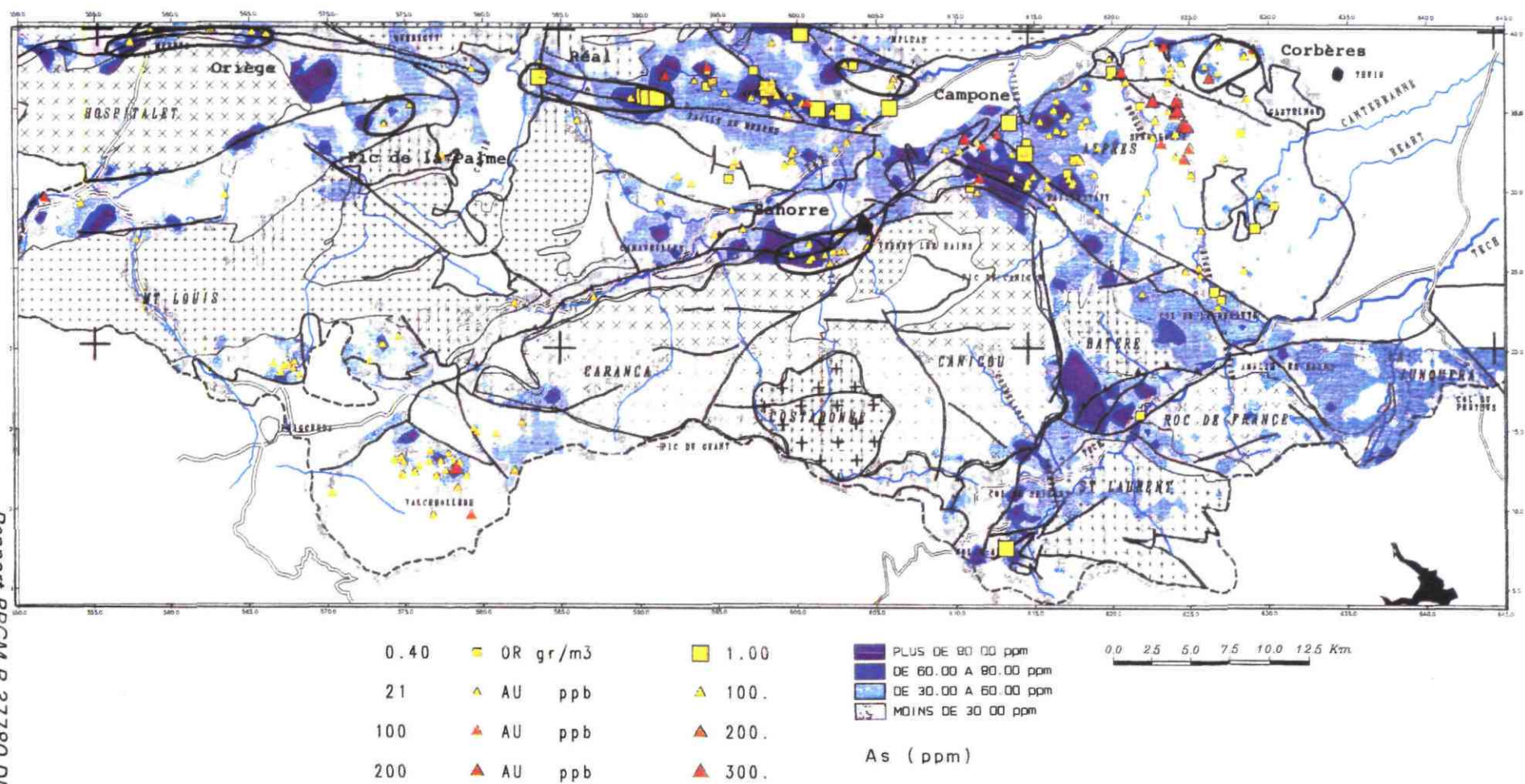


Fig. 21 - Localisation des anomalies non suivies en géochimie tactique pour Au.

Il pourrait y avoir une préconcentration de l'or dans ces dépôts exhalatifs-sédimentaires, ce qui expliquerait l'étalement de l'anomalie ; les teneurs en sol reflètent le niveau de teneur en roche, ce qui est tout à fait cohérent avec le contexte pédo-morphologique de l'anomalie, caractérisé par un relief très accentué à sols squelettiques.

L'étude structurale n'a pas mis en évidence des cisaillements recoupant ces dépôts exhalatifs (Castaing C., 1991), malgré la présence des quelques silicifications à mispickel.

Cependant, cette étude montre qu'ils se placent dans une charnière de plis P3, qui se traduit dans le faciès schisteux par des plis en chevrons et dans les faciès gréseux par des plis cylindriques. On peut se demander si, par analogie avec le contexte lithostructural de Glorianes et de la chapelle Saint Pons, cette phase de déformation n'a pas de relation avec les minéralisations à mispickel et or, même si cela n'a pas été vu clairement sur le terrain.

Même si la liaison de l'or avec ces dépôts n'est pas complètement établie, ces résultats attirent une fois encore l'attention sur la formation d'Evol.

#### **g) Anomalie de Ramondillou (fig. 21)**

Cette anomalie stratégique à Au seul et à teneurs faibles (5 valeurs comprises entre 25 et 75 ppb) est intéressante du fait de son contexte un peu particulier : elle s'enracine en effet dans les formations carbonatées du Dévonien moyen allochtone du synclinal de Villefranche.

Le contrôle tactique en sédiments de ruisseaux de la zone anormale n'a retrouvé aucune anomalie.

#### **h) Anomalie de Nyer**

La position privilégiée d'un groupe d'indices sur l'accident frontal du massif de la Carança, au nord du dôme du Canigou, nous a incités à faire une couverture géochimique Au/As hors anomalie stratégique mais juste à l'ouest de l'anomalie à Au-As du Sahorre. Il s'agit des indices de Nyer à l'est, de Los Infantes à l'ouest, distants de 2 km, encaissés dans une écaille contenant les gneiss ocellés du socle et les micaschistes à intercalations calcaires de la formation de Canaveilles.

Le plan d'écaillage contient un filon de quartz à mispickel, sans Au ; au-dessus, le contact gneiss-micaschistes est cisailé et contient des micaschistes mylonitisés et silicifiés avec quelques lentilles de quartz à mispickel atteignant 8 à 9,5 g/t Au (indice de la Farga Nova, près de Nyer).

Une couverture géochimique tactique (100 x 50 m) a été effectuée pour couvrir ces contacts ; elle dessine une anomalie en As bien contrastée (9 valeurs supérieures à 400 ppm), mais sans Au, à l'exception de deux valeurs à proximité immédiate de l'indice.

#### **i) Anomalie de Llavanera**

C'est une vaste anomalie stratégique, à teneur Au faible (entre 25 et 50 ppb, à l'exception d'une valeur isolée à 560 ppb), avec un peu d'arsenic et quelques points d'or alluvionnaire.



Elle se situe au sud de l'anomalie à métaux de base de El Segre (cf. § 3.3), dans des schistes contenant quelques niveaux de quartzite qui font le passage de la formation d'Evol au groupe de Jujols.

Le contrôle semi-stratégique efface complètement le caractère anomal de la zone puisque, malgré des contrôles analytiques, on ne retrouve que quatre teneurs anormales (20 à 115 ppb) contre les dix-neuf de la prospection stratégique.

On retrouve l'association Ba, V, Co à Puig d'Estaque, à teneur en Ba forte, qui indique probablement la présence de schistes noirs, ce qui modifierait la limite entre la formation d'Evol et le groupe de Jujols proposé par la carte géologique à 1/50 000.

#### **j) Anomalie de Sola dels Rocs**

Elle se situe tout à fait à l'ouest du secteur, entre l'enclave de Llivia et la frontière espagnole, près du village d'Ur. L'anomalie Au comporte sept teneurs comprises entre 20 et 100 ppb et trois points anormaux en Sb bien groupés, au voisinage du contact faillé entre la formation d'Evol et la bordure méridionale du granite de Mont-Louis. L'association des éléments Cu, Ag, Mo en contexte géochimique élevé en Ba, Mo, V, Fe évoque une lithologie de type schistes noirs pyriteux, analogue à celle du bassin de Llavanera.

Le contrôle semi-stratégique confirme l'anomalie à Au en association avec As, sur un axe de 2 km, à teneur Au moyenne (maximum 85 ppb), avec des accompagnateurs caractéristiques de minéralisations sulfurées (Ag, Sb). Le contexte schistes noirs pyriteux est bien confirmé par l'association Ba, V, B, Mo, Fe dans laquelle se manifeste un fond élevé en Cu, Ni.

La reconnaissance de cette anomalie n'a pas été achevée.

#### **k) Anomalie de Pla de Coma**

Cette anomalie est tout à fait à part car il s'agit de la plus forte anomalie en As mise en évidence par l'Inventaire dans les Pyrénées orientales : elle couvre sur une vaste surface les schistes à intercalation de bancs calcaires de la formation de Canaveilles, entre le socle du gneiss du Canigou à l'ouest, et le granite intrusif de Batère à l'est ; les teneurs As sont très élevées (9 teneurs comprises entre 212 et 983 ppm).

Ce caractère fortement anomal en As nous a incités à faire le contrôle pour Au de l'anomalie en phase semi-stratégique ; on retrouve les fortes teneurs As (jusqu'à 600 ppm), mais accompagnées seulement par trois faibles teneurs en Au (25, 30 et 50 ppb).

Le caractère aurifère de l'anomalie n'est pas confirmé. As dessine un axe anomal globalement sécant, mais qui pourrait aussi souligner les contacts (anormaux ?) de certains bancs calcaires. En prospection, aucune minéralisation à mispickel n'a été rencontrée.

On a donc là l'exemple d'une vaste dispersion primaire de l'arsenic, en relation probablement avec l'intrusion du granite de Batère (quelques faibles teneurs anormales en W et Sn existent en périphérie de l'anomalie As), mais sans processus métallogénique de concentration.

### **4.3. ANOMALIES EN OR MOINS CONTRASTEES RESTEES EN SUSPENS**

#### **4.3.1. Anomalies Au-As (Ni-Co) associées à des fractures recoupant des niveaux à sulfures disséminés dans les formations d'Evol (fig. 22)**

##### **a) Anomalie à Au de Corbères (Aspres)**

L'anomalie se situe au nord-est du permis Casefabre, dans les formations détritiques de l'Evol supérieur. Elle comporte sept points anomaux formant deux groupements distincts associés à des valeurs faibles en As et en Ag (périphérique). Un petit grattage est connu à cet endroit livrant quelques restes de minerai de type filonien des Aspres (mispickel, chalcopryrite, galène, Bi, quartz et sidérite).

##### **b) Anomalie à Au-Sb (Pb, Cu, Mo, Zn) du Pic de la Palme**

L'anomalie se situe dans des micaschistes d'Evol recoupés de nombreux accidents E-W à la périphérie du dôme gneissique de l'Hospitalet.

Cette anomalie en or est peu étendue (deux points anomaux) mais s'associe à l'antimoine (deux points) et s'enracine sur une zone à signature Fe, P, Zn (4 points à teneur supérieure à 350 ppm), Co, Ni, qui évoque un contexte sidéritique à sulfures de fer (pyrite, pyrrhotite) au voisinage de bancs carbonatés.

#### **4.3.2. Anomalies à Au-W, scheelite, de type skarnoïde, situées au contact de granites ou granodiorites**

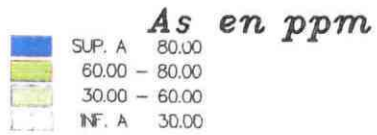
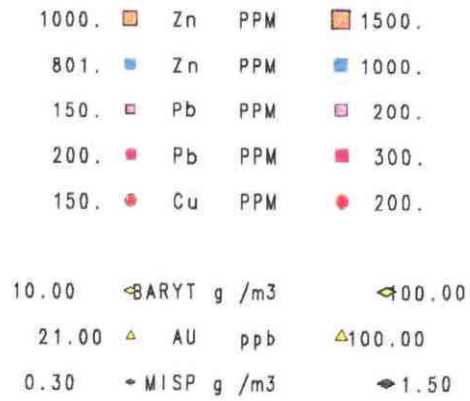
##### **a) Anomalie à Au-Cu-Fe-As-W de Oriège-Mourgouillou (faille de Mérens)**

L'anomalie est située sur la faille de Mérens, dans une intercalation de métasédiments rapportés à l'Evol qui forme un liseré étroit entre les gneiss d'Aston au nord et les gneiss de l'Hospitalet au sud. Des anomalies en Pb, Ba, W, Sn et pyrite, mispickel alluvionnaire ainsi que sept teneurs en Au (20-100 ppb) évoquent une minéralisation de type filonien dans un contexte hydrothermalisé à cachet granitique évolué (fonds en Be légèrement élevé, B, W, Sn associés). Deux accidents orientés E-W recoupent les séries d'Evol à cet endroit. Une association de type skarnoïde (Fe, Cu, P) apparaît latéralement dans la zone de contact avec les gneiss de l'Hospitalet.

##### **b) Anomalie à Au-Sb de Real (faille de Mérens)**

Cette anomalie se situe dans les formations d'Evol, sur la faille de Mérens. Ce faisceau d'accidents jalonné de mylonites met en contact les formations carbonatées du Dévonien moyen du synclinal de Conflent, au sud, avec les phyllades de la formation d'Evol au nord.

Ce couloir faillé est situé entre le granite de Querigut au nord et le granite du Mont-Louis au sud.



ECHELLE : 1/100000

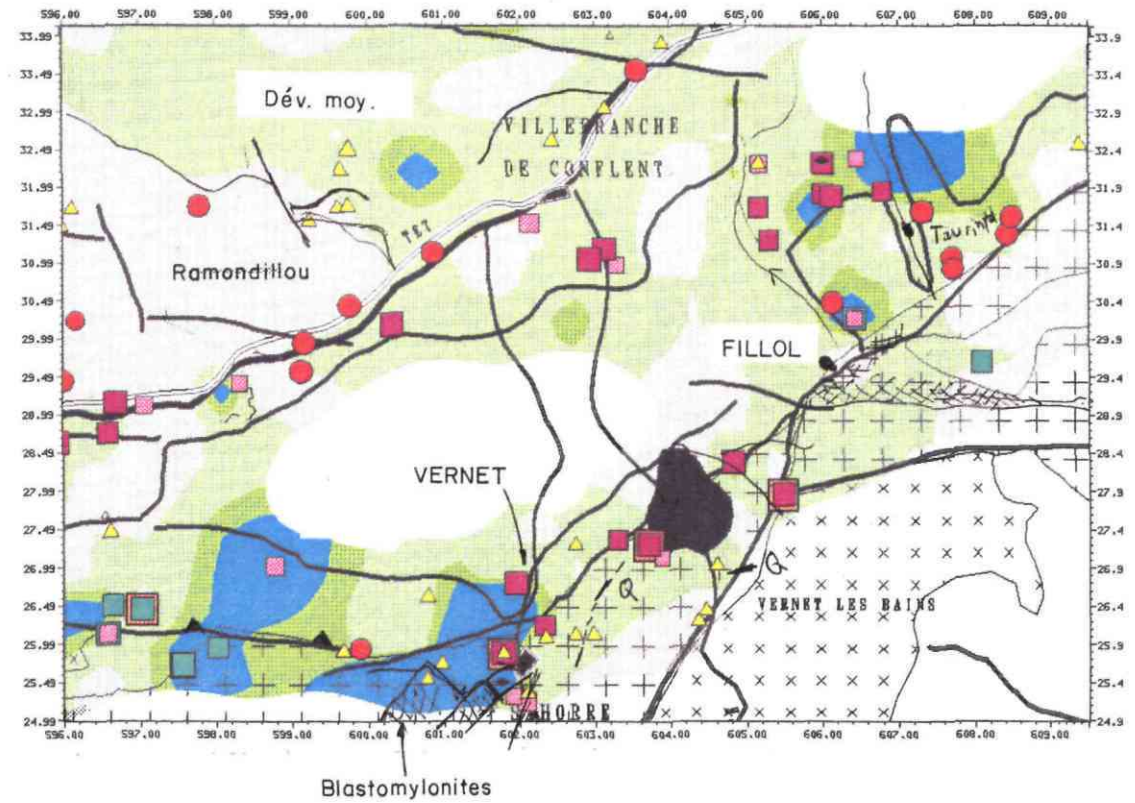


Fig. 22 - Anomalies Au-As (Ni-Co) dans les formations d'Evol.

L'anomalie comporte trois points anomaux en or géochimique confirmés par quatre points à or alluvionnaire. L'antimoine s'y associe (quatre teneurs supérieures à 50 ppm) ainsi que l'arsenic, le bore et le tungstène. La scheelite et des traces de cassitérite et oxydes de plomb sont signalées en concentrés de batée et confirment l'intérêt de ce secteur pour une minéralisation à Au de type départ acide en contexte faillé. L'absence de Ni-Co différencie ce contexte de celui de Nohèdes.

**c) Anomalie à Au (Sb) de Campone (granite de Millas)**

L'anomalie se situe au nord-est du prospect de Nohèdes, au contact sud du granite de Millas, dans des formations rapportées au Jujols. Ce contact est jalonné par une faille à mylonite orientée N 120°. Les trois points anomaux en or géochimique sont confirmés par la présence d'or alluvionnaire associé à de la scheelite, tourmaline et du mispickel. Le secteur est également anormal en Cu, As, W (Sb, Sn). Cette association évoque un potentiel pour une minéralisation skarnoïde à or.

**d) Anomalie à Au de Sahorre (bordure nord Canigou, cf. fig. 21)**

L'anomalie draine la zone blastomylonitique d'Eyne Sahorre qui marque la semelle d'un chevauchement hercynien. Celui-ci met en contact les formations de Canaveilles au nord avec les gneiss mylonitiques du Canigou au sud. Cette structure est elle-même affectée par un faisceau d'accidents NE-SW (répliques de l'accident de Py-Mantet). La carte détaillée de ce secteur par A. Cartier (ann. 2 : fig. 1) indique de nombreux indices de fluorine, sidérose et barytine associés aux niveaux calco-dolomitiques de la série de Canaveilles ou liés à des fractures obliques sur ces niveaux. Sept points anomaux en or se groupent en amont de Sahorre dans l'axe des blastomylonites et filons de quartz et trois autres points jalonnent un accident NNE, au sud de Vernet. Le plomb et l'arsenic renforcent l'intérêt de la première anomalie tandis que le zinc et le manganèse se corrélient aux niveaux calco-dolomitiques de Canaveilles. Un axe à Be élevé situé à l'intérieur des gneiss entre Sahorre et Vernet peut indiquer un hydrothermalisme associé au granite plus évolué dans ce contact. Une anomalie en Sn, W et Y, P confirme un potentiel pour une minéralisation de type périgranitique. La pyrite, sidérose et la fluorine alluvionnaires sont corrélées aux indices connus. Cette anomalie Au est dans un contexte analogue à celle de Villerach située sur le prolongement nord-est de la zone blastomylonitique, à 10 km environ. L'existence de mylonites, la fracturation intense liée à la zone distensive du graben de Prades et la signature Pb-As de l'anomalie plaident en faveur d'un type de minéralisation filonienne avec un cachet granitique.

Cette anomalie intéressante est située en partie dans le périmètre des concessions pour Fe et F (concession de Casteil en particulier) ; elle n'a pas été explorée par l'Inventaire.

#### **4.4. PRINCIPALES CARACTERISTIQUES GITOLOGIQUES DES MINERALISATIONS A AU**

##### **4.4.1. Typologie des différents indices aurifères**

Nous avons recensé, dans la carte des indices aurifères (fig. 23 ; ann. 2 : pl. 1), tous les indices connus ou découverts lors de nos travaux dans les Pyrénées orientales.

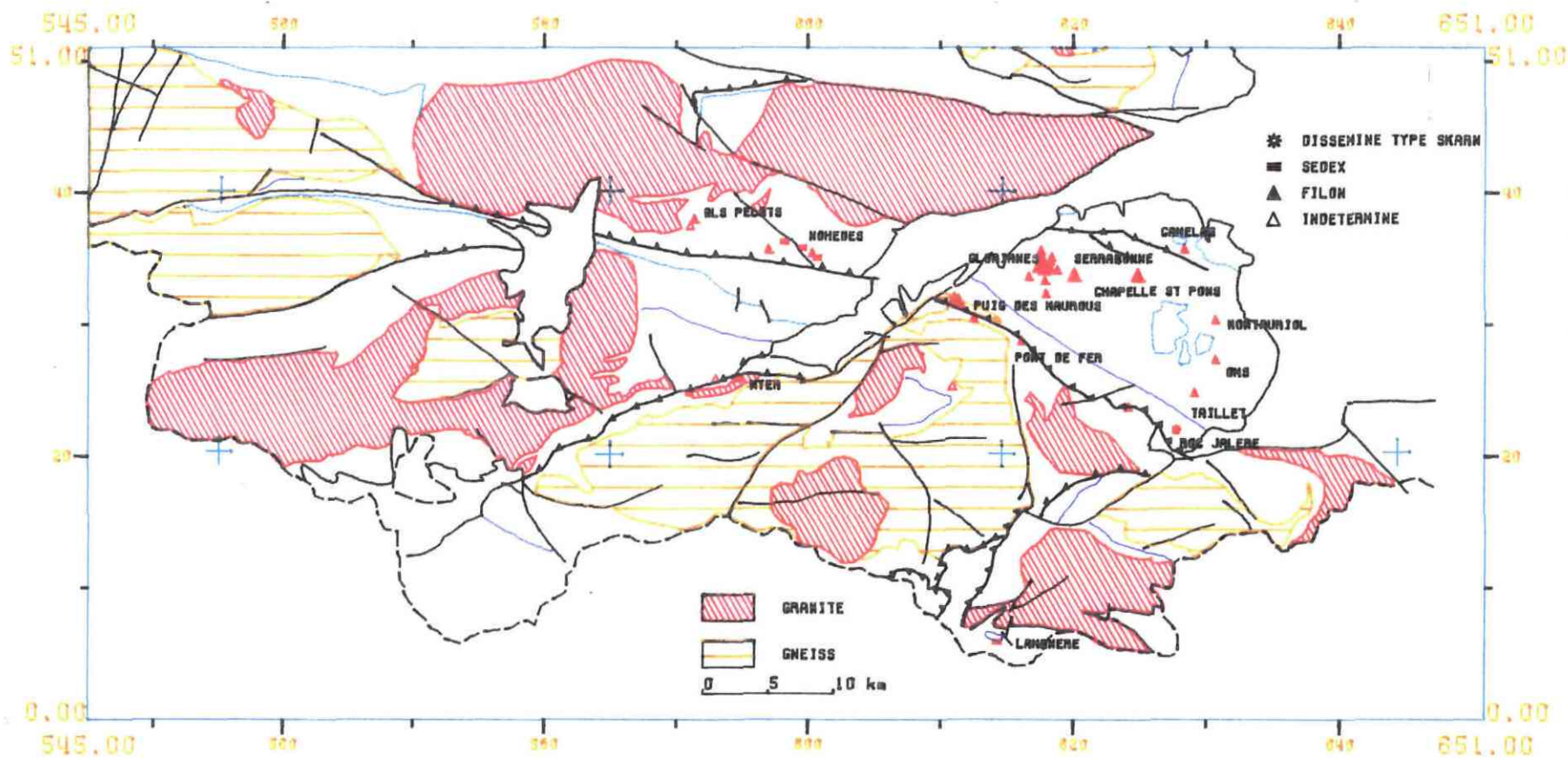


Fig. 23 - Répartition des indices aurifères par type de minéralisation.

Ces indices aurifères se répartissent en trois types :

- les minéralisations exhalatives-sédimentaires ;
- les minéralisations filoniennes ;
- les minéralisations de type skarn.

On voit qu'il y a une prédominance des minéralisations filoniennes et qu'elles ont une large répartition dans le domaine des Aspres, reflétant en cela la large répartition des anomalies stratégiques alluvionnaires ou géochimiques (cf. § 4.1).

#### a) Minéralisations exhalatives-sédimentaires (ann. 2)

L'or est présent à la Manère à l'état de traces (400 ppb) dans un minerai rubané à blende-pyrite à gangue barytique. A Nohèdes, la minéralisation est formée par un rubanement de lits à pyrite-pyrrhotite et de lits siliceux dans des séricitoschistes à chlorites. La liaison de l'or avec cette minéralisation n'est pas parfaitement établie (cf. § 4.2), mais il semble qu'elle contienne un fond de teneur de quelques centaines de ppb. Cette minéralisation a pu être remobilisée par une phase plus tardive à mispickel liée à la déformation compressive tardive.

#### b) Minéralisations de type skarn

Elles sont représentées dans l'indice de Roc Jalère. Ce sont des skarns à scheelite contenant des sulfures en faible quantité (blende, pyrrhotite avec mispickel, pyrite, chalcoppyrite, molybdénite) et de la fluorine. Ils se développent au contact de lames micro-granitiques et de bancs carbonatés de la formation de Canaveilles, au-dessus du plan de chevauchement Mérens - Amélie-les-Bains.

Ces skarns sont formés d'un rubanement de lits sombres pyroxéniques, riches en scheelite et de lits clairs plus pauvres. Ils s'étendent en plusieurs lentilles sur 2,5 km et ont fait l'objet d'importants travaux de recherche en 1953. Les teneurs en Au sur quelques échantillons à sulfure, s'échelonnent entre 0,7 et 1,6 g/t (les teneurs en  $WO_3$  étaient de 0,1 à 0,4 % sur des puissances de skarn pouvant atteindre 4 à 5 m).

L'abondance de fluorine et de blende doit être soulignée parce qu'elle est exceptionnelle surtout pour la fluorine, dans le cadre du district tungstifère des Pyrénées. Elle suggère une préconcentration dans les sédiments de la formation de Canaveilles, remobilisée par l'hydrothermalisme tardi-granitique.

#### c) Minéralisations filoniennes

Elles sont pratiquement toutes regroupées dans le district filonien des Aspres (fig. 24 ; ann. 2 : pl. 2).

Avant de décrire ces minéralisations, nous allons résumer le cadre lithostructural de ce district (fig. 25) : du point de vue lithostratigraphique, le massif des Aspres, couverture orientale du dôme gneissique du Canigou, est constitué de terrain anté-ordovicien supérieur d'âge soit précambrien terminal à cambrien moyen, soit cambro-ordovicien.



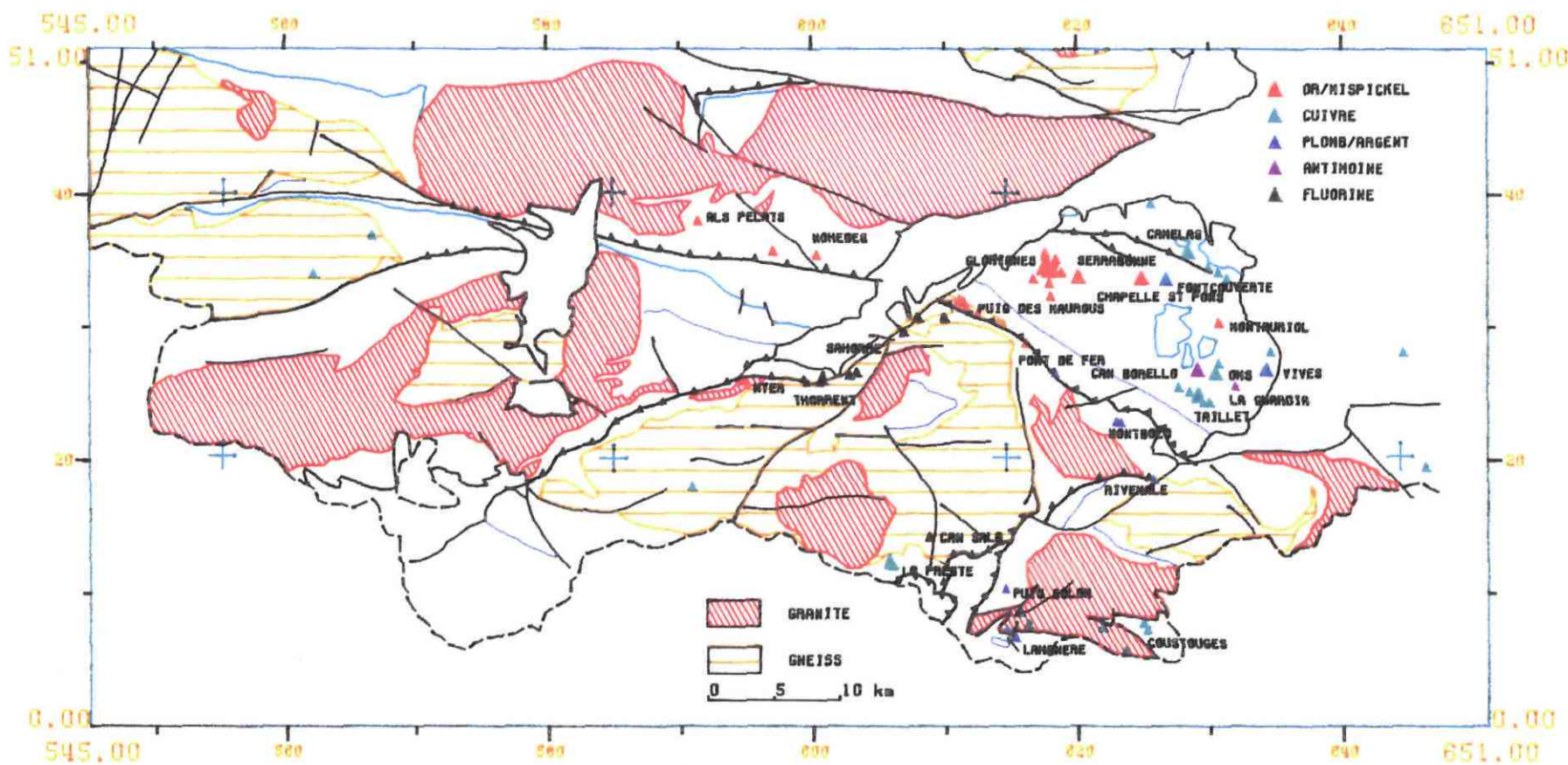
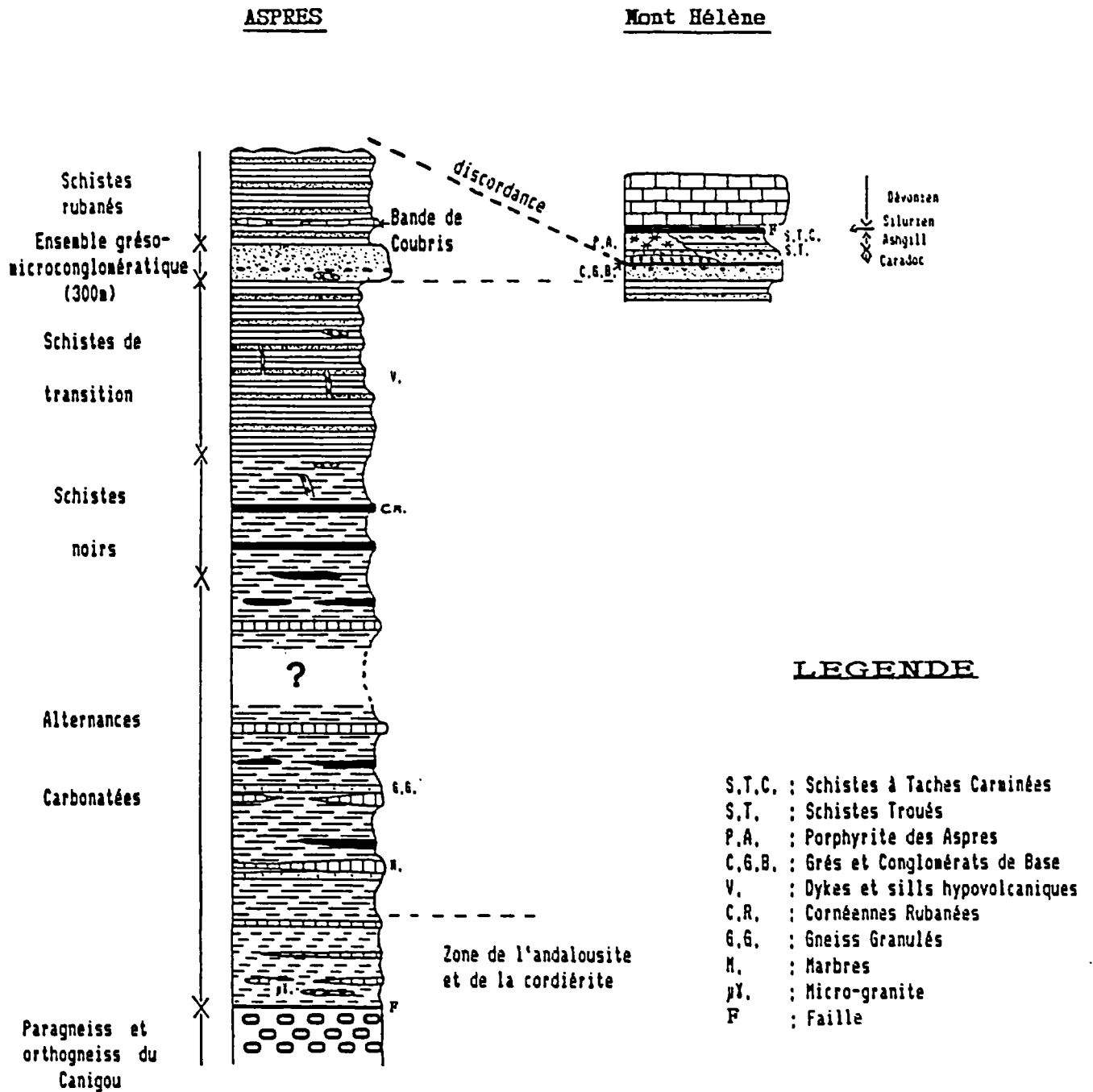


Fig. 24 - Différents types de minéralisation filonienne.





in POLIZZI (1990)

Fig. 25 - Succession lithostratigraphique des Aspres nord-occidentales.

Au-dessus des gneiss supposés précambriens, à valeur de socle, la pile métamorphique débute par des micaschistes détritiques alternant avec des bancs de marbre, plus ou moins dolomitisés et des niveaux volcanodétritiques de composition dacitique qui correspondent à la formation de Canaveilles. Ces faciès de plate-forme carbonatée instable passent vers le haut à des schistes sombres de bassin (formation de Cabrils). Une sédimentation grésopélitique très finement alternée s'installe progressivement. Ces faciès flyschoides, déposés en milieu plus ou moins réducteur, s'enrichissent à leur sommet en lentilles grésomicroconglomératiques (formation d'Evol). Enfin, une série turbiditique distale, constituée d'alternances grésopélitiques centimétriques, se met en place. Une mince bande carbonatée vient s'intercaler vers la base de cet ensemble (groupe de Jujols). Au-dessus viennent reposer en discordance tectonique les faciès de l'Ordovicien supérieur et les carbonates dévoniens.

Compte tenu des caractéristiques sédimentologiques des différentes formations qui surmontent la formation de Canaveilles, on comprend que leur distinction pose de nombreux problèmes et que leurs limites cartographiques restent assez floues et d'ailleurs sujettes à controverse ; le seul repère assez fiable est le terme le plus détritique à lentilles microconglomératiques de la partie supérieure de la formation d'Evol. Malheureusement, ce faisceau détritique n'est pas cartographié dans la partie orientale des Aspres.

La zone à andalousite et cordiérite du métamorphisme régional affecte la partie inférieure des alternances schisto-carbonatées, puis la zone à biotite s'étend jusqu'aux premiers niveaux des schistes de transition. Le reste de la pile sédimentaire est affecté par un métamorphisme épizonal.

• Du point de vue structural, en accord avec F. Llac (1968) et J.L. Blès *et al.* (1986), S. Polizzi (1990) propose les différentes phases de déformation suivantes :

- une phase D1, qui correspond à la phase synmétamorphique, responsable de l'acquisition de la schistosité de flux S1, qui naît en position horizontale et de plis isoclinaux déversés au sud-ouest. Ces plis correspondent aux plis cartographiques ;
- une phase D2, donnant des plis à axe courbe accompagnés d'une schistosité de dissolution S2, parfois confondue avec S1. Au stade tardif, elle est responsable de chevauchements, parfois à caractère mylonitique, vers le sud-ouest ;
- une phase D3, compressive, liée à la mise en dôme du Canigou, responsable de plis droits, d'orientation moyenne 110°, associée à une schistosité de crénulation.

Dans le domaine situé au nord de la faille de Mérens, plus à l'ouest, de l'autre côté du bassin d'effondrement tertiaire de Prades, qui contient les mêmes formations, C. Castaing (1991) ne reconnaît que les phases D1 et D3.

Le district filonien des Aspres contient deux grands groupes de minéralisations qui ont une répartition géographique distincte.

• Dans la partie occidentale, le premier groupe est constitué par des minéralisations à quartz, mispickel dominant, riches en Au ; elles comprennent les minéralisations de Puig de Maurous, Glorianes, Serrabonne et la chapelle Saint-Pons.

Les associations minérales de ces minéralisations sont très similaires avec pyrrhotite, chalcopryrite, galène, Bi natif, sulfosel de Bi, mais cependant plus complexe pour celles de

Glorianes et de Serrabonne où la sidérite peut être abondante et où il y a apparition de wolframite, alors qu'à la chapelle Saint Pons les sulfosels de Bi sont absents. De plus, dans ce dernier indice, les sulfures sont moins abondants.

Par contre, leur cadre lithologique et surtout leur morphologie peuvent être différents : les nombreux indices qui constituent la minéralisation de Puig de Maurous sont constitués de filons lenticulaires qui jalonnent le contact entre les gneiss de base et la formation de Canaveilles au-dessus du plan d'écaillage à jeu alpin de Mérens - Amélie-les-Bains. Ces filons encaissés de part et d'autre du contact, dans les gneiss ou les micaschistes, sont post-S2 et déformés par D3. Ils pourraient se placer dans un ancien plan de chevauchement tardi-D2 masqué par le jeu tardif pyrénéen de la faille Mérens - Amélie-les-Bains.

Les minéralisations de Glorianes et Serrabonne sont encaissées dans le terme flyshoïde de la formation d'Evol. Elles forment des structures sécantes, verticales à caractère nettement plus filonien, d'allongement kilométrique ; les corps minéralisés forment des lentilles dans les structures sécantes mais peuvent aussi être disposés dans des ouvertures de la schistosité, accolées aux structures sécantes. Dans ce cas elles sont plissées. Ce dispositif résulte de cisaillements précurseurs de la phase compressive D3, localisés dans les zones de charnière, de plis 3.

La minéralisation de la chapelle Saint Pons est étroitement contrôlée par des bancs grés-quartzitiques du terme supérieur de la formation d'Evol où elle s'exprime par des silicifications diffuses ou en stockwerk qui imprègnent ces bancs, là aussi dans des charnières de plis de phase 3.

Malgré leurs différences morphologiques, ces minéralisations ont pratiquement la même composition et se mettent en place dans des structures contrôlées par les phases tardi D2 - début D3 et déformés par la phase D3 ; elles résultent donc d'un hydrothermalisme précoce.

Dans la partie orientale des Aspres, le deuxième groupe est constitué par deux familles de filon, dont seule la première contient de l'Au.

Cette première famille est constituée de filons minéralisés en chalcopryrite, à gangue quartzo-sidéritique, contenant des sulfosels de Ni (ullmanite surtout). On y distingue des minéralisations à chalcopryrite dominante (Camélas, Taillet, Oms En Llinassous), avec laquelle sont présents blende et galène et des sulfo-antimoniures de Pb, Cu ou Ni. Seul l'indice de Taillet ne contient pas de Ni. Le mispickel peut aussi être présent (Taillet et Oms). Les teneurs en Au, sur échantillons grapillés dans les haldes, atteignent ou dépassent 1 g/t (1,6 g/t maximal à Oms).

Dans cette première famille, on distingue aussi des minéralisations à galène et blende dominante, toujours à gangue quartzo-sidéritique (Vives), auxquels peut s'ajouter la chalcopryrite (Fontcouverte). On retrouve dans les deux indices les sulfo-antimoniures de Ni ou de Cu et du mispickel à Fontcouverte. Les teneurs en Au sont plus faibles et ne dépassent pas 0,4 g/t.

Ces filons constituent des structures qui peuvent atteindre jusqu'à 1 km de longueur, de direction générale N120 à 140°, ou parfois une direction associée N40 à 60°, comme à Taillet. Elles contiennent une succession de colonnes ou lentilles d'extension décamétrique à hectométrique, formées d'amas de quartz blanc massif et/ou sidérite massive, pouvant atteindre jusqu'à 3 m de puissance (Taillet). Les épontes sont bréchifiées, mais parfois le



PPB

1/50000

·AU (°)

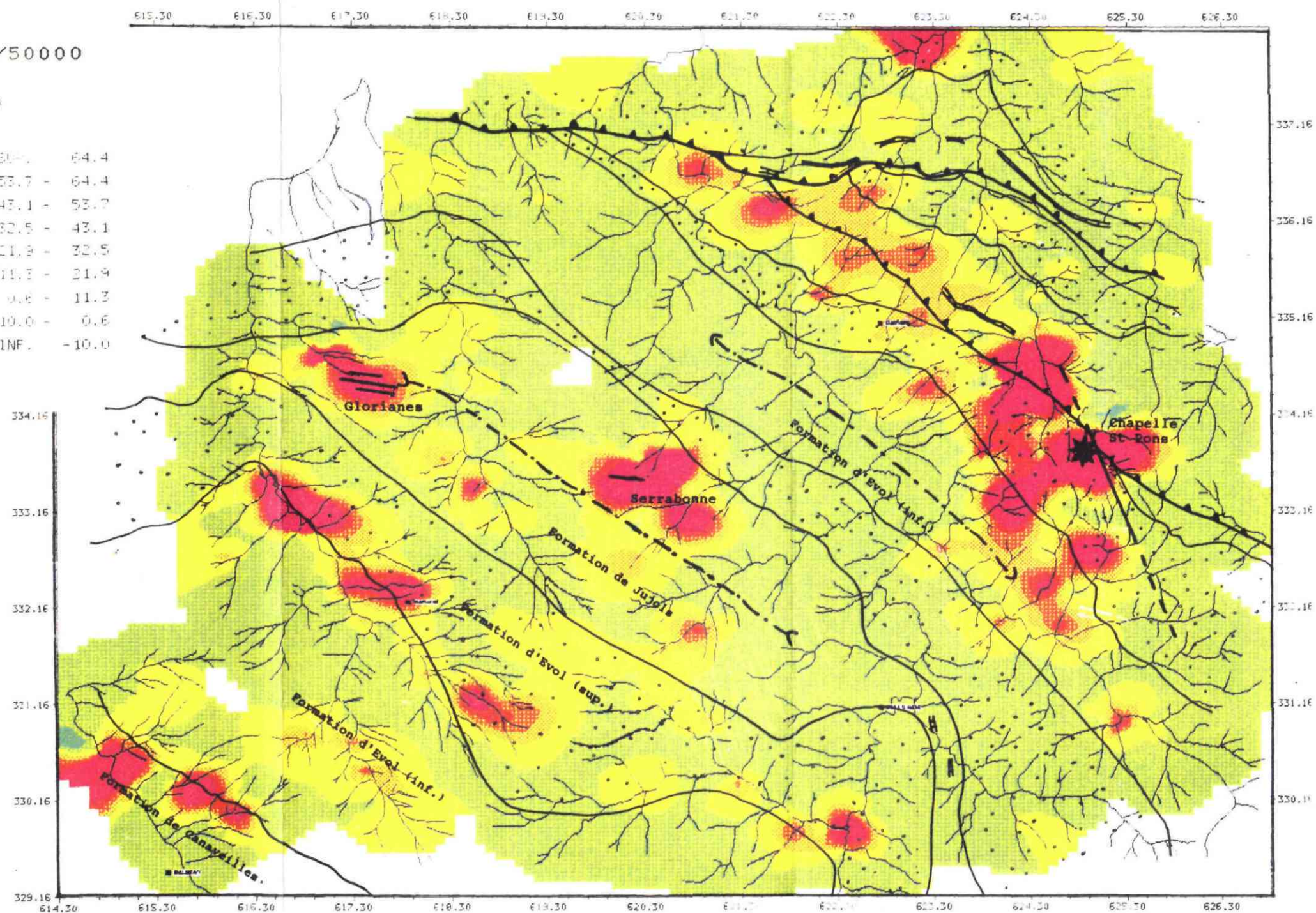
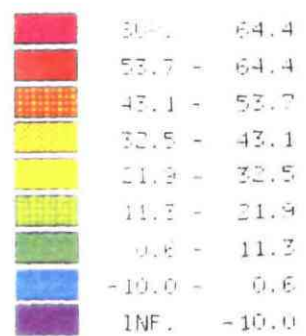


Fig. 26 - Géochimie fond de vallon de l'ouest des Aspres.



remplissage de la caisse filonienne est lui-même bréchique (Camélas). La minéralisation à chalcopryrite et/ou galène, blende, est généralement associée à la sidérite, soit disséminée, soit dans des veinules sécantes. Elle peut prendre un aspect rubané (Oms En Llinassous). Ces structures résultent elles aussi de cisaillement syn-D<sub>3</sub>, les zones d'ouverture correspondent aux colonnes ou lentilles minéralisées (Pigetvieux G., 1991).

Les imprécisions cartographiques ne permettent pas de distinguer la formation d'Evol de la série de Jujols. Néanmoins certains de ces filons sont encaissés dans les schistes verts rubanés qui appartiennent à la série de Jujols (Taillet, Oms).

La deuxième famille est composée de deux indices (Oms et La Guardia) dans lesquels on observe une minéralisation à stibine et berthiérine avec une gangue de quartz calcédonieux, qui peut contenir de la barytine crêtée. L'or n'a pas été décelé. Ces minéralisations sont contenues dans de petites structures sans extension.

#### • Minéralisations de type particulier : Montauriol-Peyres Blanques

Par rapport à tous les indices décrits jusqu'à présent, nous isolerons le cas de l'indice antimonifère à or et mispickel de Montauriol-Peyres Blanques, dans lequel la minéralisation ne forme pas une véritable caisse filonienne, mais est associée à des lentilles métriques de quartz, synschisteuses et affectées par un couloir de fracturation qui paraît postérieur à toutes les phases de déformation. La zone hydrothermalisée a une faible extension (400 m seulement).

#### 4.4.2. Contrôle lithologique des minéralisations filoniennes du premier groupe

Dans le cadre des travaux entrepris dans le PER de Casefabre, le BRGM a réalisé la couverture géochimique des fonds de vallon de l'ensemble de son PER, ce qui représente le tiers du domaine des Aspres. Cette géochimie fond de vallon, compte tenu du contexte pédomorphologique des Aspres, constitué par des sols squelettiques sur un relief accusé, restitue assez fidèlement la géochimie en roche.

Nous voyons apparaître trois bandes anormales en Au qui se structurent parallèlement à la direction des grandes unités lithologiques (fig. 26).

Au sud-ouest, une première bande anormale se superpose à la formation de Canaveilles, qui contient vers le nord-ouest, hors de la zone couverte, les indices de Puig de Maurous.

Plus au nord, une deuxième bande suit un horizon à bancs de grès et lentilles micro-conglomératiques du sommet de la formation d'Evol. Aucun indice n'y est connu.

Ensuite, une troisième bande, plus discontinue, est formée de deux plages qui contiennent les indices de Glorianes et de Serrabonne. On remarque qu'à l'intérieur de la direction générale de la bande anormale NW-SE, apparaît une direction E-W parallèle à celle des structures quartzeuses.

Enfin, une quatrième bande se superpose une nouvelle fois à l'horizon détritique du sommet de la formation d'Evol et contient, dans la zone la plus fortement anormale, les indices de la chapelle Saint Pons. Là aussi, on remarque que les maxima sont transverses par rapport à la direction générale de l'anomalie.

Ces résultats suggèrent fortement une préconcentration dans les séries sédimentaires avec une reconcentration dans des accidents sécants, sous l'effet d'une activité hydrothermale.

Ils sont confortés par l'étude lithogéochimique effectuée par S. Polizzi (1990) sur les différents faciès de ces séries sédimentaires. De cette étude ressort le caractère nettement anomal en Au de certains termes de ces séries, avec une moyenne générale de 20 ppb (analyse en absorption atomique, avec une limite de dosabilité à 5 ppb, portant sur une population totale de 84 échantillons). Les plus anomaux sont d'une part les grès et quartzites, avec une teneur moyenne de 28,3 ppb (8 échantillons), et les microconglomérats, avec une teneur moyenne de 25,7 ppb (14 échantillons), dont deux maxima à 70 et 75 ppb, accompagnés d'As. Mais tous les faciès, à l'exception des grès à ciment carbonaté, sont anomaux, y compris les différents faciès schisteux (schistes de transition, schistes encaissant les bancs gréseux ou les lentilles microconglomératiques, schistes rubanés du groupe de Jujols avec une teneur moyenne de 17 ppb). On note aussi le caractère anomal des marbres dolomitisés (24 ppb sur 4 échantillons) ainsi que celui des gneiss granulés (27 ppb sur 2 échantillons).

#### **4.4.3. Conclusions de l'étude gîtologique**

Les indices des Aspres appartiennent à la famille des gisements hydrothermaux encaissés dans des sédiments grésopélitiques faiblement métamorphiques ("Turbidite hosted gold deposits"). La minéralisation se présente soit en remplissage filonien associé au jeu d'un cisaillement, soit en saddle reef dans les zones de charnière anticlinale des niveaux incompetents. L'altération hydrothermale qui l'accompagne est toujours faible.

Plusieurs termes de la série paraissent jouer un rôle préconcentrateur important, d'une part, la formation de Canaveilles, qui contient les minéralisations de Puig de Maurous et surtout la fraction détritique de la formation d'Evol, qui contrôle plus ou moins directement les indices de la chapelle Saint Pons et de Glorianes-Serrabonne (cf. fig. 15) et qui contient les minéralisations exhalatives-sédimentaires de Nohèdes.

Les minéralisations sont contrôlées par des fractures mises en place entre la fin de la phase 2 et le début de la phase 3 des déformations, et sont toutes déformées par cette dernière phase. Elles sont donc relativement précoces et résultent d'une activité hydrothermale dans laquelle pourrait intervenir le métamorphisme (Polizzi S., 1990), mais aussi le début du magmatisme. En tout cas, aucune de ces minéralisations n'est tardi-magmatique, à l'exception des minéralisations aurifères liées aux skarns de Roc Jalère.

Ces conditions de mise en place expliquent la large dispersion des indices dans le domaine des Aspres, liés principalement aux cisaillements précurseurs de la phase compressive responsable des plis droits de la phase 3, mais avec un gradient de minéralisation aurifère décroissant de l'ouest vers l'est.

Même si, à priori, ces conditions de mise en place sont peu favorables à de fortes concentrations, on retiendra les deux métallotectes qui les favorisent :

- contrôle par les formations de Canaveilles et surtout par le faisceau détritique de la formation d'Evol ;
- rôle concentrateur des accidents hercyniens.

#### 4.5. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

La répartition très large des anomalies en or dans les Aspres et les études des indices déjà connus ou découverts par les travaux de l'Inventaire montrent à la fois le rôle préconcentrateur de certains termes de la série sédimentaire paléozoïque, en particulier de la formation d'Evol, et le rôle concentrateur de différentes fractures hercyniennes, en particulier des cisaillements liés à la phase compressive tardive.

Jusqu'à présent aucune structure importante n'a été découverte, en particulier dans les Aspres où toutes les anomalies géochimiques ont été reconnues ; la phase de cisaillement anté- à syn-D3 n'aboutit qu'à de petites structures à faibles reconcentrations. Nous avons cependant attiré l'attention sur les pièges favorables que pourraient constituer les chevauchements précoces de Puig de Maurous ou de la chapelle Saint Pons, ce dernier chevauchement en relation avec une anomalie géochimique assez étendue.

La difficulté majeure pour identifier les structures hercyniennes qui pourraient favoriser les concentrations minéralisées est la surimposition de la tectonique pyrénéenne qui les masque le plus souvent. Ceci est d'ailleurs valable dans la recherche en or pour toute la chaîne pyrénéenne.

C'est pour cela que notre attention est attirée par les anomalies d'Oriège-Mourgouillou, Pic de la Palme et Real, étroitement contrôlées par la faille de Mérens dont le jeu pyrénéen en faille inverse masque un jeu hercynien précocé. Elles sont enracinées dans la formation d'Evol et, en ce qui concerne l'anomalie d'Oriège-Mourgouillou, la signature géochimique traduit un contexte hydrothermal à cachet granitique évolué. Le contrôle de cette dernière anomalie paraît prioritaire.

Le rôle que pourrait avoir joué cet accident renforce aussi l'intérêt de la zone anormale de Puig de Maurous.





## 5. LE TUNGSTENE

### 5.1. HISTORIQUE DE LA RECHERCHE ET PRINCIPAUX INDICES DECOUVERTS (ann. 2 : pl. 12)

La recherche pour le tungstène est à l'origine du renouveau de la recherche minière moderne dans les Pyrénées orientales, après la Seconde Guerre Mondiale. En premier, le BRGM a entrepris entre les années 1951 et 1957 les importants travaux de Costabonne et, à une échelle plus modeste, ceux de Roc Jalère. Par la suite, la SNEA(P) a pris le relais, de 1969 à 1985. Après une recherche orientée, elle a découvert de nouveaux indices, principalement à Bosc Nègre, Puig del Roucaté, Montagut et au col de Siern. Pendant cette période, la reconnaissance des indices des Cortalets, par M. Guillams, le conduisait à déposer une demande de PER.

Les travaux de l'Inventaire n'ont débuté qu'en 1981, après la découverte et la reconnaissance de ces indices.

#### 5.1.1. Travaux BRGM avant l'Inventaire

C'est après la découverte des premiers indices de Costabonne en 1951, grâce à la prospection des concentrés alluvionnaires, que d'importants travaux de reconnaissance ont été réalisés sur ce prospect, entre 1952 et 1957 : 4 066 m de sondages carottés et 1 865 m de galeries réparties sur cinq niveaux avec une dénivellation totale de 200 m. Ces travaux ont démontré un objectif total de 1 000 000 t de minerai à une teneur minimale de 0,3 %  $WO_3$ , comprenant un tonnage prouvé de 550 000 t à 0,43 %  $WO_3$  et un tonnage possible de 450 000 t à une teneur maximale de 0,3 %  $WO_3$ .

La minéralisation, composée essentiellement de scheelite, avec de rares sulfures (blende surtout, pyrite et chalcopryrite) est localisée dans des skarns qui se développent dans les bancs calcaréo-dolomitiques de la formation de Canaveilles, au contact du granite de Costabonne. C'est un granite calco-alcalin synorogénique, daté de 300 à 280 Ma, c'est-à-dire d'âge stéphano-permien. Les skarns à pyroxène et/ou grenat se développent à deux niveaux principaux : l'un directement au contact du granite, l'autre à 100 m au toit, au contact d'un filon leucogranitique. En affleurement, on peut les suivre sur 400 m d'allongement et 400 m de dénivellation.

Les indices de Roc Jalère *s.l.* sont constitués par une série de sept indices différents qui s'alignent sur 5 km de long entre Palalda et Taulis. Ils comprennent principalement ceux de Taulis, Mas Sabé, Mas Coquinet, Can Carbonell et Roc Jalère *s.s.* C'est ce dernier qui a fait l'objet de recherches détaillées en 1953, sous la forme de dix tranchées qui ont montré une minéralisation puissante de 2 à 6 m avec une teneur comprise entre 0,2 et 0,4 %  $WO_3$ .

Tous ces indices ont une origine commune et sont constitués par des skarns à scheelite qui se développent dans les bancs carbonatés de la formation de Canaveilles, au contact de lames microgranitiques, au-dessus du plan de chevauchement Mérens - Amélie-les-Bains. Ces filons microgranitiques, par leur chimisme évolué, qui se traduit en sédiments de ruisseau par un fond plus élevé en Be et Y, n'appartiennent pas au cortège filonien du granite de Batère, situé sous le plan de chevauchement, mais à celui du granite de Saint-Laurent, situé latéralement au sud-est.

Les skarns sont formés d'un rubanement de lits sombres pyroxéniques, riches en scheelite et de lits clairs plus pauvres (cf. § 4.4.1). Cette minéralisation est plus ou moins riche en sulfures, principalement blende et pyrrhotite, avec aussi mispickel, pyrite, chalcopyrite et molybdénite. L'or est présent en faible teneur (0,7 à 1,6 g/t) dans le minerai sulfuré. La fluorine est toujours présente.

### **5.1.2. Travaux SNEA(P)**

Dès 1969, la SNEA(P) décidait une prospection orientée sur le tungstène dans les Pyrénées, et plus particulièrement dans les Pyrénées orientales. Celle-ci a débuté en 1969 sur le flanc nord du Canigou, puis s'est étendue progressivement aux bordures des granites de Quérigut et de Millas (1980-1981) et du granite de Saint-Laurent (1982). Simultanément, était couvert l'ensemble du massif des Aspres.

La méthode de prospection a été tout à fait similaire à celle de l'Inventaire, avec au stade stratégique, une couverture géochimique des sédiments de ruisseau à la maille de 3 éch./km<sup>2</sup>, couplée avec la prospection des concentrés alluvionnaires. Les sédiments de ruisseau ont été analysés en colorimétrie pour le tungstène et en spectrométrie UV pour 30 éléments. L'emprise des surfaces couvertes par cette prospection stratégique figure dans l'introduction du rapport.

Parmi les quatre principaux prospects découverts, Serrat del Bosc Nègre, Puig del Roucaté, Montagut et col de Siern, les trois derniers ont atteint le stade du sondage.

#### **a) Serrat del Bosc Nègre (sud du granite de Quérigut)**

Le groupe d'indices est formé par des skarns de faible extension, minéralisés en scheelite, au contact du granite. Ils semblent s'être formés aux dépens de niveaux calcaires appartenant à la série de Jujols. Ces skarns, dans lesquels aucun sulfure n'est signalé, ont des teneurs faibles, mais la prospection avait permis de découvrir de gros blocs exceptionnellement riches en scheelite, emballés dans l'épandage glaciaire du Capcir, mais bien regroupés, ce qui traduisait une origine relativement proche. La recherche sur ce prospect, déjà pénalisée par une altitude élevée (2 000 m), a été entravée par l'aménagement de pistes de ski.

#### **b) Puig del Roucaté (sud des granites de Quérigut-Millas)**

A partir d'une anomalie stratégique de très faible intensité (5 à 10 ppm W), mais étendue, un vaste ensemble d'indices endo- et exogranitiques ont été découverts aux contacts d'une apophyse du granite de Millas et de son cortège pneumatolytique composé de pegmatites et d'aprites avec des bancs de cipolins appartenant à la série de Jujols. Il s'agit de minéralisations de type skarn, sans sulfures, avec des teneurs de l'ordre de 1 % WO<sub>3</sub>, pouvant atteindre, sur des échantillons ponctuels, 9,3 % WO<sub>3</sub>.

Cette découverte avait poussé la SNEA(P) à déposer la demande de PER du pic de la Tour.

#### **c) Montagut (nord du granite de Millas)**

Cet indice, qui ne figure pas sur notre carte, a été découvert à partir d'une anomalie stratégique de 20 à 50 ppm W. Il s'agit d'un skarn à mispickel, pyrrhotite et scheelite sur lequel ont été retrouvés d'anciens travaux miniers inaccessibles. Ce skarn qui s'est développé aux dépens d'un banc

calcaire dévonien, en partie en septa dans le granite, forme une lame verticale de 30 m de long et de 2,70 m de puissance avec une teneur de 0,82 %  $WO_3$  et 2,7 g/t Au. Il se marque par une forte anomalie magnétique.

Les sondages carottés n'ont pas montré d'extensions aux indices de surface.

#### **d) Col de Siern (sud du granite de Costabonne)**

L'indice est situé à 3 km à l'est du gîte de Costabonne et présente de fortes similitudes : il s'agit d'un skarn à scheelite et blende qui se développe à deux niveaux, au toit et au mur d'un gros banc de marbre appartenant à la formation de Canaveilles, au contact du granite de Costabonne.

Le principal niveau a une extension de 180 m sur une puissance de 10 m avec des teneurs à l'affleurement de 0,3 %  $WO_3$  et 1 à 2 % Zn. Sur ce niveau, les sondages ont confirmé l'extension en aval de la minéralisation mais toujours avec des teneurs aussi faibles. Ils ont montré que la minéralisation principalement à blende et scheelite est accompagnée de galène et molybdénite.

### **5.1.3. Travaux Guillams**

Nous avons peu de renseignements sur les travaux menés aux Cortalets et sur leurs résultats. Cet indice se situe au coeur du dôme gneissique du Canigou, dans la formation de Canaveilles, entraînée dans la nappe des gneiss du Canigou. Près des orthogneiss, se développent des tactites scheelitifères dans les niveaux calcaréo-dolomitiques de la formation de Canaveilles. On ne connaît pas d'intrusifs à leur contact, mais on ne peut pas exclure l'influence du granite profond du Canigou dans la genèse de ces minéralisations.

## **5.2. TYPOLOGIE DES INDICES**

### **5.2.1. Skarn de contact**

Tous les indices que nous venons de décrire appartiennent au type skarn de contact, à l'exception de celui des Cortalets. On notera, sur les cartes du béryllium et de l'yttrium (ann. 3 : pl. 12 et 13), qu'il y a une assez bonne corrélation entre les différenciations granitiques, marquées par une élévation du fond géochimique, et la position des indices. Ceci est plus particulièrement évident pour l'apophyse granitique de Puig del Roucaté et pour le faisceau de filons granitiques de Roc Jalère.

### **5.2.2. Gneiss à silicates calciques**

Un certain nombre d'indices, de type "stratiforme", sans relation évidente avec des granitoïdes, sont connus à la base de la formation de Canaveilles. Nous avons vu qu'au sein du dôme du Canigou, l'indice de Cortalets pourrait appartenir à ce type. D'autres indices ont été reconnus sur la bordure du dôme, du fossé de Prades au nord, jusqu'au granite de Batère au sud, par SNEA(P). L'indice de La Coume est formé par un banc de marbre skarnifié (cipolin à idocrase) passant latéralement aux calcaires. Il a été reconnu sur 12 m de long avec 1,5 m de puissance et une teneur de 0,3 %  $WO_3$ . L'indice de Mas d'en Pascalou est constitué d'un banc de tactite verdâtre à rares mouches de scheelite d'une puissance de 0,10 à 0,20 m, situé non loin d'un feuillet de granite à muscovite.

L'indice de Leca, découvert par des stagiaires de l'Ecole des Mines de Paris, semble se rattacher à ce type.

Les indices s'individualisent, en fait, dans plusieurs "niveaux" lenticulaires de gneiss et silicates calciques qui constituent un terme de transition entre les carbonates et les micaschistes et un équivalent latéral des calcaires. Ces niveaux ont été décrits par P. Chevalier. (1975) et S. Polizzi (1990). Ils sont constitués d'une alternance centimétrique de lits quartzo-feldspathiques et de lits à biotite, trémolite, diopside et grenats (Chevalier P., 1975).

### **5.2.3. Type non défini**

Deux autres indices sont connus, que nous ne pouvons classer, par manque d'information : l'indice de l'Etang d'en Beys, situé à l'est du dôme de l'Hospitalet, contenant scheelite, chalcoppyrite et pyrrhotite, probablement en relation avec un niveau calcaire de la série de Jujols et l'indice de Mas Patau, en bordure du massif granitique du Roc de France, dans la formation de Canaveilles.

## **5.3. RESULTATS DES TRAVAUX DE L'INVENTAIRE**

Les travaux de l'Inventaire n'ont pas apporté un véritable renouvellement de la recherche dans le domaine du tungstène.

En dehors de l'anomalie d'Oriège-Mourgouillou, que nous avons déjà examinée dans le cadre des anomalies Au (cf. § 4.3.2.), qui est en fait une anomalie en Au en contexte départ acide, avec une expression tungstène faible, les anomalies à W décelées par l'Inventaire correspondent toutes à des zones d'indices déjà découvertes et explorées par SNEA(P).

La forte anomalie alluvionnaire à scheelite située dans la formation de Canaveilles, sur la bordure nord-est du dôme du Canigou, près du contact du granite de Batère, correspond probablement aux nombreux niveaux de gneiss à silicates calciques connus dans cette zone, ce qui lui enlève tout intérêt économique.

D'ailleurs, deux grilles géochimiques tactiques ont couvert une partie de ces anomalies, sans résultat notable (ann. 5 : prospectes 4.13 et 4.14).

## **5.4. CONCLUSION**

Après les importants travaux menés par SNEA(P), qui n'ont eu aucun aboutissement économique, l'Inventaire n'a pas permis d'identifier de nouvelles cibles sérieuses permettant de relancer la recherche.

Le potentiel tungstifère des Pyrénées orientales est donc limité aux indices connus qui restent tous largement infra-économiques.

## 6. QUELQUES VOIES NOUVELLES D'EXPLORATION

L'un d'entre nous (I. Salpéteur) attire l'attention sur des voies nouvelles d'exploration, apportées par l'interprétation géochimique des anomalies en Zn accompagnées de Ni-Co en contexte schistes noirs (cf. § 3.2.2).

Cette interprétation amène deux thèmes nouveaux qu'il serait intéressant de contrôler :

- les concentrations à Zn-Ni associées aux schistes noirs et les platinoïdes associés ;
- les minéralisations hydrothermales à sulfures de Ni-Cu, sulfosels de Ni-Co et PGE.

### 6.1. SCHISTES NOIRS A METAUX DE BASE (Pb-Zn-Cu ou Zn-Ni) ET METAUX PRECIEUX

L'existence de niveaux plurimétriques à minéralisations économiques en Pt, Pd, Au dans les shales cuprifères et les shales noirs à lentilles de phosphates ferrières à chalcopryrite, clausthalite du district de Polkowice des Kupferschiefer polonais est décrite par H. Kucha, (1982) et H. Kucha et M. Pawlikowski (1986).

D'autres horizons décimétriques à fortes concentrations en métaux nobles sont associés à des shales noirs pauvres en Cu, à traces de carbonates et sont liés à la présence de tucholite (matière organique uranifère).

Plus récemment, R.M. Coveney (1991) décrit une minéralisation à 4 % Mo, 4 % Ni, 2 % Zn, 50 ppm Ag, 0,7 ppm Au, 300 ppb Pt et 400 ppb Pd exploitée dans des schistes noirs vanadifères à nodules de phosphorites du Cambrien chinois. Dans le Dévonien moyen du Yukon, L.J. Hulbert *et al.* (1992) ont découvert un niveau pluricentimétrique de shales noirs enrichi en Ni (5 %), Zn (0,7 %) et anomal en métaux précieux (770 ppb PGE + Au). Ce niveau se localise à la base d'un niveau siliceux phosphaté repère et est recouvert par une formation à carbonates concrétionné d'origine exhalative probable.

Dans cette perspective, les anomalies Zn, Ni (Pb) type Yukon, ou Cu, Zn de type Kupferschiefer à forte signature Ni, Co en contexte schiste noir (Ba, V, Cr) comme celles du Col de la Redoute, de Sola dels Rocs et de El Segre mériteraient un suivi pour rechercher les niveaux enrichis en Ni et métaux précieux (or et PGE). Le resserrage tactique par géochimie en sédiments de ruisseau a souvent confirmé la signature initiale avec des teneurs en métaux fortement anormales. Celles-ci peuvent traduire l'existence d'un halo caractéristique d'une minéralisation cachée ou d'une préconcentration sédimentaire anormale sans sulfures visibles à l'oeil nu. Elles peuvent aussi traduire la présence d'une couche métrique à blende, clausthalite (PbSe) dans les schistes noirs. Le repérage de ces niveaux qui pourraient également contenir des teneurs intéressantes en Ni-PGE pourraient s'effectuer par radiométrie au sol, l'uranium étant fréquemment associé à ces minéralisations (Martin Sharon P., 1981 ; Coveney R.M., 1981 ; Hulbert L.J. *et al.*, 1992) ou par des profils lithogéochimiques à maille serrée. Compte tenu des faibles puissances mises en jeu, de tels indices auraient pu parfaitement échapper aux prospections déjà réalisées. Notons cependant que jusqu'à présent, le platine n'a jamais été découvert dans les concentrés alluvionnaires.

## **6.2. MINERALISATIONS HYDROTHERMALES A Cu-Ni-Co ET PGE**

Les travaux d'exploration récents confirment la forte mobilité des PGE en présence de fluides hydrothermaux. Des reconcentrations filoniennes de Pt, Pd sont décrites en association avec des paragenèses à sulfures et arséniures de Cu, Ni, Co et tellurures de Bi, Sb dans différents contextes (Watkinson D., 1990 ; Orberger B. *et al.*, 1990 ; Leschler P.J. *et al.*, 1991).

L'association fréquente de sulfures et sulfosels de Ni, Co dans les minéralisations pyrénéennes plaide en faveur d'une contribution mantellique profonde même si les unités pétrologiques correspondantes font pratiquement défaut (enclaves gabbroïques en bordure du Quérigut, cortlandites du Mont Louis). Les anomalies Cu, Ni, Co situées dans des zones fracturées, soumises à un flux thermique en bordure de massifs granodioritiques, devraient faire l'objet d'un contrôle pour la recherche de concentrations en PGE d'origine hydrothermales. Un tel contexte favorable se retrouve en bordure du granite de Saint-Laurent, dans l'anomalie du Col de la Redoute, sans que les prospections réalisées jusqu'à présent n'aient découvert d'indices filoniens nouveaux à Zn, Cu, Ni. La perspective de telles découvertes paraît bien faible.



## BIBLIOGRAPHIE

AGENBACHT A.L.D. (1991) - A review of the geology of the central part of the Namaqualand metamorphic province and with preference to some sulfide mineralisation. Résumés. Congrès IGCP 255 "Or et Platine " Bujumbura 10 sept. 1991.

AUTRAN A., FONTEILLES M., GUITARD G. (1966) - Discordance du Paléozoïque inférieur métamorphique sur un socle gneissique anté-hercynien dans le massif des Albères (Pyrénées orientales). *C.R. Acad. Sci., Paris*, série D, t. 263, pp. 317-320.

AUTRAN A., GUITARD G. (1975) - Notice de la carte géologique de la feuille Prades à 1/80 000. Ed. BRGM.

AUTRAN A. (1980) - Le cadre paléozoïque et orogénique hercynien de la formation des gîtes de skarns à tungstène des Pyrénées. 26ème Congr. Géol. *Mém. BRGM*, n°89, pp. 193-203

AYORA C., CASAS J.M. (1986) - Stratabound As-Au mineralisation in pre-Caradocian rocks from the Vall de Ribes., Eastern Pyrenees, Spain. *Mineral. Deposita*, vol. 21, pp. 278-287.

AZAIS M. (1959) - Can Pell (Pyrénées orientales). Résultats des travaux de prospection (G6). Rap. BRGM A.1497.

BABU H. (1970) - Recherche des minéralisations W, Pb, Zn dans la série de Canaveilles (Massif du Canigou, Pyrénées orientales). 85 SNEA(P) 0148.

BAETENS E. (1989) - L'environnement géologique du gisement de tungstène de Costabonne (Pyrénées catalanes). Thèse ENSMP, *Mém. Sci. de la Terre*, vol. 8, 227 p.

BARBIER J. (1982) - Géochimie en roche autour du gîte de tungstène de Salau (Ariège, Pyrénées). *Bull. BRGM*, Sect. II, n°1, pp. 25-44.

BEZIAT P., TOLLON F. (1976) - La scheelite dans le midi de la France : le problème des concentrations en tungstène dans les strates. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, n°7, pp. 49-56.

BILLA M. (1980) - Contribution à l'étude des minéralisations fluorées des Pyrénées orientales : Mas Pachette (Albères), bordure nord orientale du Canigou. Thèse université de Toulouse, 1980.

BLES J.L., COSTARGENT R. (1985) - Etude de l'environnement structural des minéralisations aurifères de Glorianes et Saint-Pons (Aspres nord-occidentales ; Pyrénées orientales). Rap. BRGM 85 SGN 529 GEO.

BLES J.L., COSTARGENT R. (1986) - Contexte structural des minéralisations aurifères des Aspres : étude de surface et des forages carottés de la chapelle Saint Pons (Pyrénées orientales). Rap. BRGM 86 SGN 638 GEO et Res. Sci. BRGM 86, n° 2206.

BLES J.L., COSTARGENT R., POLIZZI S. (1988) - Structure des Aspres nord-occidentales et situation des minéralisations aurifères de Glorianes, Serrabonne et Saint-Pons (Pyrénées orientales). Rap. BRGM 88 SGN 136 GEO.

CAPUS G., EULRY M., LAGARDE J.L. (1981) - Déformation hercynienne des minéralisations à sidérite, fluorine et sulfures du massif du Canigou (Pyrénées orientales, France) : incidences sur l'âge et la genèse de ces minéralisations, extension au massif des Albères. *C.R. somm. Soc. Géol. Fr.*, fasc. 2, pp. 46-49.

CARTIER A., HUARD M. (1980) - Les gisements français filoniens et stratiformes de fluorine et barytine. *Bull. Cent. Rech. Explor. Prod. Elf Aquitaine, Mém. 3*, pp. 328-334.

CARTIER A. (1981) - Etude de minéralisations à fluorine, barytine et sidérite en contexte hercynien : secteur du gisement d'Escaro (Pyrénées orientales). Thèse université d'Orléans.

CASTAING C. (1991) - Etude structurale dans le secteur de Nohèdes, SGN/GEO/STR 91/050.

CAVET P. (1957) - Le Paléozoïque de la zone axiale des Pyrénées orientales françaises (étude stratigraphique et paléontologique). *Bull. Serv. carte géol. Fr.*, n°254, t. LV, 216 p., 36 fig., 12 pl.

CHEVALIER P. (1974) - Le gisement de sidérite de Batère. Thèse ingénieur Docteur université Claude Bernard, Lyon I.

CHEVALIER P. (1975) - Le gisement de sidérite de Batère (Pyrénées orientales, France). *Bull. BRGM, Sect. II*, n°5, 7 fig., pp. 385-406.

COULOMB J.J., POUIT G. (1989) - Inventaire et gîtologie des minéralisations à sulfures de métaux de base et or dans les Pyrénées orientales et ariégeoises. Rap. BRGM 89 DAM 001 DEX.

COVENEY R.M. (1991) - Ni-Mo-PGE-Au rich ores in Chinese black shales and speculations on possible analogues in the United States. *Mineral. Deposita*, vol. 26, pp. 83-88.

CYGAN C. (1979) - Etude de conodontes dévoniens des Pyrénées et du massif de Mouthoumet. Thèse 3ème cycle.

DERRE C., LECOLLE M., ROGER G., (1982) - Les quartzites à silicates calciques et scheelite : préconcentrations familiaires ou pièges pour un tungstène étranger lié à l'hydrothermalisme périgranitique ? Exemple du nord-est Transmontain (Portugal). *Mineral. Deposita*, vol. 17, pp. 365-385.

EL HAKKANI M. (1988) - Technique de traitement des données en prospection géochimique. Interprétation des résultats de la zone aurifère de Glorianes (Pyrénées orientales). France. Mém. ENSPM BRGM, 89 p.

ESQUEVIN J., HUARD M., MENENDEZ R. (1976) - Géochronologie dans les séries de Canaveilles et de Jujols autour du gisement de fluorine d'Escaro (Pyrénées Orientales). *Mém. h. série Soc. Géol. Fr.*, n° 7, 1976, pp. 269-275.

FORTUNE J.P. SOUBIAS D. (1972) - Observations nouvelles sur le gisement à sidérite de Batère. Essai d'interprétation génétique. *C.R. Acad. Sci., Paris*, t. 275, Série D, pp. 2583-2585.

GIBERT F. (1991) - Les gneiss à silicates calciques des schistes X de la Montagne-Noire. Origine et modalité de la métasomatose et du dépôt de W et Sn. Thèse université de Toulouse, 210 p.

GOODFELLOW W.D., JONASSON I.R. (1983) - Environment of formation of the Howard Pass (XY) Zn-Pb deposit, Selwin Basin, Yukon. *CIM spec.*, vol. 37, pp. 19-50.

GUITARD G. (1954) - Classification, position et âge des gîtes métallifères dans les Pyrénées orientales. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, n° 9, séance du 5 mai 1954.

GUITARD G. (1970) - Sur les relations entre la sidérite, l'ankérite et la dolomie sur les gisements de fer métasomatiques du Canigou. *C.R. Acad. Sci., Paris*, 271, pp. 1233-1236.

GUITARD G. (1970) - Le métamorphisme hercynien mésozonal et les gneiss ocellés du massif du Canigou (Pyrénées orientales). *Mém. BRGM*, n°63, 317 p.

HAMMER J., JUNGE F., RÖSLER M.J., NIESE S., GLEISBERG B., STIEHL G. (1990) - Element and isotope geochemical investigations of the Kupferschiefer in the vicinity of "Röte Fäule", indicating copper mineralization (Saugerhausen basin, G.D.R.). *Chem. Geol.*, 85, pp. 345-360.

HARTEVELT J.J.A. (1970) - Geology of the upper Segré and Valira Valleys, central Pyrénées, Andorra, Spain. Thèse (leidse geologische Mededelingen, vol. 45, pp. 167-236.

HODGSON C.J., TROOP D.G. (1988) - A new computer-aided methodology for area sélection in gold exploration : a case study from the Abitibi greenstone belt. *Econ. Geol.*, vol. 83, pp. 952-957.

HUARD M., PELISSONNIER H. (1969) - Tectonique pliocène à la bordure nord du Massif du Canigou (Pyrénées orientales). *C.R. Acad. Sci., Paris*, t. 269, pp. 127-130.

HUARD M. (1972) - Etude géologique du district à fluorine et sidérite de la bordure du massif Canigou-Carança (Pyrénées orientales). *Bull. BRGM.*, 2ème série, sect. II, n°4, pp. 1-43.

HULBERT L.J., GREGOIRE D.C., PAKTUNC D. (1992) - Sedimentary nickel, zinc, and platinum-group-element mineralisation in Devonian Black Shales at the Nick Property, Yukon, Canada: a new deposit type. *Explor. Mining Geol.*, vol. 1, n°1, pp. 39-62.

KUCHA H. (1982) - Platinum-group metals in the Zechstein copper deposits, Poland. *Econ. Geol.* vol. 77, pp. 1578-1591.

KUCHA H., PAWLIKOWSKI M. (1986) - Two-brine model of the genesis of stratabound Zechstein deposits (Kupferschiefer type), Poland. *Mineral. Deposita* vol. 21, pp. 70-80.

LAUMONIER B. (1975) - Contribution à l'analyse structurale de la série de Jujols sur le flanc sud du synclinal de Villefranche. Thèse 3ème cycle. Labo. Géol. Structurale Paris VI.

LAUMONIER B., GUITARD G. (1986) - Le Paléozoïque inférieur de la moitié orientale de la zone axiale des Pyrénées. Essai de synthèse. *C.R. Acad. Sci., Paris*, t. 302, série II pp. 473-478.

LAUMONIER B. (1987) - Révision de la lithostratigraphie du Paléozoïque inférieur des Aspres, à l'est du massif du Canigou, conséquences stratigraphiques et structurales. *C.R. Acad. Sci., Paris*, t. 305, série II, pp. 611-614.

LAUMONIER B. (1988) - Les groupes de Canaveilles et de Jujols ("Paléozoïque inférieur") des Pyrénées orientales. Arguments en faveur de l'âge essentiellement cambrien de ces séries. *Hercynica*, IV, 1, pp. 25-38.

LEDUC L. (1976) - Le district de Ponferrada (Leon, NW Espagne) et ses gisements de tungstène. Thèse université de Paris VI, 732 p.

LESCHLER P.J. (1991) - Aspects of the geology, geochemistry, and mineralogy of carbonate hosted PGE occurrences. Abstracts with program. 15th Int. Geoch. Explor. Symposium Reno Nevada April.29. 1991.

LESCUYER J.L. (1988) - Compte rendu de mission dans les Pyrénées orientales. Note DAM/DEX Gitol. N°1517, 5 p.

LETALENET J. (1989) - Interprétation de la géochimie semi-stratégique du secteur Serre de Palme (Feuille de Prades ) sud-ouest. Note DAM/DEX n°1714.

LETALENET J. (1989) - Interprétation de la géochimie semi-stratégique du secteur de Nohèdes (Feuille de Prades ) sud-ouest. Note DAM/DEX n°1704.

LETALENET J. (1989) - Interprétation de la géochimie semi-stratégique du secteur du Col de la Redoute (Feuilles Arles-sur-Tech et Ceret ) sud ouest. Note DAM/DEX n°1702.

LETALENET J. (1989) - Interprétation de la géochimie semi-stratégique du secteur Pla de Coma (Feuilles Arles-sur-Tech ) sud ouest. Note DAM/DEX n°1702 .

LLAC F. (1968) - Contribution à l'étude tectonique et microtectonique du Paléozoïque des Aspres ; couverture est du massif du Canigou (Pyrénées orientales). Thèse 3ème cycle, université de Paris, Lab. Geol. Dyn.

LLAC F. (1969) - Etude tectonique de l'enveloppe paléozoïque à l'est du Canigou ; le massif des Aspres (Pyrénées orientales). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7), XI, pp.476-483, 6 fig.

MARCOUX E., JOUBERT M., LESCUYER J.L. (1991) - Origine des minéralisations stratiformes de la bordure du Canigou (Pyrénées orientales, France) : apport de la géochimie isotopique du plomb. *C.R. Acad. Sci., Paris*, t. 312, série II, pp. 281-287.

MARTIN SHARON P., RAYMOND M., DONALD L. (1981) - Clausthalite and other mineralogical oddities in laminated black shales of the Mid Continent Pannsyvanian. *Geol. Soc. Amer. Annual meeting*, vol. 13, n°6, p. 288.

MATTAUER M., DALMAYRAC B., LAUBACHER G., VIDAL J.C. (1967) - Contribution à l'étude des tectoniques superposées dans la chaîne hercynienne : le "synclinal" paléozoïque de Villefranche-de-Conflent (Pyrénées orientales). *C.R. Acad. Sci. Paris*, t. 265, pp. 1361-1364.

MEIZHONG Y. (1982) - Basic theory and chief methods applied in tungsten prospecting in Jiangxi Province, Tungsten geology Symposium. Jizngxi China, 1 vol., pp. 489-502.

MEUNIER G. (1983) - Contrôle structural des minéralisations aurifères du prospect de Roque-Rouge dans les Aspres (Pyrénées orientales). DEA de Géol., Univ. de Montpellier.

MICHARD A.G. (1990) - Synthèse Montagne-Noire. Rap. R30 358 DEX-DAM 90, 235 p., 38 fig., 5 ann.

NELSON C.E. (1990) - Comparative geochemistry of jasperoids from Carlin-type gold deposits of the western united States. *J. Geoch. Explor.*, vol. 36, pp. 171-195.

ORBERGER B., FRIEDRICH G., WOERMAN E. (1987) - Platinum-Group element mineralisation in the ultramafic sequence of the Acoje Ophiolite Block, Zambales, Philippines. In: *Geo-Platinum*, Prichard H.M. *et al.* Ed. 1 vol. Elsevier, pp. 361-380.

LOUDIN E., POUIT G., TOLLON F. (1988) - Les minéraux en trace de Ni-Co, Sn, Ge-Ga, Pb-Sb, Ag et Au témoins de l'évolution de l'hydrothermalisme de l'Ordovicien au Dévonien dans les minéralisations zincifères des Pyrénées centrales. *Bull. Mineral.*, III, pp. 49-63.

PIGETVIEUX G. (1981) - Etude géologique et métallogénique des Aspres (Pyrénées orientales). Thèse Doctorat, université de Franche-Comté.

POLIZZI S. (1990) - Les minéralisations sulfo-arséniées aurifères du massif des Aspres (Pyrénées orientales, France). Etude géologique et métallogénique. Thèse université Toulouse, 345 p.

POUGET P., LAMOUROUX C., VILLENEUVE D'ASQ, ABDELHAKIM DAHMANI, DEBAT P., DRIOUCH Y., MERCIER A., SOULA J.C., VEZAT R. (1989) - Typologie et mode de mise en place des roches magmatiques dans les Pyrénées hercyniennes. *Geol. Rundschau.*, vol. 78/2, pp. 537-554.

POUIT G. (1978) - Différents modèles de minéralisations "hydrothermales sédimentaires" à Zn (Pb) du Paléozoïque des Pyrénées centrales. *Mineral. Deposita*, 13, pp. 411-421.

POUIT G. (1986) - Les minéralisations Zn-Pb exhalatives-sédimentaires de Bentaillou et de l'anticlinorium paléozoïque de Bosost (Pyrénées ariégeoises, France). *Chron. rech. min.*, n°485, pp. 3-16.

POUIT G., LAVAL M. (1990) - Monazite grise : guides de prospection d'après une analyse bibliographique. Rap. BRGM R31733, 49 p.

REHTIJARVI P., AIKAS O., MAKELA M. (1979) - A middle Precambrian uranium-and apatite-bearing horizon associated with the Vihanti Zinc Ore deposit, Western Finland. *Econ. Geol.*, vol. 74, pp. 1102-1117.

ROBERT J.F. (1980) - Etude géologique et métallogénique du val de Ribaj sur le versant espagnol des Pyrénées catalanes. Thèse doctorat université Franche-Comté.

ROUTHIER P. (1980) - Où sont les métaux pour l'avenir ? *Mém. BRGM*, n°105, 1 vol., 409 p.

SAILLANT J.P. (1982) - La faille de Mérens (Pyrénées orientales) : microstructures et mylonites. Thèse 3ème cycle université Paris VII, 297 p.

SALEMINK J., DE JONG A.F.M. (1988) - Petrochemical and 018/016 characteristics of 'W-skarn associated' and 'W barren' granitoids in the (E)-Pyrenees and NW Portugal. *In*: Mineral deposits within the European Community. 1 vol. Ed. Ohmenetto, pp. 76-94.

SALPETEUR I. (1991) - Mise en évidence de deux structures anormales en métaux de base autour des indices de Puig Colom et Puig Cabrera (Col de Seille, Pyrénées orientales). Note DAM/DEX/UR/IS/SM/91/093.

SOUBIAS D. (1972) - Contribution à l'étude minéralogique et métallogénique des gisements de carbonates des Pyrénées. a) le gisement de dolomie de Sainte-Colombe-sur-Ouette (Aude), b) le gisement de sidérite de Batère (Pyrénées orientales). Thèse de 3ème cycle, université de Toulouse.

SOULE DE LAFONT D., LEGHU J. (1980) - Les gisements stratiformes de fluorine du Morvan. Gisements français ; fasc. 1, 26ème CGI, 39 p.

SORNEIN J.F. (1980) - Altération supergène de minéralisations ferrières : les chapeaux de fer du gisement de sidérite de Batère (Pyrénées orientales) et du gisement de pyrite de Saint Bel (Rhône). Thèse ENSPM, 150 p.

SKAARUP P. (1974) - Stratabound scheelite mineralisation in skarns and gneisses from the Bindal Area, Northern Norway. *Mineral. Deposita*, vol. 9, pp. 299-308.

THEIN J. (1985) - Geochemistry and origin of the stratiform sulfide ore deposit of Meggen (Middle devonian, Reinisches Schiefergebirge). *Geol JB D70*, pp. 37-51.

VIALLEFOND L. (1985) - Application de la classification ascendante hiérarchique au traitement des résultats de géochimie sol à l'aplomb de l'apex granitique d'Echassières-Beauvoir. *Documents BRGM*, n°95-8, GPF2, pp. 125-136.

WATKINSON D.H., MELLING D.R. (1992) - Hydrothermal origin of platinum-group mineralization in low-temperature copper sulfide rich assemblages, Salt Chuck Intrusio. Alaska. *Econ. geol.*, vol. 87, pp. 175-184.






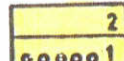



**RÉALISATION BRGM**

impression et façonnage :  
SERVICE REPROGRAPHIE




LEGENDE



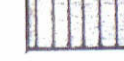
FORMATIONS SEDIMENTAIRES

QUATERNAIRE à STEPHANIE		Formations post-orogène varisque, (non différenciées)
WESTPHALIEN à ORDOVICIEN SUP.		Ordovicien sup. à Carbonifère anté-Stéphanien(2) Conglomérats de l'Ordovicien supérieur(1)
ORDOVICIEN MOY.		Groupe de JUJOLS (2) supposé dans les Aspres (1)
à		Formation d'EVOL non différenciée(2) membre inf. schisto-gréseux (1)
CAMBRIEN		Formation de CANAVEILLES supposée(3) Formation de CABRILS(2) Formation de CANAVEILLES (1)




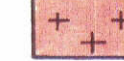

SOCLE CADOMIEN: GNEISS, ORTHOGNEISS

	Domaine anatectique(gneiss et orthogneiss=socle (2) Facies granulite(1)
---	--








ORTHOGNEISS

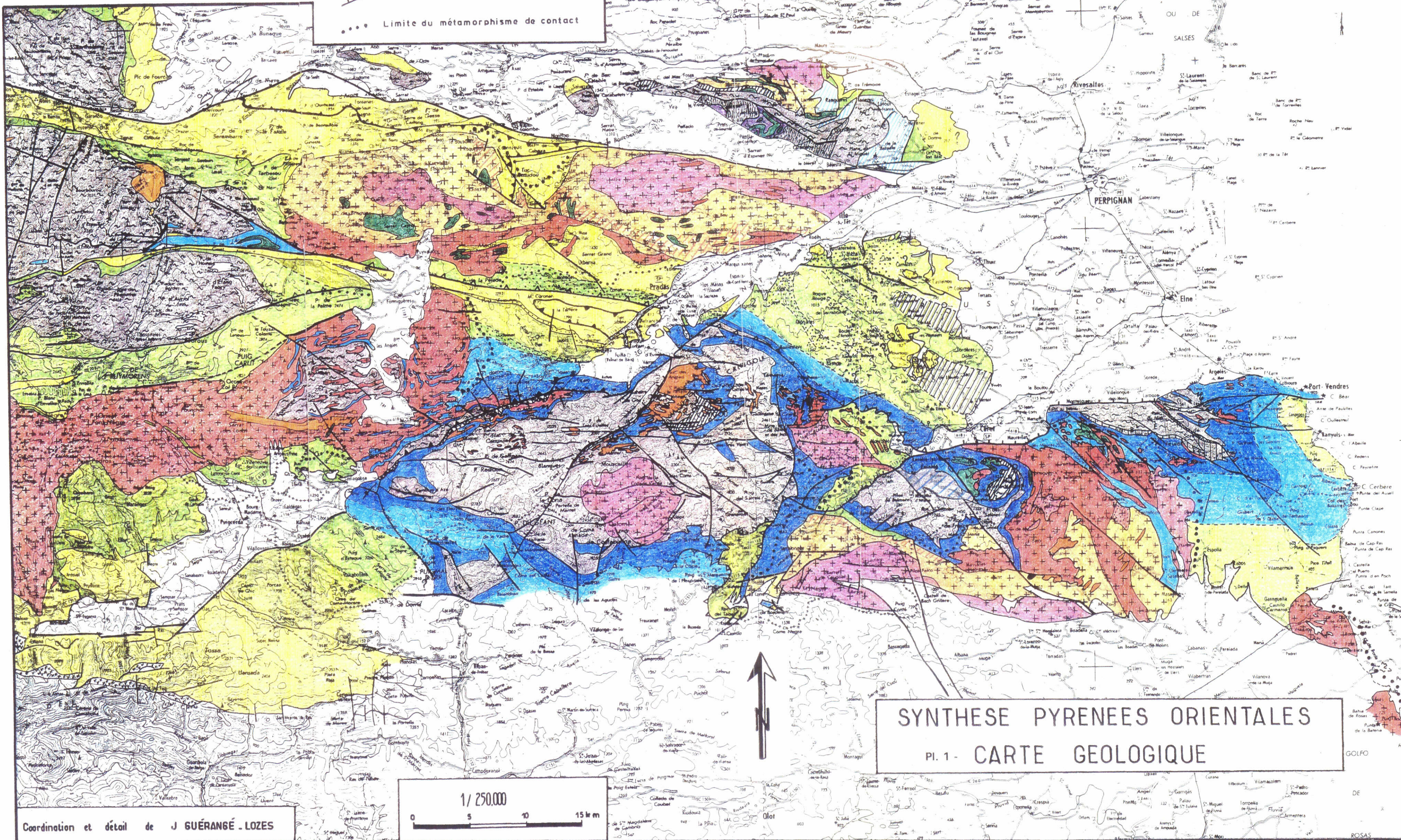
	Orthogneiss ordoviciens (420 Ma)
	Orthogneiss cadomiens (580 Ma)
	Gneiss de transition (Albères)

GRANITOIDES HERCINIENS

	Leucogranite, aplopegmatite Microgranite (1)
	Granite à biotite (souvent porphyroïde) Granite à cordiérite et/ou muscovite
	Granodiorite claire { à biotite ± rare amphibole (2) avec accroissement en minéraux colorés(1)
	Granodiorite sombre, à biotite et amphibole
	Tonalite, diorite, gabbro quartzique, gabbro
	Granite porphyroïde à hyperstène: Charnockite d'Ansignan (Agly)

ELEMENTS STRUCTURAUX

	Limite lithologique		Chevauchement majeur hercynien
	Faïlle (1), Faïlle avec quartz (2)		Chevauchement majeur alpin
	Zone mylonitisée		Faïlle inverse
			Limite du métamorphisme de contact







**MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE  
ET DE LA RECHERCHE**  
Inventaire des Ressources Minières  
du Territoire Métropolitain

## **Synthèse régionale des Pyrénées orientales**

**Origine des minéralisations stratiformes de la bordure du Canigou :  
apport de la géochimie isotopique du plomb**

**Annexe 1**

---

**novembre 1993  
R 37780**

numéro de référence P 054 93700



**MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE  
ET DE LA RECHERCHE**  
Inventaire des Ressources Minières  
du Territoire Métropolitain

## **Synthèse régionale des Pyrénées orientales**

---

**Origine des minéralisations stratiformes de la bordure du Canigou :  
apport de la géochimie isotopique du plomb**

**Annexe 1**

**E. Marcoux  
M. Joubert  
J.L. Lescuyer**

**novembre 1993  
R 37780**

numéro de référence P 054 93700

**BRGM  
DIRECTION MINES MOYENS  
Département Exploration**

BP 6009 - 45060 Orléans Cédex 02 - France - Tél.: (33) 38 64 34 34

## **TABLE DES MATIERES**

INTRODUCTION .....	3
RESULTATS .....	5
DISCUSSION - CONCLUSION .....	8
BIBLIOGRAPHIE .....	9

## **LISTE DES ILLUSTRATIONS**

Fig. 1 - Carte géologique simplifiée de la région du Canigou.

Fig. 2 - Compositions isotopiques du plomb des minéralisations sécantes et stratiformes de la bordure du Canigou.

Tabl. 1 - Caractéristiques et compositions isotopiques du plomb des minéralisations étudiées.

## INTRODUCTION

L'Ordovicien supérieur et le Dévonien inférieur pyrénéens se caractérisent par la présence de minéralisations sulfurées essentiellement stratiformes à Zn, Pb et parfois Ba ayant souvent fait l'objet d'anciennes exploitations : Pierrefitte (2,2 Mt à 10 % Zn + Pb), Seintein, Chèze, Meyabat (Ordovicien supérieur), Nerbiou, Lac Bleu, Carboire, Arrens (Dévonien inférieur). D'allure souvent polymorphe, à la fois stratiforme et sécante, ces minéralisations sont interprétées comme d'origine exhalative-sédimentaire d'après leurs associations minéralogiques et leur liaison avec des épisodes d'instabilité sédimentaire, parfois accompagnés d'un volcanisme calco-alcalin à tholéiitique (Pouit G., 1978).

Des minéralisation à Fe-Zn-Pb-Ba-F, d'allure stratiforme et fortement affectées par la tectonique hercynienne et/ou pyrénéenne, se rencontrent, notamment sur le pourtour du massif gneissique du Canigou (fig. 1). Ces minéralisations sont encaissées dans une formation métasédimentaire à niveaux carbonatés et volcanogéniques (formation de Canaveilles), d'âge cambrien inférieur supposé, qui forme la base fortement tectonisée (écaillages) d'une épaisse série grésopélitique épimétamorphique cambro-ordovicienne (Laumonier B., 1987 ; Polizzi S., 1990). La minéralisation se présente en lentilles ou en "couches" d'extension hectométrique, parfois finement rubanées avec un guide lithologique marqué, généralement carbonaté. Ces "couches", souvent boudinées et microplissées, peuvent atteindre 3 m de puissance et être à dominante sidéritique (Le Llech, La Coume, Batère, Rabouillèdes), fluo-barytique à rubans de sphalérite-galène (Escaro, Pla d'Amont) ou zincifère avec sulfures associés dans une gangue de sidérite, barytine et/ou fluorine (Pixerot, Can-Pey, Valmanya, Puig-Cabres, La Manère).

A l'est du Canigou, on rencontre à côté de ces minéralisations stratiformes d'origine discutée (Coulomb J.J. et Pouit G., 1989), des gîtes plus nettement sécants à quartz-arsénopyrite-or natif et parfois galène, minéraux de bismuth et de tungstène recoupant principalement l'épaisse série grésopélitique cambro-ordovicienne (Glorianes, Serrabonne, Saint-Pons) mais aussi le contact socle du Canigou - série de Canaveilles (Lo Naret) (fig. 1). Les structures minéralisées se composent de filons et de stockwerks sécants ainsi que de lentilles de quartz minéralisées injectées dans la foliation 2 et replissées lors de la phase 3. Ces petites concentrations sulfo-arséniées aurifères apparaissent donc nettement liées à la structuration hercynienne (Polizzi S., 1990).

Des minéralisations sécantes du même type mais plus riches en métaux de base (Gironnella, Col de la Redoute, Fontcouverte) et parfois en nickel (Oms et Vivès) apparaissent également dans le même contexte géologique (fig. 1).

L'étude de géochimie isotopique du plomb présentée ici a été entreprise afin d'essayer de clarifier la nature, exhalative-sédimentaire ou non, des minéralisations stratiformes de la bordure du Canigou. Nous avons procédé en comparant les signatures isotopiques des galènes de ces minéralisations à celles des galènes appartenant à des gîtes pyrénéens mieux connus : gîtes stratiformes exhalatifs-sédimentaires Zn-Pb, ordoviciens et dévoniens, gîtes sécants à quartz-arsénopyrite (galène) et également skarn W-Mo (Bi-Au) de Costabonne au contact du granite du même nom.

Cette note a fait l'objet d'un compte rendu à l'Académie des Sciences en 1991.

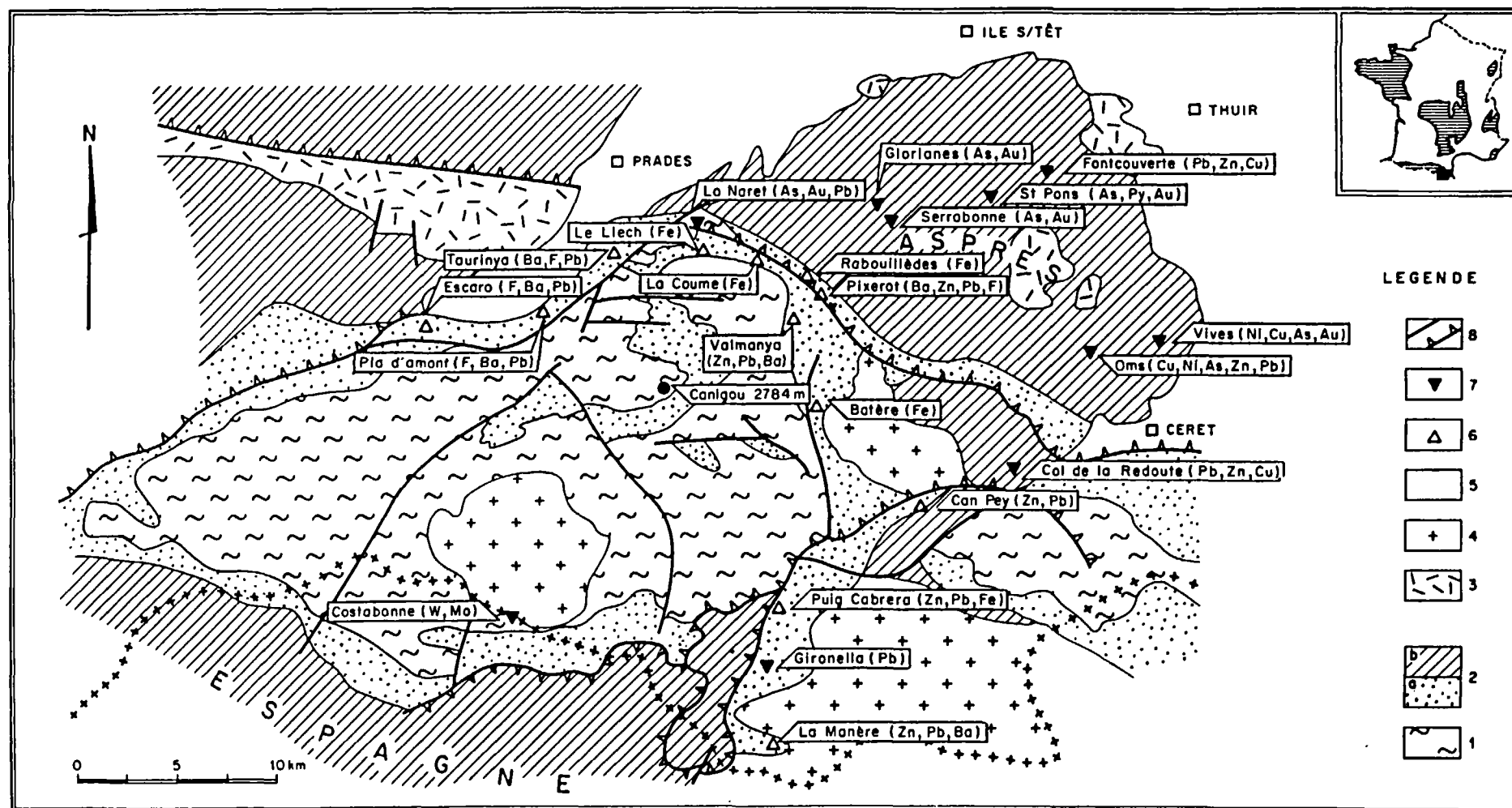


Fig. 1 - Carte géologique simplifiée de la région du Canigou.

1 : Socle gneissique du Canigou ; 2 : Cambro-Ordovicien non daté, 2a : Série à alternances carbonatées et volcaniques (formation de Canaveilles s.s.), 2b : Ensemble grésopélitique supérieur ; 3 : Ordovicien supérieur-Dévonien (pélites, volcanites, carbonates) ; 4 : Granites hercyniens ; 5 : Post-Dévonien ; 6 : Minéralisations stratiformes ; 7 : Minéralisations sécantes et skarnoïdes ; 8 : Failles et chevauchements.

## RESULTATS

Les gîtes stratiformes exhalatifs-sédimentaires pyrénéens possèdent des signatures isotopiques bien typées ( $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18,00 \text{ à } 18,6$ ) (Marcoux E., 1987) définissant un champ restreint de compositions isotopiques (fig. 2 et tabl. 1). Aucune distinction n'est par contre perceptible entre les signatures des gîtes ordoviciens et des gîtes dévoniens. Ceci soulève un problème génétique important sur lequel nous reviendrons (cf. § discussion et conclusion) mais qui n'a pas d'incidence sur le problème qui nous intéresse ici.

Rappelons que les gîtes Pb-Zn précoces, qu'ils soient exhalatifs-sédimentaires (Lescuyer J.L. *et al.*, 1988) ou de plate-forme carbonatée encaissés dans le Cambrien inférieur de Montagne-Noire, c'est-à-dire à un niveau probablement équivalent à celui de la formation de Canaveilles, présentent des compositions isotopiques du plomb nettement moins radiogéniques ( $17,76 < ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} < 17,94$ ) que celles des gîtes exhalatifs-sédimentaires ordoviciens et dévoniens des Pyrénées.

Les compositions isotopiques du plomb des gîtes stratiformes et des gîtes sécants encaissés dans les séries cambro-ordoviciennes de la bordure du Canigou sont très étalées ( $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18,05 \text{ à } 19,02$ ) mais une seule, celle du gîte de la Manère, appartient au champ des gîtes stratiformes exhalatifs-sédimentaires pyrénéens. Tous les autres gîtes, qu'ils s'agissent de structures sécantes vraies (Lo Naret, Glorianes, Foncouverte), des gîtes de type skarn (Costabonne) ou des minéralisations stratiformes possèdent des rapports isotopiques nettement plus radiogéniques ( $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} > 18,35$ ). Ces valeurs élevées se retrouvent également dans la majorité des filons minéralisés connus dans les Pyrénées occidentales et centrales (Marcoux E., 1987).



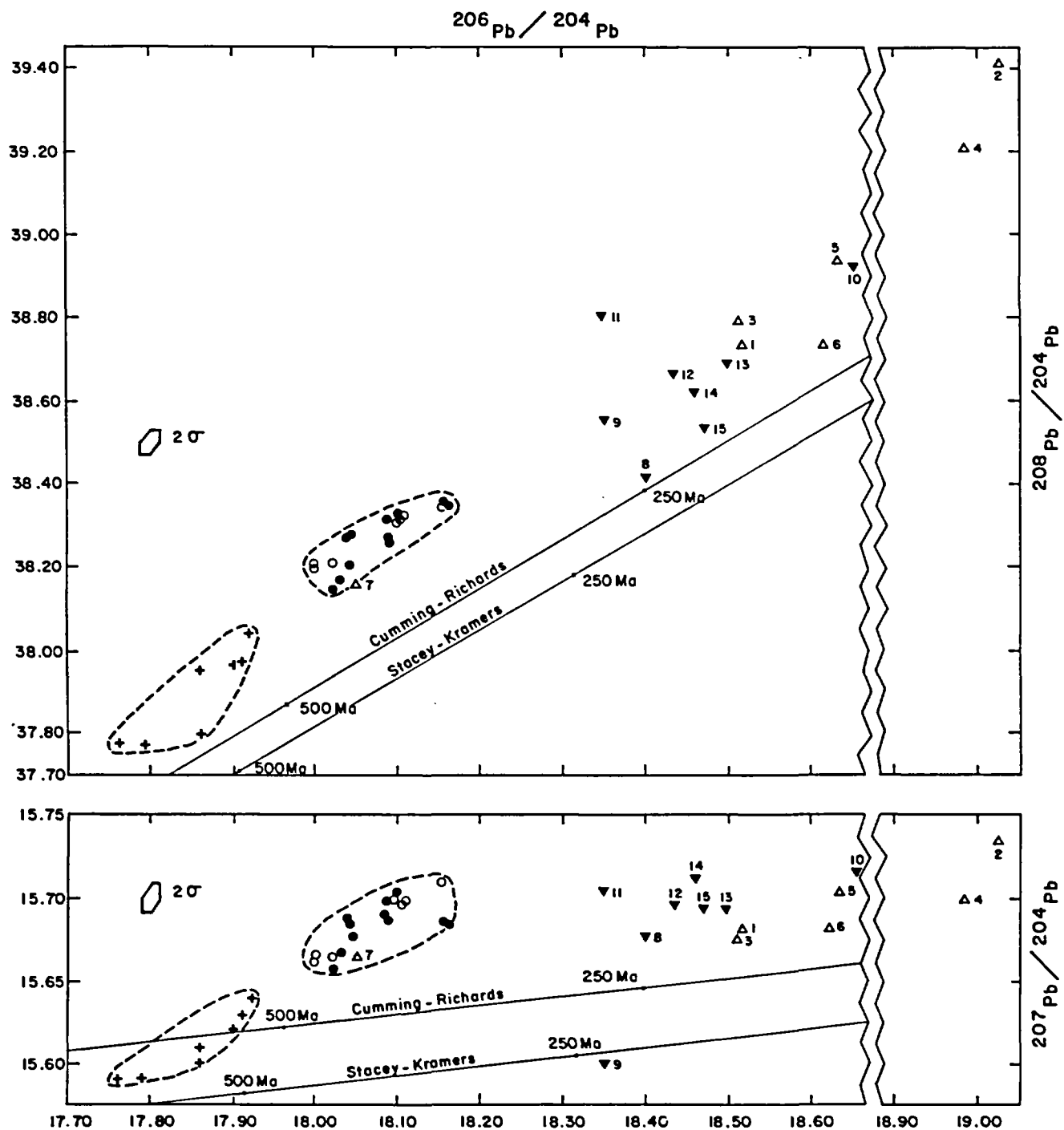


Fig. 2 - Compositions isotopiques du plomb des minéralisations sécantes (▼) et stratiformes (Δ) de la bordure du Canigou.

Comparaison avec les compositions isotopiques du plomb des gîtes stratiformes exhalatifs-sédimentaires ordoviciens (●) et dévoniens (○) des Pyrénées. Les compositions isotopiques du plomb des minéralisations stratiformes cambriennes de la Montagne-Noire (+) sont également reportées. Les numéros renvoient au tableau 1.

GITES ET INDICES ANALYSES	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	n° sur fig. 2
<b>Gîtes stratiformes exhalatifs-sédimentaires Zn-Pb ordoviciens ● :</b>				
Pierrefitte (Vieille-Mine)	18,046	15,671	38,189	-
Pierrefitte (Soulon)	18,097	15,678	38,280	-
id.	18,091	15,688	38,277	-
Pierrefitte (Garraoulère)	18,101	15,704	38,332	-
Chèze-Ecole	18,163	15,685	38,351	-
id.	18,160	15,687	38,360	-
Meyabat	18,091	15,688	38,271	-
Seintein-Bentaillou	18,042	15,684	38,206	-
Argut	18,031	15,668	38,172	-
id.	18,022	15,658	38,145	-
Crabioules	18,091	15,700	38,323	-
<b>Gîtes stratiformes exhalatifs-sédimentaires Zn-Pb dévonien ○ :</b>				
Taichougnes	18,023	15,664	38,217	-
Nerbiou	18,106	15,698	38,320	-
id.	18,109	15,701	38,330	-
Gèdre	18,153	15,711	38,357	-
Arrens (Peyrardoune)	18,095	15,702	38,312	-
Carboire	17,999	15,662	38,209	-
id.	17,999	15,664	38,197	-
<b>Minéralisations stratiformes de la bordure du Canigou Δ :</b>				
Escaro	18,516	15,679	38,743	1
Pla d'amont	19,026	15,734	39,417	2
Pixerot (barytine, sphalérite)	18,510	15,676	38,790	3
Can-Pey	18,986	15,699	39,207	4
Valmanya (pyrite, sphalérite, galène, quartz)	18,633	15,705	38,940	5
Puig-Cabres (sphalérite, sidérite, galène)	18,622	15,683	38,737	6
La Manère (blende, galène, sidérite, pyrite)	18,052	15,663	38,150	7
<b>Minéralisations sécantes de la bordure du Canigou ▽ :</b>				
Glorianes (quartz, arsénopyrite, or)	18,400	15,678	38,412	8
Vivès	18,349	15,600	38,551	9
Oms	18,655	15,716	38,928	10
Fontcouverte	18,351	15,706	38,798	11
Gironella	18,437	15,697	38,668	12
Col de la Redoute	18,497	15,693	38,694	13
Lo Naret	18,461	15,713	38,625	14
<b>Skarn au contact de granite hercynien ▽ :</b>				
Costabonne	18,469	15,695	38,537	15

Tabl. 1 - Caractéristiques et compositions isotopiques du plomb des minéralisations étudiées. Comparaison avec celles des minéralisations stratiformes exhalatives-sédimentaires de l'Ordovicien et du Dévonien.

## DISCUSSION - CONCLUSION

La signature isotopique du plomb des minéralisations stratiformes exhalatives-sédimentaires ordoviciennes et dévoniennes pyrénéennes est très bien définie et peut être considérée comme caractéristique de ces minéralisations. Par conséquent, parmi les gîtes stratiformes analysés de la bordure du Canigou, seule la Manère peut être rapportée avec une forte probabilité à cette famille de minéralisations dépendantes d'une métallogenèse paléozoïque synsédimentaire. Des structures primaires, typiques d'une minéralisation stratiforme exhalative-sédimentaire, à rubans de blende et pyrite fine dans un chert chloriteux et barytique ont pu être localement observées dans ce gîte encaissé dans une série volcanodétritique métarmorphisée mal calée stratigraphiquement. Tous les autres gîtes stratiformes analysés ont des compositions isotopiques plus élevées et très variables d'un gîte à l'autre, incompatibles avec une origine exhalative synchrone de la sédimentation cambro-ordovicienne. Ils relèveraient d'une métallogenèse plus récente, probablement hercynienne et de type vraisemblablement métasomatique, toutes ces minéralisations stratiformes (à l'exception de la Manère) étant contrôlées par des niveaux carbonatés. Des mouvements tectoniques ultérieurs, tardi-hercyniens et/ou pyrénéens, ont fortement perturbé leur présentation originelle. Le caractère plus radiogénique de ces minéralisations résulte de la diversification des roches sources opérée depuis le Dévonien inférieur, due notamment à l'arrivée d'abondant matériel granitique hercynien.

La géochimie isotopique du plomb semble donc être un outil apte à distinguer, en domaine pyrénéen, les minéralisations stratiformes exhalatives-sédimentaires parfois d'importance économique (Zn), des autres types de moindre intérêt quelle que soit leur présentation, stratiforme ou sécante, et pourrait être utilisée en prospection minière.

En complément à ces résultats, l'absence de différences de compositions isotopiques entre les gîtes stratiformes exhalatifs-sédimentaires ordoviciens et dévoniens est un fait important qui demanderait des analyses complémentaires pour être élucidé. Deux hypothèses opposées peuvent cependant être envisagées, si l'on écarte la possibilité, peu envisageable, d'une source commune à composition isotopique figée entre l'Ordovicien et le Dévonien :

- l'existence d'une seule métallogenèse d'âge dévonien dont les fluides minéralisés associés imprègnent indifféremment les formations ordoviciennes ou dévoniennes ;
- des minéralisations exhalatives-sédimentaires ordoviciennes intensément remobilisés lors des phases de dépôt et d'hydrothermalisme au Dévonien inférieur. Cette seconde hypothèse paraît plus cohérente avec les données de terrain. Elle suggère un apport métallique négligeable de la part de l'hydrothermalisme dévonien en regard du stock de métaux ordoviciens remobilisés. Cette signature à rapports  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  élevés ( $> 15,67$ ) révèle en outre une source du plomb beaucoup plus crustale que celle des minéralisations exhalatives-sédimentaires du Cambrien de la Montagne-Noire. Ce résultat suggère la présence d'une croûte à caractéristiques très différentes de celle de la Montagne-Noire, et probablement plus ancienne, dans le socle pyrénéen traversé par les fluides hydrothermaux ordoviciens.

## BIBLIOGRAPHIE

BREVART O., DUPRE B., ALLEGRE C.J. (1982) - Metallogenic Provinces and the remobilization process studied by lead isotopes: lead-tine ore deposits from the Southern Massif central, France. *Econ. Geol.*, vol. 77, p. 564-575.

COULOMB J.J., POUIT G. (1989) - Inventaire gîtologique des minéralisations à sulfures de métaux de base et or dans les Pyrénées orientales et ariègeoises. Rap. BRGM 89 DAM 001 DEX. inédit, p. 66.

LAUMONIER B. (1987) - Révision de la lithostratigraphie du Paléozoïque inférieur des Aspres à l'est du massif du Canigou ; conséquences stratigraphiques et structurales. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 305, Série II p. 611-614.

LESCUYER J.L, GIOT D, DONNOT M., BEZIAT P. (1988) - Various types of Cambrian carbonate hosted Zn-Pb mineralization in the Northern Montagne-Noire, Massif central, France. Ages and Mechanisms of concentration. *In: Mineral deposits within the European Community* ed. by J. Boissonnas and P. Omenetto. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg Ed., p. 443-464.

MARCOUX E. (1987) - Isotopes du plomb et paragenèses métalliques. Traceurs de l'histoire des gîtes minéraux. Illustration des concepts de source, d'héritages et de régionalisme dans les gîtes français. Applications en recherche minière - Thèse doct. ès-Sciences Univ. Clermont II. Documents du BRGM n° 117, 279 p. et annexes.

POLIZZI S. (1990) - Les minéralisations sulfo-arseniées aurifères du massif des Aspres, Pyrénées orientales, France. Etude géologique et métallogénique (avril 1990). Thèse doct. Univ. Paul Sabatier Toulouse.

POUIT G. (1978) - Différents modèles de minéralisation "hydrothermale sédimentaire" à Zn (Pb) du Paléozoïque des Pyrénées centrales. *Mineral. Deposita*, 13, p. 411-421.

RÉALISATION BRGM

impression et façonnage :  
SERVICE REPROGRAPHIE



**MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE  
ET DE LA RECHERCHE**  
Inventaire des Ressources Minières  
du Territoire Métropolitain

## **Synthèse régionale des Pyrénées orientales**

**Carte des gîtes minéraux, tableau des indices  
et description des amas stratoïdes péri-Canigou**

**Annexe 2**

---

**novembre 1993  
R 37780**

numéro de référence P 05493700





**MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE  
ET DE LA RECHERCHE**  
Inventaire des Ressources Minières  
du Territoire Métropolitain

## **Synthèse régionale des Pyrénées orientales**

---

**Carte des gîtes minéraux, tableau des indices  
et description des amas stratoïdes péri-Canigou**

**Annexe 2**

**B. Moyroud  
Y. Calvet  
R. Costargent**

**novembre 1993  
R 37780**

numéro de référence P 05493700

**BRGM  
DIRECTION MINES MOYENS  
Département Exploration**

B.P. 6009 - 45060 Orléans Cédex 02 - France - Tél.: (33) 38 64 34 34





## TABLE DES MATIERES

<b>1. PRESENTATION DES CARTES ET TABLEAUX DES GITES MINERAUX.....</b>	<b>5</b>
<b>2. DESCRIPTION DES INDICES DE TYPE AMAS STRATOIDES ET DE TYPE EXHALATIF-SEDIMENTAIRE .....</b>	<b>7</b>
2.1. Les amas stratoïdes péri-Canigou et les autres amas stratoïdes .....	7
2.1.1. Escaro .....	7
2.1.2. Thorrent - Sahorre - Casteil - Taurinya .....	13
2.1.3. Le Llech .....	16
2.1.4. La Coume .....	16
2.1.5. Mas Morer .....	17
2.1.6. Raboullèdes .....	17
2.1.7. Pixerot .....	17
2.1.8. Batère .....	18
2.1.9. Gîtes répartis entre Pixerot et Palalda .....	21
2.1.10. Can-Pey .....	21
2.1.11. Puig Cabres .....	21
2.1.12. Mas Pachette .....	22
2.1.13. Puymorens .....	22
2.2. Les minéralisations exhalatives-sédimentaires .....	23
2.2.1. Montbolo .....	23
2.2.2. La Manère .....	24
2.2.3. Nohèdes .....	24
<b>APPENDICE : FICHES D'INDICES .....</b>	<b>27</b>

## LISTE DES FIGURES

- Fig. 1 - Carte des gîtes minéraux du secteur d'Escaro (A. Cartier, fond géologique d'après M. Huard, modifié et simplifié).
- Fig. 2 - Escaro : carte et coupe géologique des corps minéralisés (*in* : Cartier A., Huard M., 1980).
- Fig. 3 - Escaro : carte des corps minéralisés (*in* : Cartier A., Huard M., 1980).
- Fig. 4 - Coupes à travers le gisement d'Escaro-Est montrant la forme incurvée du gisement et son extension E-W en pénéc concordance avec la schistosité dominante Sd (*in* : A. Cartier, 1981).
- Fig. 5 - Sahorre-Vernet : carte géologique détaillée.
- Fig. 6 - Sahorre : carte des corps minéralisés (*in* : Cartier A., Huard M., 1980).
- Fig. 7 - Carte géologique du secteur minier de Batère (A) et colonnes stratigraphiques schématiques (*in* : Chevalier P., 1975).

## LISTE DES PLANCHES

- Pl. 1. Report des gîtes de type amas stratoïdes sedex sur fond géologique.
- Pl. 2. Report des gîtes de type filon sur fond géologique.
- Pl. 3. Report des gîtes de type amas karstique sur fond géologique.
- Pl. 4. Report des gîtes de fer (sidérite) sur fond géologique.
- Pl. 5. Report des gîtes de fluorine sur fond géologique.
- Pl. 6. Report des gîtes de barytine sur fond géologique.
- Pl. 7. Report des gîtes de zinc sur fond géologique.
- Pl. 8. Report des gîtes de plomb sur fond géologique.
- Pl. 9. Report des gîtes d'or sur fond géologique.
- Pl. 10. Report des gîtes de cuivre sur fond géologique.
- Pl. 11. Report des gîtes d'antimoine sur fond géologique.
- Pl. 12. Report des gîtes de tungstène sur fond géologique.

## 1. PRESENTATION DES CARTES ET TABLEAUX DES GITES MINERAUX

L'intense activité de recherche, qui a marqué la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et le début du XX<sup>e</sup>, est restée soutenue jusqu'à l'époque moderne avec les reprises après la fin de la seconde Guerre Mondiale. Elle s'est traduite par la découverte d'un très grand nombre d'indices, qui ont fait l'objet de travaux de reconnaissance à des stades variés. C'est ainsi que près de 270 indices sont recensés dans la zone d'étude de cette synthèse.

La première constatation que l'on retire de l'examen rapide des cartes de situation est la répartition de la quasi-totalité de ces indices dans deux domaines particuliers : une ceinture d'indices sur le pourtour du dôme du Canigou et une large dissémination dans tout le domaine des Aspres.

Chacun de ces domaines a une caractéristique essentielle : le premier est constitué par des minéralisations majoritairement concordantes à subconcordantes avec leur encaissant (stratification ou schistosité), alors que dans le second elles sont toujours sécantes.

De plus, à chaque domaine correspond un contexte lithostratigraphique différent : le groupe de Canaveilles et plus précisément son terme inférieur (formation de Canaveilles et de Cabrils) pour le premier, la formation d'Evol et la série de Jujols pour le second.

Cela nous a amenés à adopter une classification cherchant à conserver une triple caractéristique à la fois morphologique, spatiale et lithostratigraphique. A cette classification de base, nous ajoutons une classification plus gîtologique, lorsque les types de minéralisations sont connus.

Ainsi, les indices sont répartis en six familles :

- les amas stratoïdes péri-Canigou et les autres amas stratoïdes ;
- les minéralisations exhalatives-sédimentaires ;
- les minéralisations sécantes du district des Aspres ;
- les minéralisations de type skarn ;
- les minéralisations en relation avec la couverture sédimentaire ;
- les minéralisations sécantes hors Aspres.

Les cartes sur lesquelles nous avons reporté ces indices sont établies en fonction de cette classification et se répartissent en deux groupes. Dans le premier groupe, planches 1 à 3, les indices sont classés en fonction de leur type, à l'exception du type skarn. Ainsi nous présentons :

- planche 1 : amas stratoïdes et minéralisations exhalatives-sédimentaires ;
- planche 2 : filon ;
- planche 3 : amas karstiques.

Dans le second groupe, planches 4 à 12, les indices sont classés en fonction du ou des principaux minéraux contenus ; en effet, il a paru intéressant de pouvoir superposer les anomalies géochimiques avec ces cartes d'indice.

Comme il y a coïncidence entre le tungstène et les minéralisations de type skarn, une seule de ces cartes a été présentée (pl. 12). Les autres planches présentent les minéralisations à sidérite, fluorine, barytine, Zn, Pb, Au, Cu, Sb.

En complément de ces cartes, nous avons adjoint des fiches d'indices (cf. app.), récapitulant tous les indices répertoriés dans le fichier BSS, par carte à 1/50 000. Ces tableaux donnent la correspondance entre les indices et le nom des prospects travaillés par le BRGM, ainsi que l'existence et la nature des reconnaissances qui les ont concernés (reconnaissance de surface stratégique ou tactique, sondages, travaux miniers).

## 2. DESCRIPTION DES INDICES DE TYPE AMAS STRATOÏDES ET DE TYPE EXHALATIF-SEDIMENTAIRE

Une partie de ces indices a déjà été décrite dans l'Inventaire et Gîtologie des minéralisations à sulfures et métaux de base et or dans les Pyrénées orientales et ariégeoises (Coulomb J.J. et Pouit G., 1989)<sup>1</sup>.

Ces descriptions sont reprises, complétées ou, le cas échéant synthétisées, pour les indices les plus caractéristiques.

Une conclusion gîtologique sera tirée de ces descriptions dans le chapitre Métaux de Base du chapitre 2 de la synthèse.

### 2.1. LES AMAS STRATOÏDES PERI-CANIGOU ET LES AUTRES AMAS STRATOÏDES

Il s'agit de l'ensemble des minéralisations qui se répartissent sur le pourtour du Canigou et du granite de Batère, formant une ceinture d'indices qui ont deux caractéristiques communes : ils sont le plus souvent disposés en amas concordants à pénécordants et ils sont tous encaissés dans la formation de Canaveilles. Seuls sont connus deux indices comparables en dehors de cette ceinture : Mas Pachette, au nord du granite de la Junquera et Puymorens entre le massif de l'Hospital et le granite de Mont-Louis.

C'est à cette famille d'indice qu'appartiennent les plus importants gisements exploités dans les Pyrénées orientales, Escaro pour la fluorine (3,3 Mt), et Batère pour la sidérite (4,5 Mt), plus d'autres gîtes d'importance moindre : Sahorre (0,45 Mt de fluorine), La Coume (0,1 Mt de sidérite) et Le Llech (sidérite et fluorine).

#### 2.1.1. Escaro : fluorine/sidérite (fig. 1 à 4)

Le district d'Escaro est composé de gîtes à fluorine et de gîtes à sidérite-hématite encaissés dans la formation de Canaveilles. Ils peuvent avoir des morphologies différentes, mais sont en étroite relation spatiale : tout gîte de fluorine a un contact avec un gîte de sidérite (Huard M., 1972).

La fluorine est répartie dans de nombreux corps minéralisés qui se présentent sous forme de lentilles ou d'amas irréguliers orientés généralement E-W. Ces corps sont encaissés dans des micaschistes (Cartier A. et Huard M., 1980).

---

<sup>1</sup> L'ensemble des références bibliographiques sont répertoriées à la fin du rapport de synthèse.

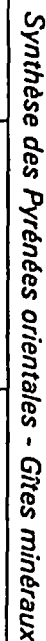


Fig. 1 - Carte des gîtes minéraux du secteur d'Escaro (A. Cartier, fond géologique d'après M. Huard, modifié et simplifié).



Les trois principaux amas avaient les dimensions suivantes :

- à l'ouest (Pla de Gante) L : 130 m, l : 70 m, puissance entre 5 et 35 m ;
- à l'est (Escaro-Est) deux amas superposés, chacun de même volume L : 600 m, l : 100 m puissance entre 30 et 50 m.

**La fluorine** a un aspect macroscopique blanc jaunâtre, massif et terreux. Elle est très souvent associée à du quartz et est parcourue par de nombreuses fractures envahies par des oxydes de fer. Ces dernières proviennent de l'oxydation de sidérite dont on trouve quelques reliques. L'aspect massif de cette fluorine provient de la cataclase très intense qui l'affecte.

Avec la fluorine apparaissent localement aux épontes des occurrences principalement de galène et accessoirement de barytine, pyrite, chalcoppyrite et blende.

**Les amas de sidérite** sont stratiformes et inclus dans les bancs de roches carbonatées (calcaire ou dolomie), avec un halo d'ankéritisation au contact.

L'étude de ces gîtes a donné lieu à des interprétations différentes : pour M. Huard. (1972) les corps minéralisés à fluorine seraient guidés par les structures cassantes tardi-hercyniennes E-W, pour être ensuite déformés et remobilisés lors de l'orogénèse pyrénéo-alpine. Ces différentes phases métallogéniques seraient confirmés par les datations Rb - Sr et K -Ar, effectués sur des illites et muscovites présentes aux épontes des corps minéralisés : les âges de ces altérations sont 190 Ma (Hettangien) et 90 Ma (Turonien-Cénomanién) (Esquevin J. *et al.*, 1976).

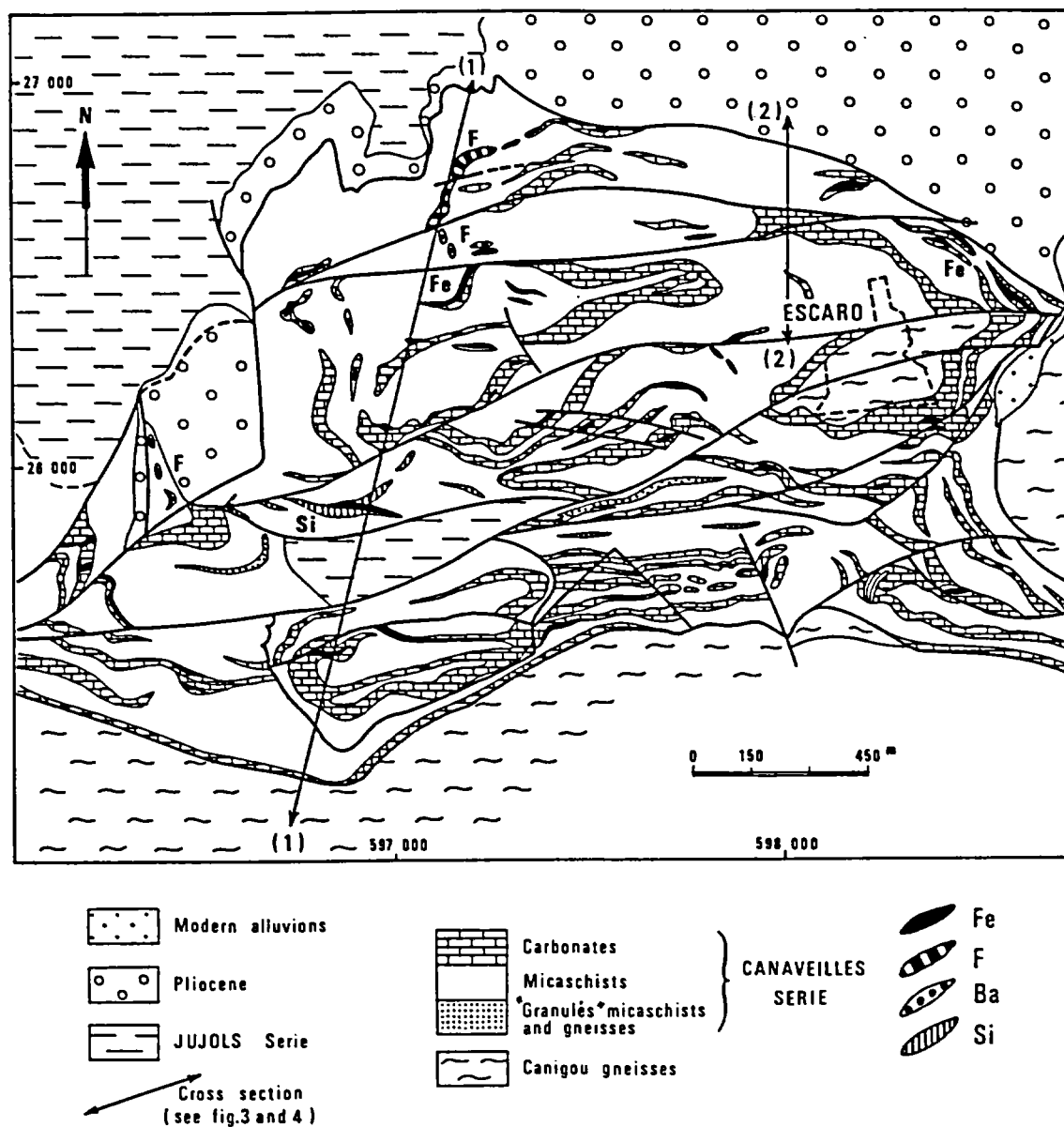
La signature isotopique du Pb sur les galènes (E. Marcoux *et al.*, ann. 3) conclut aussi à une métallogénèse hercynienne ou post-hercynienne.

Cependant A. Cartier souligne la stricte concordance de certains corps minéralisés avec la schistosité et la dislocation de ceux-ci par des cassures hercyniennes. D'après lui cela ne peut s'expliquer que par l'antériorité de la mise en place de la minéralisation par rapport aux épisodes tardi-hercyniens (Cartier A. et Huard M., 1980 ; Cartier A., 1981).

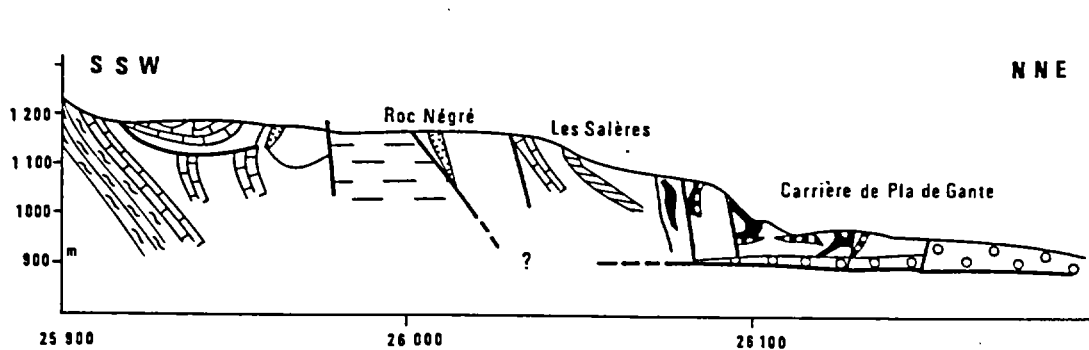
Nous pensons que les difficultés d'interprétation d'un tel gîte tient aussi aux déformations néotectoniques qu'il a subi ; il se situe en effet dans un panneau allochtone constitué de micaschistes et bancs carbonatés de la formation de Canaveilles, chevauchant les formations pliocènes de remplissage du bassin d'effondrement de la Têt. Il s'agit d'un olistostrome continental (Huard M. et Péliissonnier H., 1969).

La superposition de ces différentes tectoniques (pyrénéenne et néotectonique) rend très difficile la lecture des déformations antérieures et la structure de la minéralisation originelle.

Nous retiendrons que ces minéralisations sont encaissées dans la formation de Canaveilles et l'étroite relation de l'association sidérite - fluorine avec les bancs carbonatés.



Escaro. Carte géologique détaillée



Escaro. Coupe n° 1

Fig. 2 - Escaro : carte et coupe géologique (in : Cartier A., Huard M, 1980).

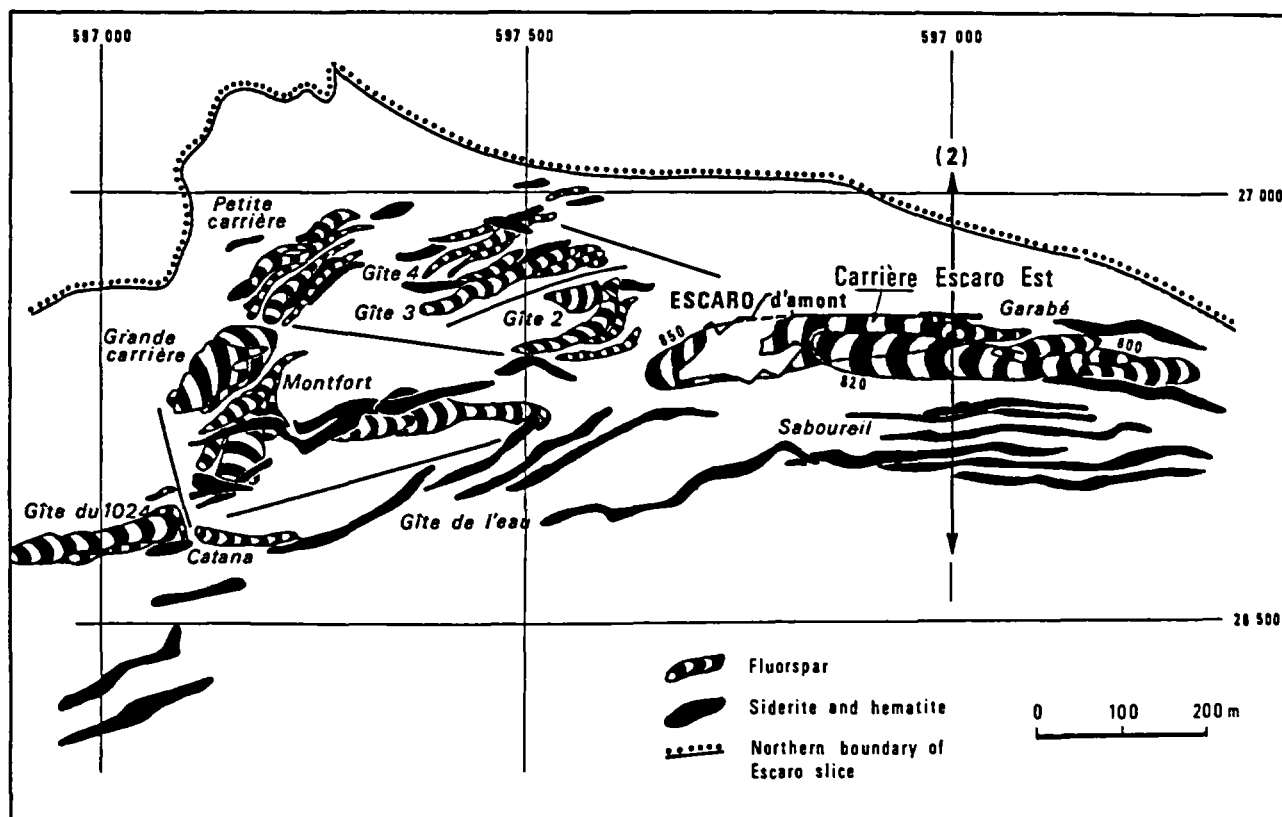


Fig. 3 - Escaro : carte des corps minéralisés (in : Cartier A., Huard M., 1980).

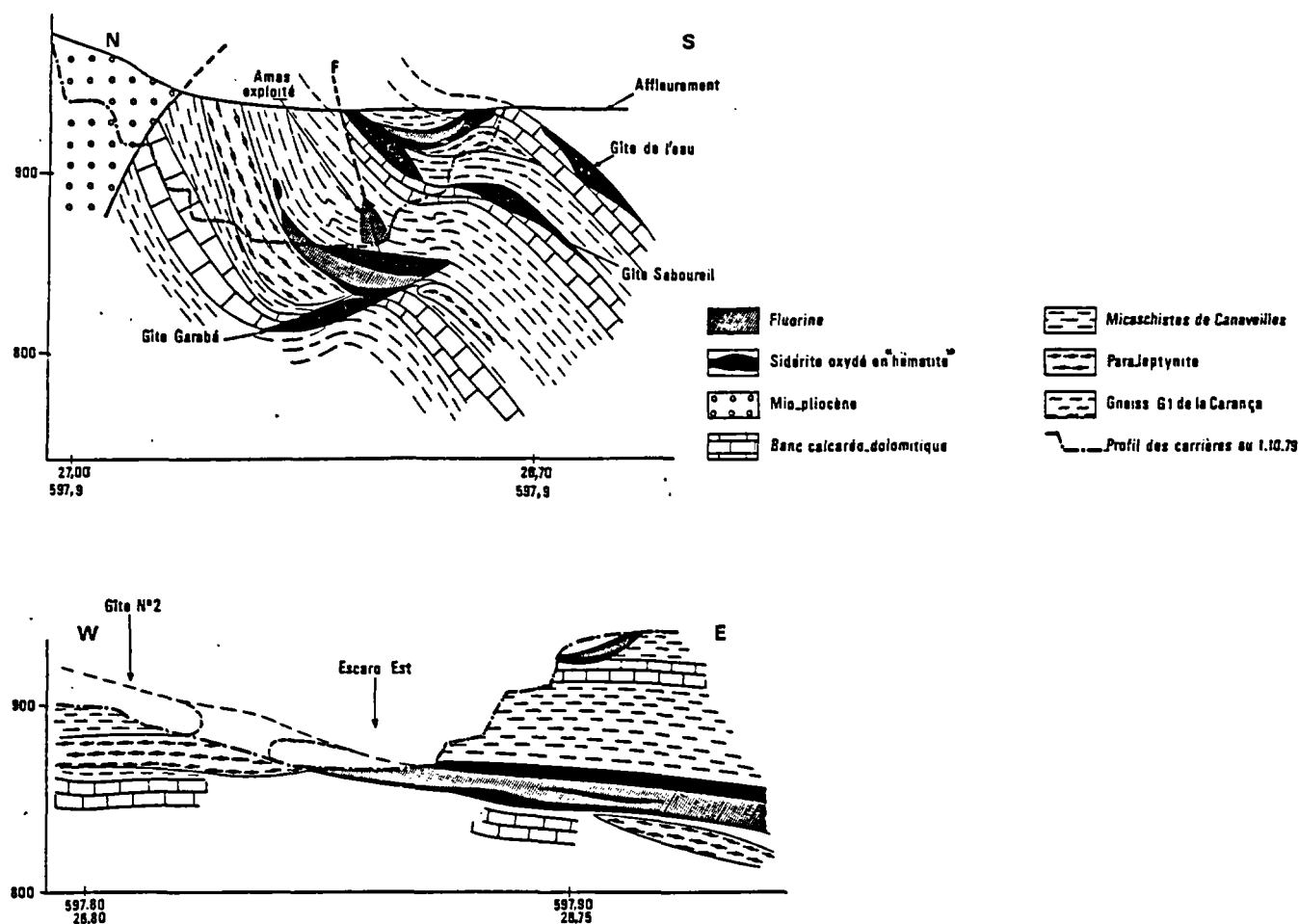


Fig. 4 - Coupes à travers le gisement d'Escaro-Est montrant la forme incurvée du gisement et son extension E-W en pénéconcordance avec la schistosité dominante Sd (in : A. Cartier, 1981).

Noter aussi sa proximité avec le niveau de paraleptynites grises.

### **2.1.2. Thorrent - Sahorre - Casteil - Taurinya : sidérite/fluorine (barytine) - (fig. 5 et 6)**

Ce district s'étend sur 7 km et forme la continuation est du district d'Escaro. Il contient un très grand nombre de corps minéralisés qui se répartissent en deux grands ensembles (Cartier A., 1981) :

- des amas et lentilles à fluorine-barytine et sidérite, inclus dans la formation de Canaveilles (Thorrent, Sahorre, Taurinya), mais aussi dans les gneiss (Casteil) ;
- des amas à sidérite exclusivement, en relation étroite avec les bancs carbonatés de la formation de Canaveilles (Sahorre, Taurinya).

On observe donc la même dualité qu'à Escaro entre les gîtes à sidérite et les gîtes à fluorine.

La structure de Casteil est constituée par une succession de filons lenticulaires à épontes nettes, sécants dans les gneiss du socle et contenant une minéralisation à barytine, fluorine, quartz et sidérite. Ces corps lenticulaires sont en relais de gros filons de quartz massif stérile, subverticaux.

Pour A. Cartier, les indices de Casteil présentent une grande similitude avec les gîtes encaissés dans la formation de Canaveilles, tant du point de la composition minéralogique (les filons encaissés dans les gneiss étant cependant nettement plus riches en barytine) que de la morphologie.

M. Huard (1972), quant à lui, fait lui aussi une distinction nette entre les gîtes de fer stratiformes et liés aux bancs de carbonates et les gîtes à fluorine qui recoupent la formation de Canaveilles. Cependant comme à Escaro, il note la connexité fréquente entre les gîtes de fluorine et de sidérite.

Pour lui, ces minéralisations appartiennent à deux types distincts :

- des amas de substitution métasomatique d'ankérite et sidérite, inclus dans les niveaux carbonatés (calcaire et dolomie) de la formation de Canaveilles ;
- des filons épigénétiques à fluorine, quartz et barytine, contenant sidérite et sulfures.

La fluorine est plus cohérente qu'à Escaro, même si elle est encore broyée et diaclasée et intimement mêlée à la sidérite, barytine et silice. On y retrouve les mêmes sulfures (galène principalement et pyrite).

La sidérite se présente essentiellement en amas dans les bancs de dolomie ankéritique, mais au sein de ces amas, on peut observer des nodules de fluorine, verte à violette, très cohérente et peu diaclasée.

On note aussi la complexité de ces minéralisations qui donnent parfois lieu à des descriptions différentes. Ainsi quand A. Cartier décrit les amas à sidérite liés aux bancs carbonatés, il souligne qu'ils contiennent exclusivement de la sidérite, alors que pour M. Huard ils contiennent aussi de la fluorine. Il en est ainsi des gîtes de Thorrent à quartz-hématite,

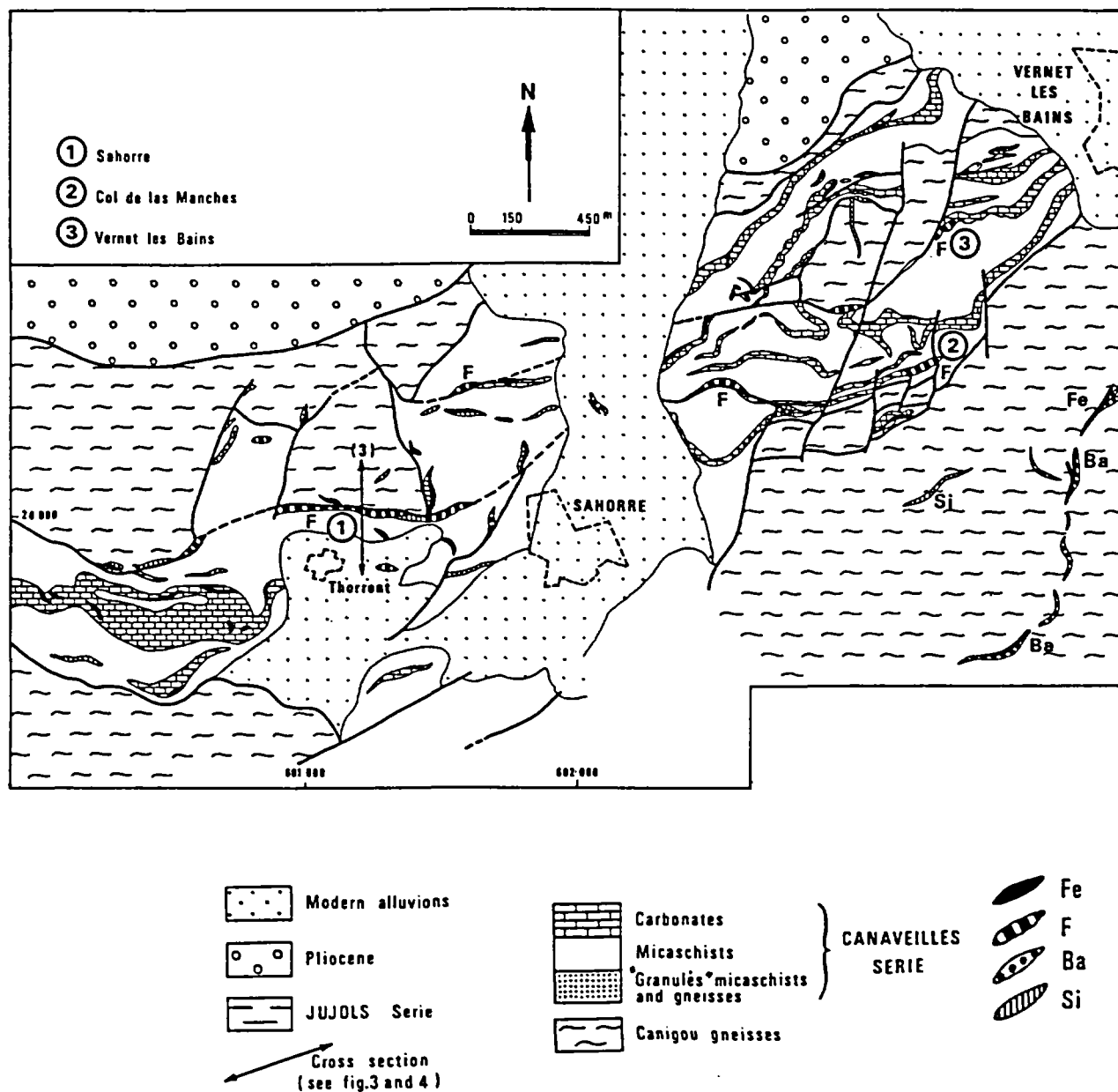


Fig. 5 - Sahorre-Vernet : carte géologique détaillée.



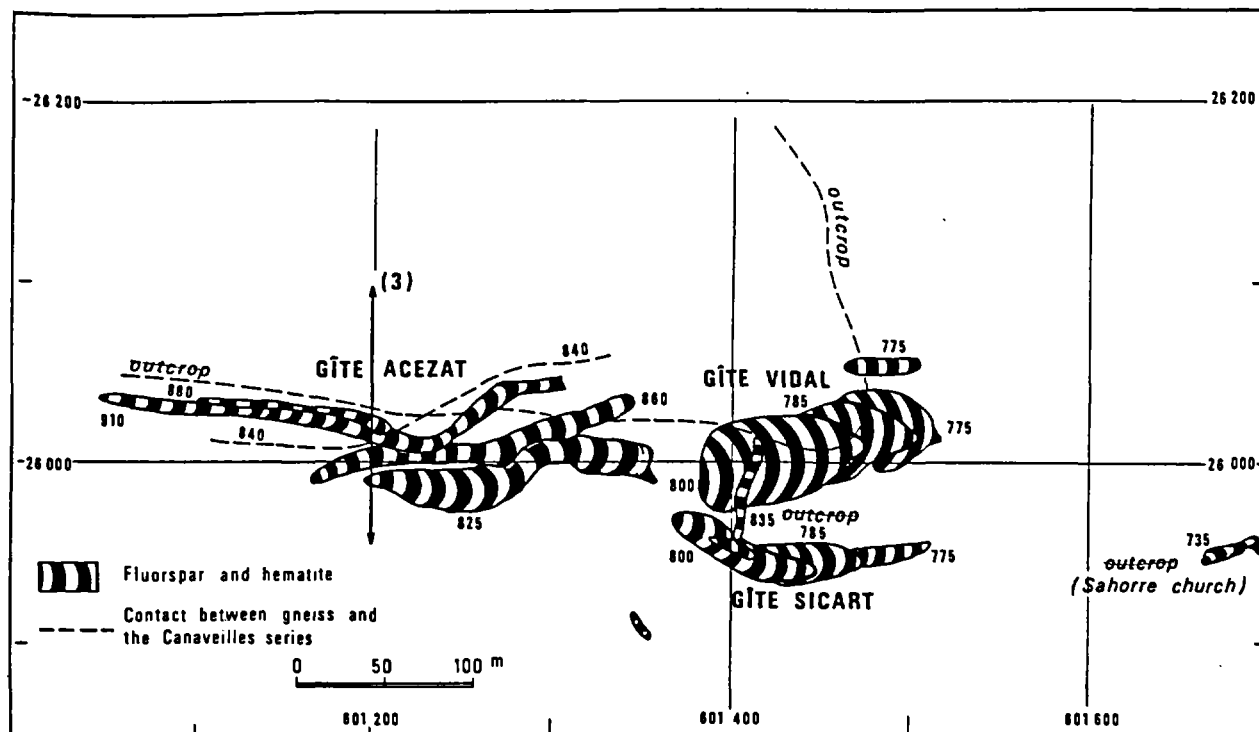


Fig. 6 - Sahorre : carte des corps minéralisés (in : Cartier A., Huard M., 1980).

contenant des teneurs variables en fluorine. A Sahorre, le gîte de Saint-Vincent, encaissé dans un banc de dolomie, contient à la fois fluorine, barytine et hématite.

Nous retiendrons quant à nous comme à Escaro la relation étroite entre les amas à sidérite et les bancs carbonatés de la formation de Canaveilles et l'association fréquente entre fluorine et sidérite.

### Conclusion sur le district à fluorine et sidérite du Nord-Canigou

L'interprétation des minéralisations oppose en partie M. Huard et A. Cartier. Si tous les deux font une distinction entre les conditions de gisements des gîtes à sidérite et des gîtes à fluorine, M. Huard considère qu'ils ont une origine métallogénique distincte, et que les gîtes à fluorine sont des filons tardi-hercyniens, déformés et remobilisés lors de l'orogénèse pyrénéo-alpine. Par contre A. Cartier pense que la discordance relative de ces corps sur leur encaissant pourrait être due à des différences de compétence, sous l'effet des tectoniques pyrénéennes et néogènes. Il n'exclut pas une mise en place des corps fluorés stratoïdes avant les épisodes tardi-hercyniens (Cartier A. et Huard M., 1980).

#### 2.1.3. Le Llech : sidérite

La minéralisation dominante est composée de deux niveaux de sidérite de 8 et 4 m de puissance, localisées au toit d'une barre calcaire dolomitisée ou ankéritisée et d'un niveau à fluorine, galène, blende et pyrite rubanés de 0,4 à 0,8 m de puissance. Ces différents niveaux sont concordants avec l'encaissant. Sur quelques échantillons, on observe une sidérite généralement très recristallisée, mais ayant parfois conservé une structure finement rubanée et des noyaux de sidérite moulés par les rubanements à fluorine-blende. Cette minéralisation rubanée montre localement des microplis (Babu H., 1970 ; Billa M., 1980).

D'après l'étude structurale de G. Capus *et al.* (1981), le litage qui apparaît dans le minerai fluoré (alternance de lits centimétriques clairs à fluorine et quartz et de lits sombres à fluorine, blende, galène et chlorite) est d'origine tectonique et correspond à une foliation mylonitique, résultant de la déformation hercynienne majeure. Les microplis seraient dus au fluage du minerai au cours de cette déformation. Ceci est également valable pour la sidérite incluse dans le minerai fluoré. On aurait donc là un argument pour dire que les minéralisations sidéritiques et fluorées à sulfure sont antérieures aux déformations hercyniennes majeures.

#### 2.1.4. La Coume : sidérite/fluorine

A 2,5 km à l'est-sud-est du Llech se situe l'ancienne mine de fer de la Coume qui a donné une production plus significative (100 000 t Fe extrait).

La minéralisation à sidérite-hématite se localise au toit de la même barre carbonatée, et forme plusieurs amas plurimétriques qui s'étendent sur près de 200 m d'allongement. La fluorine est présente dans ces calcaires. Elle a une répartition irrégulière, mais une disposition sécante,

avec parfois des digitations développées dans la stratification. Elle englobe localement de petits débris de micaschistes. Elle est donc bien dans ce cas postérieur à la phase de métamorphisme. Au mur, la sidérite est traversée par un réseau anastomosé de chlorite et pyrite, cette dernière formant parfois des stringers de 40 cm d'épaisseur (Lescuyer J.L., 1988).

#### **2.1.5. Mas Morer : sidérite/barytine (Zn)**

Il s'agit de plusieurs indices en relation avec deux barres carbonatées. A l'ouest, une première barre carbonatée contient un niveau de sidérite - hématite dépilé avec, en prolongement latéral, à 200 m environ, un bandeau de barytine saccharoïde concordant, de 2 m de puissance et de 50 m de longueur, présentant une structure rubanée avec oxydes de Pb et de Zn.

Au mur d'une autre barre calcaire, une excavation signale la présence d'un autre amas à sidérite avec un peu de calcaire imprégné d'oxyde de Zn et avec de la galène dans les déblais (Babu H., 1970).

Plus à l'est, M. Billa (1980) signale des blocs de fluorine en relation avec la barre carbonatée contenant les gîtes de la Coume et du Llech.

#### **2.1.6. Raboullèdes : sidérite**

Localisé entre Mas Morer et Pixerot, cette ancienne mine de fer comporte deux niveaux minéralisés au sommet de deux minces barres carbonatées où de la blende disséminée est signalée, plus ou moins dolomitisée et ankéritisée, séparées par des schistes noirs à pyrite.

Vers l'est, les bancs calcaires disparaissent et les couches de sidérite, parfois à chlorite, pyrite et mispickel sont boudinés dans les schistes noirs.

#### **2.1.7. Pixerot : barytine/fluorine (Zn, Pb)**

L'amas de Pixerot à barytine dominante se situe au toit d'un banc calcaire rubané, situé juste sous le plan de chevauchement Mérens - Amélie-les-Bains. Ce niveau calcaire repose sur les "gneiss granulés", niveau volcanodétritique remanié.

La minéralisation se répartit en plusieurs bandeaux superposés dans les calcaires, ces bandeaux pouvant être assez fortement boudinés. Dans les zones les moins déformées, leur disposition en strates est tout à fait nette. Au contact de ces bandeaux, les calcaires peuvent être très dolomitisés et ankéritisés.

La minéralisation est composée de barytine saccharoïde massive, contenant des rubans de fluorine claire, des lits centimétriques de blende et galène et de la sidérite. L'ensemble présente un rubanement général, parallèle au rubanement des calcaires. Le bandeau le plus puissant atteint 3 m de puissance.

Sur une longueur de 80 m, la puissance moyenne est de 1,30 m.

Elle a été reconnue en travaux miniers par le BRGM (1958) avec près de 200 m de traçage. D'autres indices sont connus sur une extension totale de 500 m dont celui de la Grillère, au sud-est (amas de barytine de 50 m de long et 2 m de puissance).

### **Conclusion sur le district à sidérite, fluorine, barytine du nord-est Canigou**

Les indices que nous venons succinctement de décrire s'étendent sur 7 km de long et montrent des différences avec le district Nord-Canigou, d'une part, du point de vue des conditions de gisement et d'autre part, du point de vue minéralogique.

Sur le premier point nous constatons que si la sidérite est, comme dans le district précédent, toujours associée aux bancs carbonatés, et même pour trois gîtes au moins, au toit du même banc, la minéralisation à fluorine, barytine et sulfure est étroitement liée à cette minéralisation, donc elle aussi, concordante.

On n'observe pas, comme à Escaro ou à Sahorre, de corps de fluorine encaissés dans les micaschistes, même quand la présentation devient plus sécante, comme à La Coume.

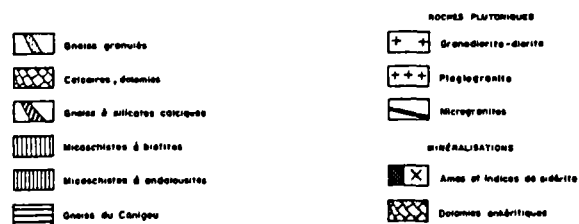
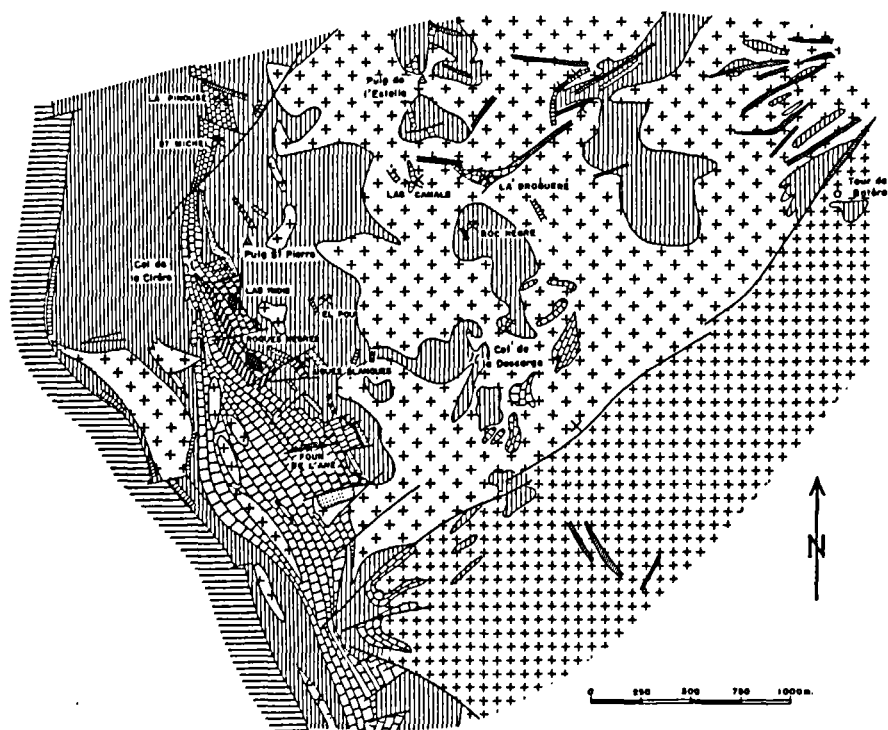
Comme ces minéralisations ont par ailleurs des caractères généraux identiques, contrôle lithostratigraphique strict, même composition minéralogique d'ensemble, on peut penser que dans un cas la disposition originelle de la minéralisation a été préservée alors que, dans l'autre cas, elle a été affectée par des remobilisations et/ou des déformations accompagnant les phases tectoniques tardives (tardi-hercynienne ou pyrénéo-alpine). Il est bon de rappeler que les âges fournis par l'analyse des isotopes du Pb (Marcoux E., ann. 3) sur plusieurs de ces indices, ou par les datations Rb-Sr et K-Ar sur des argiles d'épentes des "filons" de fluorine d'Escaro sont tardi-hercyniens, alors que l'étude structurale du minerai du Llech conclut à un âge anté-déformation majeure hercynienne.

Du point de vue minéralogique, nous voyons qu'il y a une évolution dans la composition de la minéralisation, la fluorine principalement représentée à Escaro, Thorrent et Sahorre étant progressivement supplantée par une association barytine, fluorine, et la galène remplacée par la blende.

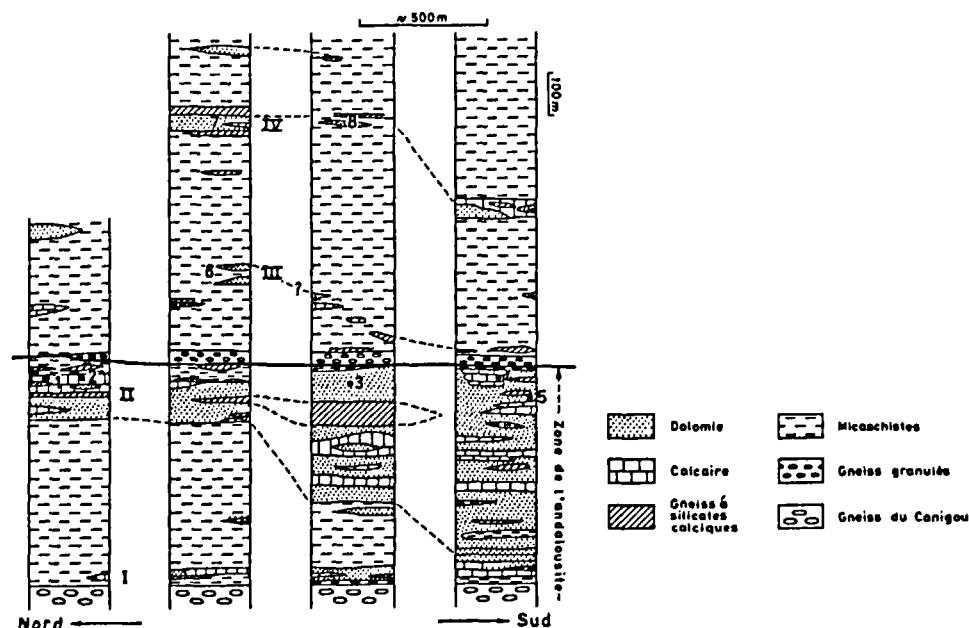
### **2.1.8. Batère : sidérite (fig. 7)**

Le gisement de fer de Batère a fourni 4,5 Mt de minerai ; il a été exploité à l'origine pour l'hématite et par la suite pour la sidérite qui constituait un minerai sans phosphore ni soufre, et dont le rapport CaO/SiO<sub>2</sub> en faisait un excellent autofondant. Le gisement est épuisé et l'exploitation a cessé en 1988.

Il est situé dans le même contexte lithostratigraphique que les minéralisations décrites jusqu'à présent, mais cette fois au contact du granite intrusif calco-alcalin de Batère (fig. 7) : il s'agit des alternances de la formation de Canaveilles avec des micaschistes, parfois graphiteux, des bancs calcaréo-dolomitiques et des niveaux de gneiss granulé. D'après P. Chevalier (1975), ces niveaux de calcaire et de dolomie qui peuvent atteindre 100 m de puissance ont un caractère récifal. Il cite à ce propos l'existence de stromatolithes signalés par G. Guitard.



Carte géologique du secteur minier de Batère.



Colonnes stratigraphiques schématiques.

Amas de sidérite :

1. La Pinouse; 2. Saint-Michel; 3. Las Indes, Roques nègres, Aigues Blancues; 4. Las Coudeilles; 5. La Foun-de-l'Ane; 6. El Pou; 7. Las Canals; 8. Boca-Nègre.

I, II, III, IV : principaux niveaux de carbonates.

Fig. 7 - Carte géologique du secteur minier de Batère (A) et colonnes stratigraphiques schématiques (in : Chevalier P., 1975).

Les gisements sont compris généralement dans les niveaux dolomitiques et se présentent sous forme d'amas lenticulaire de sidérite, à auréole ankéritique. Les plus importants amas ont une forme tubulaire, et sont caractérisés par leur structure bréchique avec des éléments principalement constitués de blocs de dolomies ankéritiques, parfois de sidérite fine et un ciment composé de sidérite spathique (Aigues Blanques, Roques Nègres). Mais on connaît aussi des amas filoniens et des amas stratiformes dont l'encaissant n'est pas bréchifié (El Pou) (Chevalier P., 1975).

Le minerai est constitué principalement de sidérite spathique et de sidérite fine litée ou rubanée, contenant très peu de sulfures (pyrite et rarement blende) et très peu de barytine et chlorite.

J.P. Fortuné et D. Soubias (1972) quant à eux, soulignent l'importance, du point de vue de la compréhension de la formation de ces gisements, de la présence des couches de sidérite et d'ankérite, parfaitement concordantes avec les formations encaissantes et portant la marque des mêmes déformations. Elles sont constituées par de la sidérite très fine, accompagnée essentiellement de quartz, soit avec une structure massive, soit avec une structure rubanée. On les rencontre au mur de l'amas de Roques Nègres, formant un horizon continu de 3 à 4 m de puissance. Pour eux les éléments constitutifs de la brèche de cet amas sont essentiellement composés de cette sidérite très fine, et non de la dolomie ankéritique décrite par P. Chevalier.

De plus, contrairement à ce qui a été décrit par H. Péliissonnier et G. Guitard (1970), ils affirment qu'il n'y a pas d'auréole continue d'ankérite autour des amas de sidérite.

Il y a donc des contradictions dans les observations et il s'ensuit des interprétations génétiques différentes : ainsi P. Chevalier, à la suite de G. Guitard et de H. Péliissonnier, pense que la sidérite résulte d'un métasomatose des dolomies par des solutions ferrifères profondes liées aux granites hercyniens, formant soit des masses monominérales, soit le ciment de brèches à éléments anguleux de dolomies ou de granodiorite. Toutes les minéralisations ferrifères : sidérite spathique ou fine, ankérites, se sont formées au cours du même épisode. Ce métasomatisme aboutit à une disposition en auréole aux limites nettes, avec sidérite au centre, éventuellement une enveloppe d'ankérite et le passage aux dolomies encaissantes. Cette minéralisation serait donc post-hercynienne.

Pour J.P. Fortuné et D. Soubias, il y a une concentration diagénétique du fer, fondée sur le fait que les corps minéralisés sont localisés dans les dolomies les plus ferrifères et sur la concordance parfaite des couches à sidérite fine avec les dolomies encaissantes. La mise en place du granite de Batère, provoquant fracturation et circulations hydrothermales, serait à l'origine de la remobilisation du minerai fin et de son dépôt dans des fractures sous forme de sidérite spathique.



### 2.1.9. Gîtes répartis entre Pixerot et Palalda : sidérite

Plusieurs gîtes, dont certains ont fait l'objet de travaux miniers de faible importance, s'échelonnent entre le col de Palomère (au sud-est de Pixerot) et Palalda. Ils sont tous situés au-dessus du plan de chevauchement Mérens - Amélie-les-Bains qui ramène la formation de Canaveilles sur les dépôts plus récents du groupe de Canaveilles (formations de Cabrils ou d'Evol) et même sur les dépôts triasiques du bassin d'Amélie-les-Bains.

Ils sont situés dans cette formation de Canaveilles où ils forment des amas de sidérite en liaison avec les bancs carbonatés. On note la présence d'un peu de barytine au Manès (indice situé au nord-est du bassin d'Amélie-les-Bains) et une relative abondance de sulfures (avec surtout pyrite et blende) à Palalda.

### 2.1.10. Can-Pey : Zn

Cet indice est situé dans la formation de Canaveilles au sud du granite de Batère. Le contact est anormal entre le granite et la formation de Canaveilles (faille nord du Tech). La minéralisation, composée de blende, smithsonite avec un peu de fluorine (sidérite totalement absente), est encaissée dans un banc carbonaté très puissant (300 m) de cette formation. Elle est répartie entre deux types de morphologie distincte :

- en amas stratiforme interstratifié dans les calcaires. Ils forment deux gîtes séparés de 250 m, dont l'un comprend deux amas superposés, distants de 20 m environ, avec des puissances de 1 m et 0,70 m et un allongement de près de 100 m. L'autre comprend un seul amas reconnu sur 130 m de long avec une puissance comprise entre 1,20 et 1,50 m. Deux sur trois de ces couches sont au contact de minces intercalaires schisteux ;
- dans une brèche silicifiée à éléments schisteux au contact des calcaires et des schistes. La puissance peut atteindre 3 m sur 150 m environ. Dans ce cas, la minéralisation contient, en plus de la blende, de la galène et de la chalcoppyrite.

Au vu des anciens travaux miniers, les estimations de réserve ont été évaluées à 90 000 t de tout-venant à 6,5 % de Zn, contenus dans les amas stratiformes (Azaïs M., 1959).

L'analyse isotopique du Pb, qui indique une métallogénie tardi-hercynienne, a été faite sur un échantillon de galène provenant de la brèche schisteuse (Galène G 10 du rapport Azaïs).

### 2.1.11. Puig Cabres : Zn (sidérite)

L'indice se situe dans une autre unité structurale chevauchée à l'ouest par une unité composée de terrains appartenant au Groupe de Jujols et recoupé à l'est par les granites de Saint-Laurent. Elle est en contact par faille avec les gneiss du dôme du Canigou au nord-ouest. Elle est composée uniquement par des terrains appartenant à la formation de Canaveilles, micaschistes parfois sombre, barres calcaires et dépôts volcano-sédimentaires (laves et tufs de Puig Colom et gneiss granulé).

La minéralisation forme une couche concordante située au mur d'un horizon calcaire de faible puissance (4 à 5 m). Le minerai est composé de blende noire massive à rubanée, à lits irréguliers et plissés de sidérite. La puissance de cette couche est de 0,65 m, avec un allongement faible. Les calcaires sont ankéritisés au contact de la couche minéralisée et sont surmontés par les gneiss granulés (schistes à granules d'albite). Au mur de la couche, marqués par une salbande argileuse, les schistes sont silicifiés et parcourus par un stockwerk à quartz, chlorite et pyrite /pyrrhotite. Cette semelle silicifiée contient des traces d'Au (165 ppb) accompagnés d'As (1 500 ppm).

Les recherches effectuées sur cet indice en 1975 par le BRGM n'ont montré aucune extension latérale et une très faible minéralisation en aval-pendage des anciens travaux miniers.

#### 2.1.12. Mas Pachette : fluorine

Cet indice se situe en dehors de la ceinture péri-Canigou, beaucoup plus à l'est, au nord-est du granite de la Junquera, mais toujours en relation avec un banc calcaire appartenant à la formation de Canaveilles. Ce banc calcaire délimite la séparation entre deux domaines de sédimentation distincts : des schistes quartzo-feldspathiques riches en apatite en dessous et des schistes très alumineux au-dessus.

La minéralisation se présente sous deux formes :

- en amas lenticulaires et stratoïdes formant un ensemble toujours situé au sommet de la barre calcaire, au contact des schistes alumineux. La série étant renversée, ils apparaissent en affleurement au mur de ce banc calcaire. Certains de ces amas stratoïdes présentent localement des prolongements en forme de poche dans les calcaires. Au contact de ces amas ou de ces poches, les calcaires sont parfois fortement silicifiés, dolomités et ankéritisés.

Le minerai est composé de fluorine granuleuse rubané, faciès gris et assez friable, dans lequel la fluorine est finement cristallisée et associée à du quartz et des argiles ;

- dans des fractures affectant les calcaires ou les amas, où la fluorine est largement cristallisée. Ces fractures ne passent pas dans les micaschistes encaissants.

La paragenèse est réduite et ne comprend que de la fluorine ne contenant aucune trace d'yttrium ou de cérium.

Pour M. Billa (1980), il y a eu une préconcentration de fluorine dans l'horizon calcaire, peut-être d'origine karstique, remobilisée ultérieurement dans des fractures tardives (tardi-hercyniennes ou pyrénéo-alpines).

#### 2.1.13. Puymorens : sidérite/hématite/magnétite

Nous avons peu de données sur ce gîte situé à l'extrême ouest de la zone d'étude entre le granite de Mont-Louis au sud et le dôme de l'Hospitalet au nord.

Il est relativement important puisqu'il a produit jusqu'en 1959, 1,3 Mt d'un minerai constitué de sidérite, hématite et magnétite.

La minéralisation est répartie dans trois lentilles associées à un niveau carbonaté encaissé dans des schistes contenant des schistes graphiteux (formation de Canaveilles ?).

## **2.2. LES MINERALISATIONS EXHALATIVES-SEDIMENTAIRES**

Ces minéralisations comprennent deux groupes distincts : le premier est constitué par les indices à pyrite-blende de Montbolo et La Manère qui s'inscrivent dans le cadre des minéralisations stratoïdes péri-Canigou et le second par les indices de Nohèdes à pyrite/pyrrhotine/silice qui se situent au nord du synclinal de Conflent dans la formation d'Evol.

### **2.2.1. Montbolo : blende/pyrite**

Il se situe à l'est du granite de Batère, dans les schistes noirs de la formation de Cabrils, qui surmontent stratigraphiquement la formation de Canaveilles. Ces schistes noirs sont recoupés par un grand nombre de dykes de microgranite, le plus souvent injectés dans la schistosité.

Les indices de Montbolo forment deux groupes distincts (selon J.P. Prouhet) :

- un premier groupe constitué de filons sécants sur l'encaissant, toujours faiblement minéralisés ; la minéralisation est constituée par des brèches silicifiées à blende en grands cristaux chalcopyrite ou rare galène ;
- un deuxième groupe à minéralisation concordante ou subconcordante, rubanée, constituée de blende massive fine et de pyrite (indice de Rieussec). C'est cet indice qui a fait l'objet de travaux miniers. Le corps minéralisé à un allongement de 45 m environ sur une puissance minéralisée moyenne de 0,35 m. On l'observe en bordure des zones bréchiques à remplissage de sidérose. Pour J.P. Prouhet, ce gîte présente des caractéristiques qui font penser à un gîte stratiforme, ce que ne confirme cependant pas les relevés de détail effectués en galerie par C. Bouquet pour qui il n'y a pas concordance, voire subconcordance entre la minéralisation et le litage de l'encaissant.

Dans une étude effectuée pour SNPA en 1973 par M. Huard, celui-ci précise que cet indice est situé dans un couloir de fracturation marqué par l'écrasement des minéraux schisteux et par des microfissures à remplissage de quartz, pyrite et accessoirement blende-galène. Les indices des deux groupes sont inclus dans ce couloir mais M. Huard ne fait pas de distinction entre eux, car pour lui, l'indice de Rieussec est une caisse quartzreuse à remplissage de blende massive. Il observe cependant que la caisse filonienne n'est pas toujours bien définie géométriquement, le minerai ayant souvent un aspect "stockwerk" ou "nerf interschistes".

De l'ensemble de ces observations, on ne peut pas exclure l'hypothèse d'une minéralisation primaire massive d'origine exhalative-sédimentaire, fortement déformée et en partie remobilisée dans un couloir de cisaillement. Les recherches en extension par sondages carottés effectués en 1975 par le BRGM ont été négatives.

Des recherches en extension par sondages carottés en 1975 par le BRGM ont cependant été négatives.

### 2.2.2. La Manère : blende/pyrite

L'indice La Manère - Gaffe Lloups se situe au sud du granite de Saint-Laurent, dans une fenêtre de micaschistes recoupée par un granite, apparaissant sous la couverture permotriasique.

Ces micaschistes, affectés par le métamorphisme de contact se manifestant par l'apparition de schistes tachetés, sont assez monotones et surtout représentés par des schistes rubanés et des siltites à pyrite, avec un niveau de metabasalte ; du contact de la minéralisation, un niveau de schistes tuffitiques s'intercale dans les schistes rubanés. Cette série est relativement atypique, mais pourrait appartenir à la formation de Canaveilles du fait des manifestations volcaniques qu'elle contient.

Les anciens travaux miniers, relativement importants (1 puits et plusieurs galeries) n'auraient fourni que 250 t de Zn et 90 t de Pb. Ils sont maintenant inaccessibles, mais un affleurement minéralisé est encore visible en surface, dans un ancien défilage.

Encadré par un système de fracture, il prend un aspect filonien mais une observation détaillée montre que la minéralisation est surmontée par un niveau très siliceux de plusieurs mètres d'épaisseur à pyrite et chlorite disséminée (Lescuyer J.L., 1988).

La minéralisation, malgré un broyage intense et une recristallisation importante, montre des reliques de minerai primaire rubané, à grain très fin, composé de lits de pyrite et de blende, avec galène et sidérose tardive, dans une gangue siliceuse et chloriteuse. On observe aussi une gangue barytique associée au minerai rubané. Ce minerai contient des traces d'Au (400 ppb).

Le caractère rubané et à grain très fin de la minéralisation ont fait dire à J.L. Lescuyer qu'elle pouvait être d'origine exhalative-sédimentaire ce qui a été confirmé par l'analyse des isotopes du Pb (Marcoux E. et Joubert M., ann. 3 et Marcoux E. *et al.*, 1991). Le rapport isotopique  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  égal à 18,05, place la minéralisation dans la population des autres minéralisations sédimentaires cambro-dévonienne des Pyrénées (Pierrefite, Carboire, Chèze, etc.) qui ont des rapports compris entre 18,0 et 18,16.

### 2.2.3. Nohèdes : pyrite/pyrrhotite/Au

Ces indices, jamais signalés jusqu'alors, ont été découverts dans le cadre des explorations de l'Inventaire. Ils se situent au nord du synclinal de Conflent, dans les schistes de la formation d'Evol comprenant des niveaux de schistes sombres pyriteux ou de schistes verts sériciteux à

intercalations de bancs gréseux et de lentilles de microconglomérat. Cette série est séparée des formations dévono-carbonifères du synclinal de Conflent par la faille de Mérens, accident pyrénéen majeur, long de 400 km, d'âge initial hercynien.

Sur 4 km de long, plusieurs indices s'échelonnent (nous en avons reconnu 3), constitués par une minéralisation qui comprend des lits sulfurés (pyrite et pyrrhotite) pouvant être associé à des lits quartzeux.

Dans l'environnement de ces indices, les schistes verts sériciteux qui les contiennent sont complètement décolorés, prenant l'aspect de séricitoschistes blancs. En surface, ils sont marqués par des encroûtements ferrugineux.

Ces lits à pyrite-pyrrhotite et silice ont une puissance centimétrique et se répètent à intervalle pluricentimétrique donnant à la roche un aspect rubané caractéristique (indice de la route d'Urbanya). Ils sont intensément microplissés et recoupés par des veinules sécantes, elles-mêmes plissées.

L'expertise structurale (Castaing C., 1991) montre que la majorité des lits de sulfure et de silice miment la stratification S0 et sont plissés par la déformation D1, alors que les veinules sont sécantes sur S0, et reprises par la schistosité S1. Par contre, cette expertise ne décèle pas de phase de cisaillement tardive.

La minéralisation à silice-pyrite/pyrrhotite est donc précoce, antérieure à la déformation D1 et très probablement contemporaine de S0. Quand les lits pyriteux épousent la stratification, l'allure synsédimentaire est nette. Cette minéralisation a probablement une origine exhalative-sédimentaire. Elle est représentée à la fois par les dépôts exhalatifs sulfurés et siliceux et par le stockwerk sécant, qui se marquent en géochimie par un accroissement des teneurs en K<sub>2</sub>O et Ba.

En sondage, on voit que ce stockwerk à pyrite, pyrrhotite, carbonates et chlorite provoque une forte silicification et chloritisation de l'encaissant.

Sur l'affleurement de la route, on peut estimer que la puissance totale de la couche exhalative-sédimentaire est pluridécamétrique.

Jusqu'à présent la liaison de l'or avec ces dépôts exhalatifs-sédimentaires n'a pas été clairement établie ; les teneurs en Au significatives sont liées à des silicifications à mispickel qui paraissent plus tardives (indice de En Bertrand ou de Malbaour). Cependant, l'échantillonnage systématique des dépôts exhalatifs-sédimentaires donne une teneur de fond en Au de l'ordre de quelques centaines de ppb. Il pourrait y avoir une préconcentration de l'or dans ces dépôts, mais à un niveau de teneur très faible.

Dans l'emprise de la zone d'étude, aucune zone de cisaillement pouvant être un facteur de concentration n'a pu être mise en évidence.





Appendice

FICHES D'INDICES



## NOTICE EXPLICATIVE DES FICHES D'INDICES

### INDICES

- N° : numérotation continue pour chaque feuille IGN, 1/50 000 de 1 à n.  
Substance : principaux éléments de la paragenèse.  
N° BSS : numéro d'archivage national à la banque des données du sous-sol.  
Le numéro attribué à chacune des feuilles à 1/50 000 (ex.: 1096 pour Céret) a été supprimé, il précéderait le numéro qui figure dans les colonnes correspondantes.  
Ex. : 2 x 4005 : intéresse le 8ème de la carte n°2, 4 correspond au gîte minéral ; 005 est le 5ème indice enregistré sur le 8ème de la carte concerné.

### PROSPECT

- Nom et numéro  
du prospect  
BRGM : figure le nom et le numéro du prospect éventuel recouvrant l'indice cité.

### TRAVAUX

- Travaux  
inventaires : travaux d'exploration effectués dans le cadre de l'inventaire :  
PS : prospection stratégique  
PT : prospection tactique  
S : sondage

- Travaux  
BRGM : travaux effectués en fonds propres par le BRGM, en général antérieurement à l'inventaire :  
PT : prospection tactique  
S : sondage  
TM : travaux miniers de recherche

- Travaux  
autres : travaux anciens réalisés par d'autres sociétés  
P : prospection  
S : sondage  
TM : travaux miniers de recherche et/ou d'exploitation.

*Synthèse des Pyrénées orientales - Gîtes minéraux*

FONTARGENTE (1093)														
N°	NOM DE L'INDICE	SUBSTANCES	N° BSS	PROSPECT BRGM	N° PROSPECT	TRX INV.			TRX B R G M			TRX AUTRES		
						PS	PT	S	PT	S	TM	P	S	TM
1	MILMEANT-COUME DE SEIGNAC	Cu, Fe	2 X 4001											
2	PUYMORENS	Fe	8 X 4001	PUYMORENS						X				X

*Synthèse des Pyrénées orientales - Gîtes minéraux*

MONT-LOUIS (1894)														
N°	NOM DE L'INDICE	SUBSTANCES	N° BSS	PROSPECT BRGM	N° PROSPECT	TRX INV.			TRX B R G M			TRX AUTRES		
						PS	PT	S	PT	S	TM	P	S	TM
1	COURTAL	Cu,Pyr,U	1 X 4001											X
2	ETANG D'EROUN	U	2 X 4001											
3	LE PINET	Fe	2 X 4002											
4	EN BEYS	Cu,As,U	2 X 4003					X						
5	ETANG D'EN BEYS	W	2 X 4004					X						
6	SERRAT DEL BOSC NEGRE	W	4 X 4001			X						X		

Synthèse des Pyrénées orientales - Gîtes minéraux

PRADES (1095)														
N°	NOM DE L'INDICE	SUBSTANCES	N° BSS	PROSPECT BRGM	N° PROSPECT	TRX INV.			TRX B R G M			TRX AUTRES		
						PS	PT	S	PT	S	TM	P	S	TM
01	ALS PELATS	Au,As	1 X 4002				X							
02	BALATG	Fe	8 X 4002											X
03	CANAVEILLES	Cu	5 X 4001											
04	CASTEIL-ALZINA	Ba	7 X 4021											
04.1	CASTEIL-LA LAITERIE	F,Fe,Ba	7 X 4012				X							X
04.2	CASTEIL-ROC SAINTE MARIE	Fe,Ba	7 X 4020											
05	COL DE JUAL	Pb,Zn,F	4 X 4013											
06	COL DE LA LLOSA-EST	Fe	6 X 4006											X
07	COL DE LA TRUJA	Pb,Zn,F	7 X 4022						X					
08	COL DES MILLERES	F,Ba	7 X 4023						X					
09	CORTALETS	W	8 X 4004									X		
10	EN BERTRAND (RAVIN D')	Au,As	2 X 4005	NOREDES		X	X							
11	ESCARO-EST	F	6 X 4002											X
11.1	ESCARO-OUEST-NORD (PLA DE	F	6 X 4001											X
11.10	ESCARO-OUEST-NORD (PLA DE	F	6 X 4019											X
11.11	ESCARO-SUD(COL DE LA LLOSA	Fe	6 X 4005											
11.2	ESCARO-OUEST-NORD (PLA DE	F	6 X 4011											X
11.3	ESCARO-OUEST-NORD (PLA DE	F	6 X 4012											X
11.4	ESCARO-OUEST-NORD (PLA DE	F	6 X 4013											
11.5	ESCARO-OUEST-NORD (PLA DE	F	6 X 4014											X
11.6	ESCARO-OUEST-NORD (PLA DE	F	6 X 4015											X
11.7	ESCARO-OUEST-NORD (PLA DE	F	6 X 4016											X
11.8	ESCARO-OUEST-NORD (PLA DE	F	6 X 4017											X
11.9	ESCARO-OUEST-NORD (PLA DE	F	6 X 4018											X
12	ESCOUMS (BERGERIE)	F,Fe,Pb,Zn	6 X 4003											
13	ESTHOHER-MAS BOURDISSE	Fe,As,Au	4 X 4005	PUIG DE MAUROUS										
14	LA COUME-2	F	4 X 4003	PUIG DE MAUROUS			X					X		X
14.1	LA COUME-2	W	4 X 4006											
15	LA COUME-BAILLESTAVY	Fe,F	8 X 4001											X
16	LA FAGE	Fe	4 X 4011											X
17	LA JASSE DE RIBES-1	Au,As	1 X 4003				X							
17.1	LA JASSE DE RIBES-2	Silicate Al	1 X 4004				X							
18	LA MENER DE L'OR	Au	8 X 4003									X		
19	LA PLANAL	As	4 X 4007	PUIG DE MAUROUS										
20	LAS BASSES	Fe	7 X 4015											X
21	LAS MOULLIERES-LARGE (RAIL	Fe	1 X 4001									X		
22	LE LLECH-1	Fe,Pb,Zn,F	4 X 4004									X		X
22.1	LE LLECH-2	Pb,Zn,F	4 X 4002									X		
23	LE SALVE	Pb,Zn,F	4 X 4001											
24	LES COULOMINES	F,Ba	3 X 4007											
25	LES CREUS	F,Ba	6 X 4010											X
26	LES EMBOLLAS-1	P	2 X 4010											X
26.1	LES EMBOLLAS-2	Mn	2 X 4011											X
26.2	LES EMBOLLAS-3 CAMP DEL GA	Talc	3 X 4003											X
26.3	LES EMBOLLAS-4	P	3 X 4006											
27	LES MENERS-PUITS VERMEILLE	Pb,Zn,Cu	3 X 4001			X								X
28	LES TALLADES	Be	7 X 4027											
29	LO NARET (LES FERRERES)	Au,As	4 X 4009	PUIG DE MAUROUS		X	X							X
30	LO SALVER (GITE DU FOUR)	F,Pb	3 X 4002											X

Synthèse des Pyrénées orientales - Gîtes minéraux

PRADES (1095)														
N°	NOM DE L'INDICE	SUBSTANCES	N° BSS	PROSPECT BRGM	N° PROSPECT	TRX INV.			TRX B R G M			TRX AUTRES		
						PS	PT	S	PT	S	TM	P	S	TM
31	LOS INFANTES	As, Au	6 X 4020	NYER			X							
32	MALBAOUR	As, Au	2 X 4008	NOHEDES		X	X							
33	MAS D'EN TAIX, MAS RACOLE	W	4 X 4012											
34	NYER-1 LES TALLATS	As	6 X 4007											
34.1	NYER-2 CHAPELLE DE LA ROQU	Zn	6 X 4008				X							
34.2	NYER-FARGA NOVA (JEU DE BO	Au, As	6 X 4021	NYER			X							
35	PRAT BALAGUER	Be	5 X 4002											
36	PUIG DEL ROUCATE-(RAVIN DE	W	2 X 4001									X		
36.1	PUIG DEL ROUCATE-LA SARDAN	W	2 X 4002									X		
36.2	PUIG DEL ROUCATE-LA SARDAN	W	2 X 4003									X		
36.3	PUIG DEL ROUCATE-LA SARDAN	W, As, Sb	2 X 4004									X	X	
37	PUIG DES MAUROUS(RAVIN D'E	As, Au	4 X 4010	PUIG DE MAUROUS		X	X							X
38	ROC NEGRE	F, Ba	6 X 4009											
39	SAHORRE-COL DE VERNET	F, Ba	7 X 4018											
39.1	SAHORRE-COL DE LAS MANCHES	F	7 X 4009											
39.10	SAHORRE-RUE AMEDEV PARIS	F, Ba	7 X 4019											
39.2	SAHORRE-FALGUES	F	7 X 4006				X							X
39.3	SAHORRE-GITE ACEZAT	F	7 X 4025											X
39.4	SAHORRE-GITE SICART	F	7 X 4024											X
39.5	SAHORRE-GRAND GITE	Fe	7 X 4010											X
39.6	SAHORRE-HAUTS FOURNEAUX DE	F	7 X 4011											
39.7	SAHORRE-LA CHATAIGNERAIE	Fe	7 X 4014											X
39.8	SAHORRE-PLA D'AMONT	F	7 X 4013											X
39.9	SAHORRE-PONT DE ROTJA	F, Fe	7 X 4007											
40	SAINT JEAN DE SANES	W	4 X 4008	VILLERACH		X								
41	SERRAT DE FALGUERES (SAINT	F	7 X 4008											
41.1	SERRAT DES FALGUERES	F	7 X 4026						X					
42	SOLA DEL GRAUS	Cu	5 X 4003											X
43	TAURINYA-LA SOCCARADE	Fe	3 X 4005											X
44	THORRENT-CHATEAU	F, Fe	7 X 4003											
44.1	THORRENT-CHATEAU	F, Ba	7 X 4017											
44.2	THORRENT-GITE VIDAL	F, Fe	7 X 4001											X
44.3	THORRENT-LA TOUME	F, Fe	7 X 4002											X
44.4	THORRENT-LASSADE	F, Fe	7 X 4004											
44.5	THORRENT-ROC COULAT	Fe, F, Ba	7 X 4005											
45	AYTUA-THORRENT-1	Fe	6 X 4004											X
46	CANIGOU	Be	7 X 4016											



Synthèse des Pyrénées orientales - Gîtes minéraux

CERET (1096)														
N°	NOM DE L'INDICE	SUBSTANCES	N° BSS	PROSPECT BRGM	N° PROSPECT	TRX INV.			TRX B R G M			TRX AUTRES		
						PS	PT	S	PT	S	TM	P	S	TM
01	BASSOTE-ROUTE DE CERET	Cu	7 X 4004	OMS		X			X	X				X
02	BATERE-AYGUES BLANQUES	Fe	5 X 4023											
02.1	BATERE-EL POU	Fe	5 X 4024											
02.2	BATERE-LA FOUN DE L'ANE	Fe	5 X 4025											
02.3	BATERE-LA PINOUSE SAINT MI	Fe	5 X 4014									X	X	X
02.4	BATERE-LAS CANALS	Fe	5 X 4027											
02.5	BATERE-LAS COUDAILLES	Fe	5 X 4026											
02.6	BATERE-LAS INDIS	Fe	5 X 4016									X	X	X
02.7	BATERE-LES MANEROTS	Fe	5 X 4013											
02.8	BATERE-PLA DE DALT	Fe	5 X 4011											X
02.9	BATERE-PUIG DE L'ESTELLE	Fe	5 X 4015											
02.10	BATERE-RAPALOM	Fe	5 X 4012									X	X	X
02.11	BATERE-ROQUES NEGRES-MEDIA	Fe	5 X 4020											
02.12	BATERE-ROQUES NEGRES-NORD	Fe	5 X 4022											
02.13	BATERE-ROQUES NEGRES-SUD	Fe	5 X 4021											
03	CAMELAS-MAS D'EN POUIL	Fe,Cu,Zn	2 X 4002	CAMELAS					X	X				X
04	CAN BORELLO-LA CASSOTE	Sb	6 X 4019	MONTAGUT		X								X
05	CAN PEYRE (RAVIN)	Fe,Cu,Ni	7 X 4001	MONTAGUT							X			
06	CASA DEL REY	Zn	5 X 4019						X					
07	CASTELNOU-MAS D'EN JON	Cu,Fe	3 X 4003											
07.1	CASTELNOU-MAS DE COUBRIS	Cu,Fe	3 X 4002											
07.2	CASTELNOU-MAS PABOLY	Cu,Fe	3 X 4001											X
08	CHAPELLE ST PONS	Au,As,Ag,Cu,W	2 X 4007	CHAPEL. ST PONS		X	X	X		X				
09	COL DE LA PALOMERE	Fe	5 X 4010											X
10	COL DE PRUNET	Fe	6 X 4035											
11	COL DE SOUILLS	Fe	2 X 4008											X
12	COSTE DE GALY	Fe	6 X 4029											
13	CROUANQUES 1	Au	6 X 4030	COL LA REDOUTE			X							
13.1	CROUANQUES 2	Pb,Zn	6 X 4031	COL LA REDOUTE			X							
13.2	CROUANQUES 3	Fe	6 X 4032	COL LA REDOUTE			X							X
13.3	CROUANQUES-TAULIS	Fe	6 X 4004	COL LA REDOUTE		X								
14	PONCOUVERTE (MAS VICENS)	Pb,Cu,Zn,Ba	2 X 4001											X
14.1	PONCOUVERTE (MAS VICENS)	Pb	2 X 4003											
15	PORNAS	Fe	7 X 4010	MONTAGUT		X					X			
16	GLORIANES - MAS POUCHAS	Au,As,Fe,W	1 X 4007	PER CASEFABRE		X			X					X
16.1	SERRABONNE	Au,As,W,Fe	1 X 4012	PER CASEFABRE		X								X
16.2	GLORIANES - ST ESTEVE	Au,As,Fe	1 X 4002	PER CASEFABRE		X	X							
16.3	GLORIANES FILON 1	Au,As	1 X 4006	PER CASEFABRE										
16.4	GLORIANES FILON 2	Au,As	1 X 4013	PER CASEFABRE										
16.5	GLORIANES FILON 3	Au,As,W	1 X 4014	PER CASEFABRE										
16.6	GLORIANES-COL DE LA CROIX	Au,As	1 X 4010	PER CASEFABRE		X								
16.7	GLORIANES-COL DE ST EST	Au,As	1 X 4004	PER CASEFABRE		X			X					X
16.8	GLORIANES-LA GAROUILLE N	Au,As	1 X 4003	PER CASEFABRE		X								
16.9	GLORIANES-LA GAROUILLE S	Au,As	1 X 4005	PER CASEFABRE		X			X					
16.10	GLORIANES-MAS DE L'ALZINE	Au,As	1 X 4009	PER CASEFABRE		X								
16.11	GLORIANES-RADANDE	Au,As	1 X 4008	PER CASEFABRE		X								
16.12	GLORIANES-ROC DE MIRAILLES	Au,As	1 X 4001	PER CASEFABRE		X								
16.13	GLORIANES-VILLAGE	Au,As	1 X 4011	PER CASEFABRE		X								
17	L'ARGENTERIE	Fe	5 X 4017											X

*Synthèse des Pyrénées orientales - Gîtes minéraux*

CERET (1096)														
N°	NOM DE L'INDICE	SUBSTANCES	N° BSS	PROSPECT BRGM	N° PROSPECT	TRX INV.			TRX B R G M			TRX AUTRES		
						PS	PT	S	PT	S	TM	P	S	TM
18	L'ESPINASSE	Zn	5 X 4030											
19	L'ESTANHYOT	Cu	8 X 4006											
20	LA CALCINA (RAVIN)	Cu, Ni, Fe	7 X 4007											X
21	LA COUME	W	5 X 4029											
22	LA GUARDIA	Sb	7 X 4006	MONTAGUT		X					X			
23	LA ROQUETTE	Pb	6 X 4038						X					
24	LE MANES	Fe	6 X 4034											X
25	LES MOULIERES	F	8 X 4002	MAS PACHETTE					X					X
26	LLAUROS-POURQUES-COL DU SA	Cu	7 X 4009	MONTAGUT		X								
27	MAS BORDE-RAVIN DE CAUME	Fe, Zn	7 X 4011											
28	MAS CANE 1	Fe	6 X 4036											
28.1	MAS CANE 2	Sb	6 X 4037											
29	MAS D'EN PASCALOU	W	5 X 4002									X		
30	MAS DELOM	Sb	8 X 4004											
31	MAS DELONGE	U	2 X 4004											
32	MAS DES CABANATS	Fe	5 X 4009											X
33	MAS MASSINETTE	Cu	7 X 4002	TAILLET		X					X			
34	MAS MORER-MAS DEL REY 1	Fe, Ba	5 X 4001											
35	MAS PACHETTE	F	8 X 4001	MAS PACHETTE					X					X
36	MONTAURIOL-PEYRES BLANQ.	Sb, Au	3 X 4005	PEYRES BLANQUES		X	X	X						
37	MONTBOLO-LES BERNEDES	Zn, Pb	6 X 4003	MONTBOLO						X				X
37.1	MONTBOLO-BARBASTE-1	Zn	6 X 4022	COL LA REDOUTE		X								
37.2	MONTBOLO-BARBASTE-2(RAVIN)	Zn, Pb	6 X 4023	MONTBOLO										
37.3	MONTBOLO-BARBASTE-3(RAVIN)	Zn, Pb	6 X 4024	MONTBOLO										
37.4	MONTBOLO-BARBASTE-4(RAVIN)	Zn, Pb	6 X 4025	MONTBOLO										
37.5	MONTBOLO-BARBASTE-5(RAVIN)	Zn, Pb	6 X 4026	MONTBOLO										
37.6	MONTBOLO-MANDASTRE	Zn	6 X 4001	MONTBOLO						X				X
38	MONTOU	Mn	2 X 4005											
39	OMS 2 RAVIN DROUILLE	Cu, Zn, Ni	7 X 4003	OMS					X	X				
39.1	OMS-EST (ROUTE DE CERET)	Cu	7 X 4005	OMS						X				X
40	PALALDA	Fe	6 X 4017	COL LA REDOUTE		X								
41	PICATERE	Pb	8 X 4005											
42	PIXEROT (GUILLERES-EST)	Ba, Zn, Pb	5 X 4008	PIXEROT					X					
42.1	PIXEROT - GUILLERES	Ba, Zn, Pb, F	5 X 4007	PIXEROT					X					X
42.2	PIXEROT - MAS PONS	Ba, Zn, Pb, F	5 X 4005	PIXEROT										X
42.3	PIXEROT - VALMANYA	Ba, Zn, Pb, F	5 X 4004	PIXEROT					X					X
43	PLA DEL MANE	Pb, Zn, Cu, Ba, Ni	7 X 4008											X
44	PONT DE FER	Au, As	5 X 4031				X							
45	PUIGS DELS ALTS	U	1 X 4015											
46	RABOLLEDES	Fe	5 X 4003											X
47	ROC BLANC	Fe	5 X 4028											X
48	ROC CATRI	Fe	8 X 4003											
49	ROC JALERE	W, F, Zn	6 X 4010	ROC JALERE										
49.1	ROC JALERE	W, Fe	6 X 4033	ROC JALERE					X	X				
49.2	ROC JALERE CAN CARBONELL	W, F, Fe	6 X 4007	ROC JALERE					X	X	X			
49.3	ROC JALERE-LA BALME	W, F, Fe	6 X 4020	ROC JALERE					X	X	X			
49.4	ROC JALERE-MAS COQUINET	W, Zn	6 X 4006	ROC JALERE					X	X	X			
49.5	ROC JALERE-MAS SAGE	W, F	6 X 4008	ROC JALERE					X	X	X			
49.6	ROC JALERE-PUIG DE LLUNAS	W	6 X 4011	ROC JALERE		X			X	X	X			

Synthèse des Pyrénées orientales - Gîtes minéraux

CERET (1096)												
N°	NOM DE L'INDICE	SUBSTANCES	N° BSS	PROSPECT BRGM	N° PROSPECT	TRX INV.			TRX B R G M			TRX AUTRES
						PS	PT	S	PT	S	TM	P   S   TM
50	ROC MALLOU 1	Fe	6 X 4027						X			X
50.1	ROC MALLOU 2	W	6 X 4028						X			
51	SAINT MARSAL	Fe	6 X 4021									
52	SAINT MAURICE	Cu	2 X 4006									X
53	SAINT VINCENT	Fe	5 X 4032									X
54	SAINT COLOMBE	Mn	3 X 4004									
55	TAILLET-MAS MASSINAT	Cu, Fe	6 X 4015	TAILLET					X		X	
55.1	TAILLET-N.D.DE ROURE	Cu	6 X 4016	TAILLET					X		X	
55.2	TAILLET-NE	Cu	6 X 4012	TAILLET								
55.3	TAILLET-RAVIN D'EN BLANC	Cu	6 X 4014	TAILLET		X			X	X	X	
55.4	TAILLET-RAVIN D'EN JULIA	Cu, Fe	6 X 4013	TAILLET		X			X			
56	TAULIS	W	6 X 4005	COL LA REDOUTE								

Synthèse des Pyrénées orientales - Gîtes minéraux

SAILLAGOUSE (1098)												
N°	NOM DE L'INDICE	SUBSTANCES	N° BSS	PROSPECT BRGM	N° PROSPECT	TRX INV.			TRX B R G M			TRX AUTRES
						PS	PT	S	PT	S	TM	P   S   TM
1	LA TOUR DE CAROL	Zn, Fe	2 X 4001									
3	OSSEJA LES CLOSES	Cu	3 X 4001									X
2	L'ARTIGA	Cu	3 X 4003									
4	SERRA DE L'ARTIGUE	Fe	3 X 4004									
5	COTZE	Fe	3 X 4005									
6	PONT DE SEGRE	Fe	4 X 4001									X

*Synthèse des Pyrénées orientales - Gîtes minéraux*

PRATS DE MOLLO (1099)															
N°	NOM DE L'INDICE	SUBSTANCES	N° BSS	PROSPECT BRGM	N° PROSPECT	TRX INV.			TRX B R G M			TRX AUTRES			
						PS	PT	S	PT	S	TM	P	S	TM	
01	BAC DE LA GUILLE-LE CORAL	Cu	8 X 4003	COSTABONNE										X	
02	CAN POUBIL	Ba,Cu	8 X 4002												X
03	CAN SALA	P	4 X 4002						X						
04	CARANCA	Cu	1 X 4001												
05	COL DE SIERN-PLANA NERA	W	3 X 4008										X	X	
06	COSTABONNE	W	3 X 4001						X	X	X				
07	EL FRIGOULE	P	3 X 4005						X						
08	FINESTROL	W	3 X 4009					X							
09	PONT DE L'ARTIGUE D'EN FRA	-	3 X 4010												X
10	L'AYADE	-	3 X 4011												X
11	L'ESTANY DE CARANCA	-	1 X 4003											X	
12	L'ESTANYOL	-	1 X 4002											X	
13	LA PRESTE-1	Cu	3 X 4007											X	
14	LA PRESTE-2 LA SOULANE	Cu	3 X 4006											X	
14.1	LA PRESTE-3	Cu	3 X 4003											X	
14.2	LAMANERE-GAPPE LLOUPS	Zn,Pb,Au	8 X 4006	LA MANERE			X	X	X					X	
15	LE SOULE	Ba	8 X 4005						X						
16	LES BESSOS	Cu	1 X 4004												
17	LES CAMPOUSSES	Cu	3 X 4012				X								
18	PARACOLL	U	3 X 4004												
19	PEYRAFEU	Cu,Bi,Pyr	3 X 4002	COSTABONNE					X						
20	PLA DE LAS TAULAS	Pb,Cu,Ba,Ag	8 X 4004											X	
21	PUIG CABRES	Zn,Fe	4 X 4001	PEYRE BLANQUE		X	X		X	X				X	
22	PUIG COLOMB	Zn,Pb,Ag	4 X 4004	GIRONELLA		X	X					X		X	
23	PUIG DES MAURES	Zn	4 X 4003						X						

Synthèse des Pyrénées orientales - Gîtes minéraux

ARLES/TECH (1100)														
N°	NOM DE L'INDICE	SUBSTANCES	N° BSS	PROSPECT BRGM	N° PROSPECT	TRX INV.			TRX B R G M			TRX AUTRES		
						PS	PT	S	PT	S	TM	P	S	TM
01	ARLES SUR TECH-VILLAGE	U	2 X 4002											
02	CAN PEY	Zn,Pb	1 X 4008	CAN PEY									X	X
02.1	CAN PEY (GALERIE-1)	Cu	1 X 4007	CAN PEY										X
02.2	CAN PEY (GALERIE-2 ET 2-B)	Zn	1 X 4004	CAN PEY					X					X
02.3	CAN PEY (GALERIE-20-FILONS)	Zn,F	1 X 4006	CAN PEY										X
02.4	CAN PEY (GALERIE-21)	Zn	1 X 4005	CAN PEY										X
03	COUSTOUGES	Cu,Ba	6 X 4002											X
03.1	COUSTOUGES-COMAIL DE L'ORR	Cu	5 X 4007											X
03.2	COUSTOUGES-FONT D'AVALL	Cu	6 X 4003											X
03.3	COUSTOUGES-LES COSTES	Cu	6 X 4001											X
04	FALGOS (CHEMIN DE)	Cu	5 X 4004											X
05	LANANERE-CAN REYNET	Cu	5 X 4006											X
05.1	LANANERE-CAP DE CA	Cu,Ba,Pyr	5 X 4002											X
05.2	LANANERE-EN BOURREC	Pb,Ba,Ag,Cu,Zn	5 X 4001											X
05.3	LANANERE-LA PINEDE	Cu	5 X 4005									X		
06	LECA 1	W	1 X 4009	PLA DE COMA		X								
06.1	LECA 2	Fe	1 X 4010	PLA DE COMA		X								
07	MAS DE LA MAURE	Cu,Ni	3 X 4008						X	X				
08	MAS LAMOUR ET MAS PARER	Talc	3 X 4010											X
09	MAS PATAU	W	3 X 4005						X					
10	MONTFERRER-LE CASTELL	As	1 X 4003	PLA DE COMA		X								X
11	MONTNER	Hg	2 X 4001	MONTNER					X	X				
12	PUIG CABRES	Zn,Pb	1 X 4002	AYGUE BLANQUE			X							
13	REYNES-1 (PALALDA)	Fe	3 X 4003											X
13.1	REYNES-2	Talc	3 X 4006											X
13.2	REYNES-CANADEILS	F	3 X 4001	REYNES					X	X				
13.3	REYNES-MAS CRISTOPHE	F	3 X 4004	REYNES					X					
13.4	REYNES-MAS LABELLA	F	3 X 4002	REYNES					X					
14	RIVEMALE	Pb,Zn	2 X 4003											X
15	ROC CORDE	Talc	4 X 4001											
16	SERRALONGUE-SO	Pb	1 X 4001											
17	MAS-BOURRECH	Talc	3 X 4007											X

RÉALISATION BRGM

impression et façonnage :  
SERVICE REPROGRAPHIE



