

**BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES**

**SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL**

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

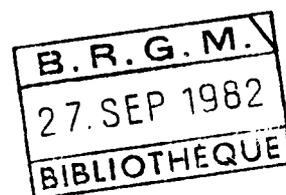
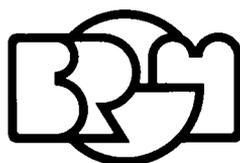
**INVENTAIRE ET TYPOLOGIE DES MINÉRALISATIONS  
DU PALÉOZOÏQUE DES PYRÉNÉES**

**Zone Nord et Est de Bassies**

**(France)**

par

**G. POUIT**



**Département gîtes minéraux**

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

Rapport du B.R.G.M.

**82 SGN 668 GMX**

**Août 1982**

- S O M M A I R E -

- I - Introduction
  
- II - Inventaire des minéralisations.
  - 1. Cadre géologique
  - 2. Inventaire du massif de l'Arize
  - 3. Inventaire du massif de St Barthélémy
  - 4. Inventaire du massif des Trois Seigneurs
  - 5. Inventaire de la bordure Nord du granite d'Aston
  
- III - Typologie des minéralisations.
- IV - Conclusions ; comparaison avec les Pyrénées Centrales à zonalités.
- V - Bibliographie.

- LISTE DES FIGURES -

- II-1 - Lithologie et minéralisations dans les Pyrénées Centrales.
- II-2 - Cadre géologique des Pyrénées du Nord du granite de Bassiès.
- II-3- Géologie et minéralisations au Nord et Est de Bassiès, Pyrénées.
- II-4 - Lithostrigraphie du Paléozoïque de Rancié.
- II-5 - Successions ordoviciennes et dévoniennes dans la terminaison NW du dôme de Pallaresa.

- R E S U M E -

L'inventaire effectué avait pour but de préciser et d'étendre les observations effectuées sur les minéralisations exhalatives sédimentaire des Pyrénées Centrales en particulier du Paléozoïque. Il a permis aussi d'établir une typologie détaillée des indices et anciennes mines de ce secteur à minéralisations polymétalliques hétérotypes et hétérochrones. Quatre phases métallogéniques peuvent être plus ou moins bien distinguées : paléozoïque et permotriasique à minéralisations syngénétiques ; hercynienne et pyrénéenne à minéralisations épigénétiques.

Comparativement aux Pyrénées Centrales, on retrouve bien des types semblables au Paléozoïque (Ordovicien et Dévonien) mais en général moins importants et nombreux. En outre, il existe des zonalités avec ici une plus grande importance du Fe-Mn comparativement aux métaux de base. En même temps, le volcanisme inconnu à l'Ordovicien et au Dévonien apparaît au Dévono-Dinantien. Enfin, d'une manière générale, le caractère instable de l'environnement des minéralisations stratiformes est moins marqué ou même non reconnu. En revanche, il apparaît des minéralisations, surtout Ba-Cu, et Fe-Mn à la base de la couverture mésozoïque en même temps que du volcanisme.

En dehors de Fe-Mn, cette zone semble présenter moins d'intérêt pour les gisements sulfurés à métaux de base que les Pyrénées Centrales, avec cependant des exceptions pour certains indices qui mériteraient des études plus détaillées (Les Abères, par exemple). En outre, il existe des possibilités dans la base de la couverture mésozoïque qui restent elles aussi à mieux évaluer.

# Inventaire et typologie des minéralisations

## du Paléozoïque des Pyrénées

(zone Nord et Est de Bassies)

G. Pouit

### I - INTRODUCTION

Cette étude avait pour objectif d'étendre et de préciser les résultats importants et nouveaux acquis sur les minéralisations exhalatives sédimentaire du Paléozoïque des Pyrénées Centrales. Elle devait permettre aussi de mieux définir des zonalités à l'échelle pyrénéenne et de fixer des objectifs nouveaux de recherche minière.

Rappelons que les résultats fondamentaux acquis dans les Pyrénées Centrales, à partir d'une typologie des minéralisations en relation avec la lithologie et les changements latéraux de faciès, étaient les suivants (action concertée BRGM, DGRST, Aye Pouit 1981).

- Différents faciès dans l'Ordovicien et le Dévonien ont été bien caractérisés et spatialement localisés, permettant d'établir une géologie prévisionnelle régionale et locale. L'utilisation de cette dernière a permis d'inventorier plus d'une centaine d'indices importants, pour la majorité non connus.

- Les faciès favorables minéralisés sont caractérisés principalement par le milieu instable de dépôt, en relation avec un jeu synsédimentaire de failles dont on peut observer le rejeu ultérieur (hercynien et/ou alpin). Corrélativement, mais pas nécessairement en relation spatiale dans le temps et l'espace avec les minéralisations, des manifestations volcaniques acides et surtout basiques ont été mises en évidence,

- Au sein des faciès favorables, les niveaux porteurs de minéralisation ont été bien calés dans la lithostratigraphie, définissant des guides plus locaux de prospection. On note que la nature lithologique des formations encaissantes de la minéralisation est très variable suivant les secteurs, en relation surtout avec le milieu instable du dépôt (horst et graben, bassin subsident, horst émergé ou non, etc.).

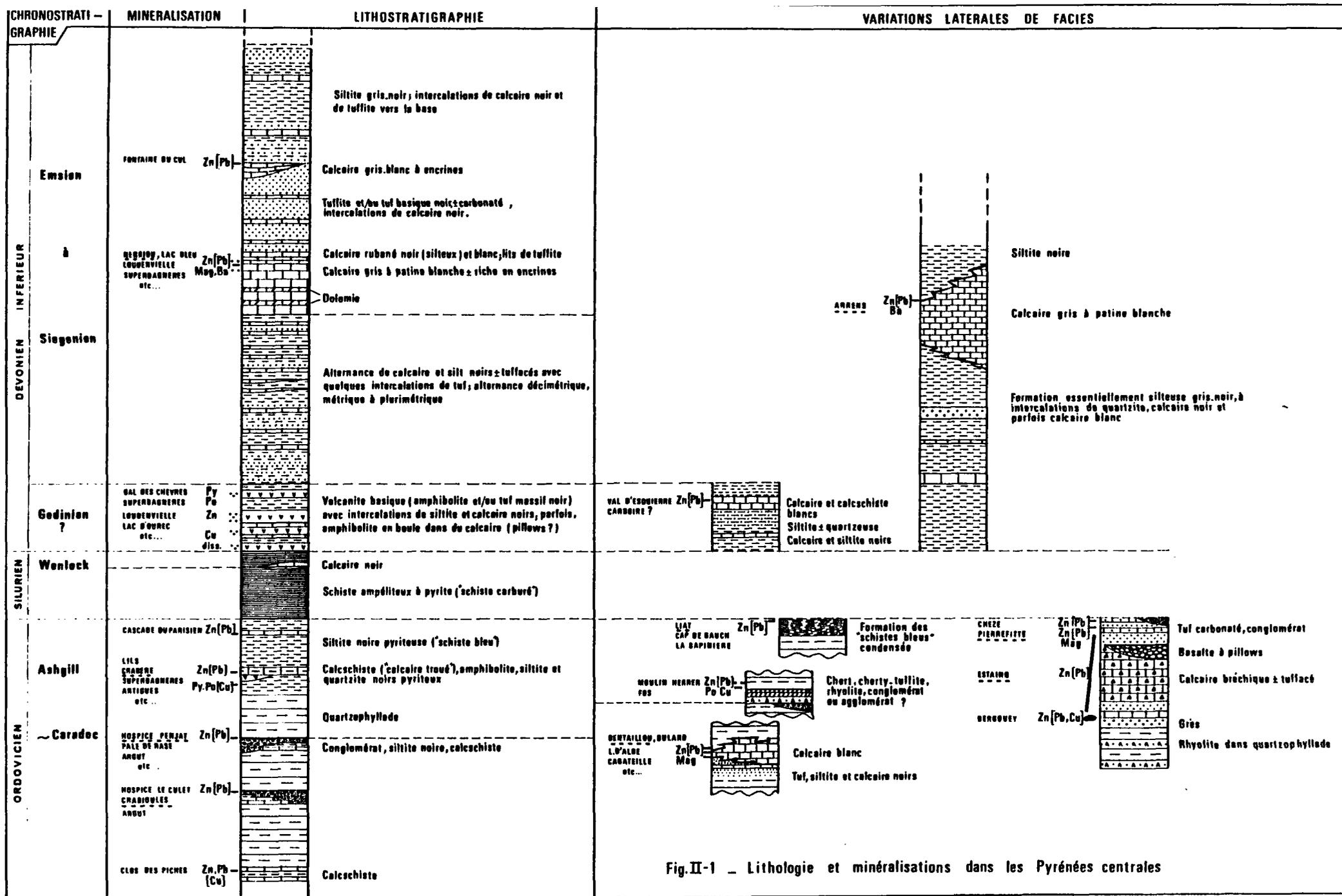


Fig. II-1 - Lithologie et minéralisations dans les Pyrénées centrales

- Les "faciès" de la minéralisation montrent une grande homogénéité à toutes les échelles et, en particulier, dans l'association minéralogique qualitative des minéraux majeurs et traces. Cependant des différences existent aussi soit quantitativement pour les minéraux soit dans la morphologie d'ensemble des minéralisations. Ainsi, les minéralisations de l'Ordovicien sont en amas puissants et longs tandis que celles de Dévonien sont en couches très étendues et plus riches en baryum.

- Des modèles minéralisés montrant les relations entre minéralisation et paléogéographie ont pu être bien reconstitués à l'Ordovicien. L'un de ceux-ci se retrouve dans le Dévonien. On note aussi, fait important pour argumenter l'origine exhalative (ou hydrothermale) sédimentaire de ces minéralisations, l'existence - à l'Ordovicien - d'une association de minerais concordants et sécants dont la mise en place est pénécotemporaine de la sédimentation.

- Certains caractères généraux (présence de magnétite, abondance des minéraux traces) ou locaux (présence de manifestations volcaniques et/ou proximité de paléostructures) semblent contrôler les minéralisations plus riches.

- L'ensemble de ces données permet d'argumenter l'origine hydrothermale sédimentaire des minéralisations encaissées dans le Paléozoïque des Pyrénées Centrales. Il est bien reconnu maintenant qu'un tel type de minéralisation présente une importance économique particulière et constitue un objectif spécialement favorable de recherche minière.

- Dans une classification des minéralisations hydrothermales sédimentaires (G. Pouit, 1980), celles des Pyrénées Centrales apparaissent comme en général distales par rapport au volcanisme et aux griffons en particulier dans l'espace et parfois le temps.

La localisation des niveaux porteurs, dans les zones présentant une lithologie favorable, sont synthétiquement indiqués sur la figure II.1. C'est à partir de ces données et tenant compte du métallotect principal que constitue une instabilité synsédimentaire pouvant se traduire de façon très variable dans la lithologie, que nous avons entrepris l'inventaire et la typologie des minéralisations situées à l'Est et au Nord de la zone déjà étudiée des Pyrénées (fig. II-3).

## II. INVENTAIRE DES MINERALISATIONS

Du point de vue géologique, on retrouve -comme dans les Pyrénées Centrales- des formations paléozoïques allant du Cambro Ordovicien au Carbonifère et des intrusions de granites hercyniens (Bassiès, Aston, Oust, St Barthélémy). Toutefois, le domaine étudié présente deux particularités : (fig. II-2) : d'une part, il se situe en bordure et au Nord de l'accident Nord pyrénéen; d'autre part, la couverture mésozoïque y est bien représentée, souvent en contact faillé avec le socle paléozoïque. Nous verrons que ces deux particularités reflètent très probablement une paléogéographie différente qui se traduit aussi dans la typologie et la métallogénie des minéralisations.

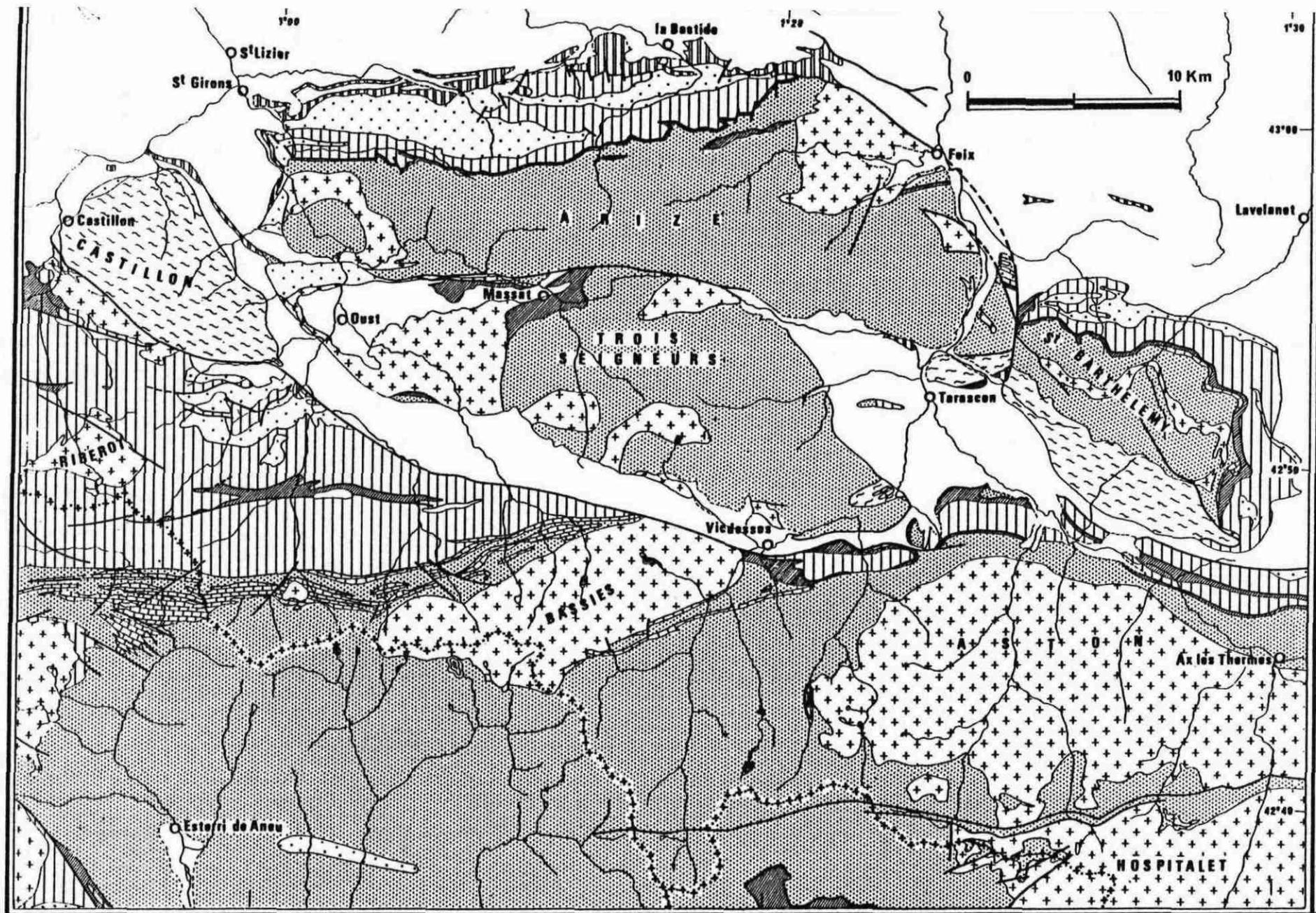


Fig.II-2. Géologie des Pyrénées au Nord du granite de Bassies  
(d'après H. S. Zwart, 1972)

## 1. Cadre géologique

On retrouve, comme dans les Pyrénées Centrales, des *dômes de Cambro-Ordovicien* où se localisent préférentiellement les intrusions granitiques hercyniennes : dômes de l'Arize - St Barthélémy et des Trois Seigneurs. Les séries cambro ordoviciennes détritiques fines sont assez monotones, constituées essentiellement de schistes et quartzites. Vers le sommet, on retrouve parfois des niveaux lithologiques repères : lentilles carbonatées (Caradoc) schistes troués (Ashgill) et schistes fins sombres passant, au sommet, aux shales noirs pyriteux dits "carburés" du Silurien. Comme dans les Pyrénées Centrales, mais avec un développement plus important, les intrusions hercyniennes de granites produisent un métamorphisme de contact semi-régional avec apparition de surfaces étendues de micaschistes à silicates alumineux.

Bien que le recouvrement végétal ne permette pas d'effectuer de nombreuses coupes détaillées, il apparaît que deux caractères - importants pour les minéralisations des Pyrénées Centrales - sont différents :

- absence de manifestations volcaniques,
- absence ou importance beaucoup moins grande, de changements brutaux et locaux de faciès, caractéristiques d'un milieu instable de sédimentation (calcaire type Bentaillou, conglomérats intraformationnels, etc..).

Le *Dévonien* est constitué de formations silteuses et carbonatées alternantes et assez monotones. Il s'agit le plus souvent de calcschistes dans lesquels s'individualisent parfois des barres plus massives de calcaires et/ou dolomies. Le Dévonien supérieur est mieux individualisé lithologiquement par le faciès de "calcaires griottes" dont lequel des minces passées de laves et de tufs ont été reconnues (Bouladon et al 1965). Nous ferons déjà remarquer ici que, contrairement aux Pyrénées Centrales, le Dévonien inférieur et moyen ne montre pas de changements locaux importants et nombreux de faciès, sauf dans le secteur de Viçdessos où apparaît un calcaire dolomitique sub récifal avec d'importants amas de sidérose à traces de sulfures.

Le *Carbonifère* est représenté, comme dans l'ensemble des Pyrénées par des schistes et quartzites fins monotones, avec des lydiennes dans le Viséen auxquelles sont associées aussi des manifestations volcaniques tuffacées (J. Bouladon et al., 1963).

Une autre particularité de la zone étudiée, comparativement aux Pyrénées Centrales, est l'existence d'une *couverture mésozoïque* bien développée sur la bordure Nord du Massif de l'Arize et souvent pincée le long de l'accident Nord Pyrénéen : vallées de Viçdessos, Ax les Thermes et Massat. Cette couverture débute par des dépôts rouges permien avec des conglomérats, grès et argilites contenant localement des intercalations de basaltes. Le Trias est constitué de brèches carbonatées et dolomies du Muschelkalk puis des marnes à évaporites et d'ophite. Il se continue par le Jurassique carbonaté avec des niveaux tuffacés en particulier bêtangiens. Signalons déjà ici que cette séquence permo-triasique présente beaucoup d'analogies avec la base de la couverture mésozoïque du socle hercynien au Maroc, bien connue pour les nombreuses minéralisations de Fe, Mn, Cu, Pb, Zn qu'elle renferme (Emberger et al. 1966, Pouit 1980).

*Du point de vue tectonique*, on retrouve comme dans les Pyrénées Centrales, deux phases principales de déformations. La première, hercynienne, est responsable des principaux plis, d'axe 110-120°, et d'une schistosité de même direction. On retrouve aussi les grandes failles directionnelles mais moins nombreuses que dans les Pyrénées Centrales. Ce sont ces dernières qui ont rejoué au moment de la seconde phase pyrénéenne de déformation qui implique socle et couverture : accidents de Vicdessos - Ax les Thermes, Massat et Nord Arize. Ces accidents constituent les différentes branches de la faille Nord pyrénéenne ; nous verrons qu'ils sont en relation avec la paléogéographie et la métallogénie, indiquant par là qu'il s'agit sans doute d'accidents très précoces paléozoïques, avec des rejeux successifs aux différentes phases orogéniques.

Dans les dômes ordoviciens, les intrusions granitiques produisent un métamorphisme de contact, contemporain du métamorphisme général prograde syn-cinématique de basse pression (Castaing et al. 1976 ). Ce dernier affecte exclusivement le cœur des dômes ordoviciens avec successivement les zones à chlorite, biotite, andalousite, cordiérite, et localement sillimanite et sillimanite-feldspath avec début d'anatexie. En général, le sommet de l'Ordovicien, le Dévonien et le Carbonifère ont un degré de métamorphisme qui ne dépasse pas le faciès schiste vert.

*En conclusion*, les caractères géologiques généraux, importants du point de vue de la paléogéographie et des minéralisations comparativement aux Pyrénées Centrales, sont les suivants .

- L'instabilité synsédimentaire du dépôt de l'Ordovicien et du Dévonien inférieur à moyen, caractère typique des faciès minéralisés dans les Pyrénées Centrales, est ici beaucoup moins importante. Les faciès de ces deux étages sont monotones et montrent peu ou pas de changements latéraux et locaux de faciès ;

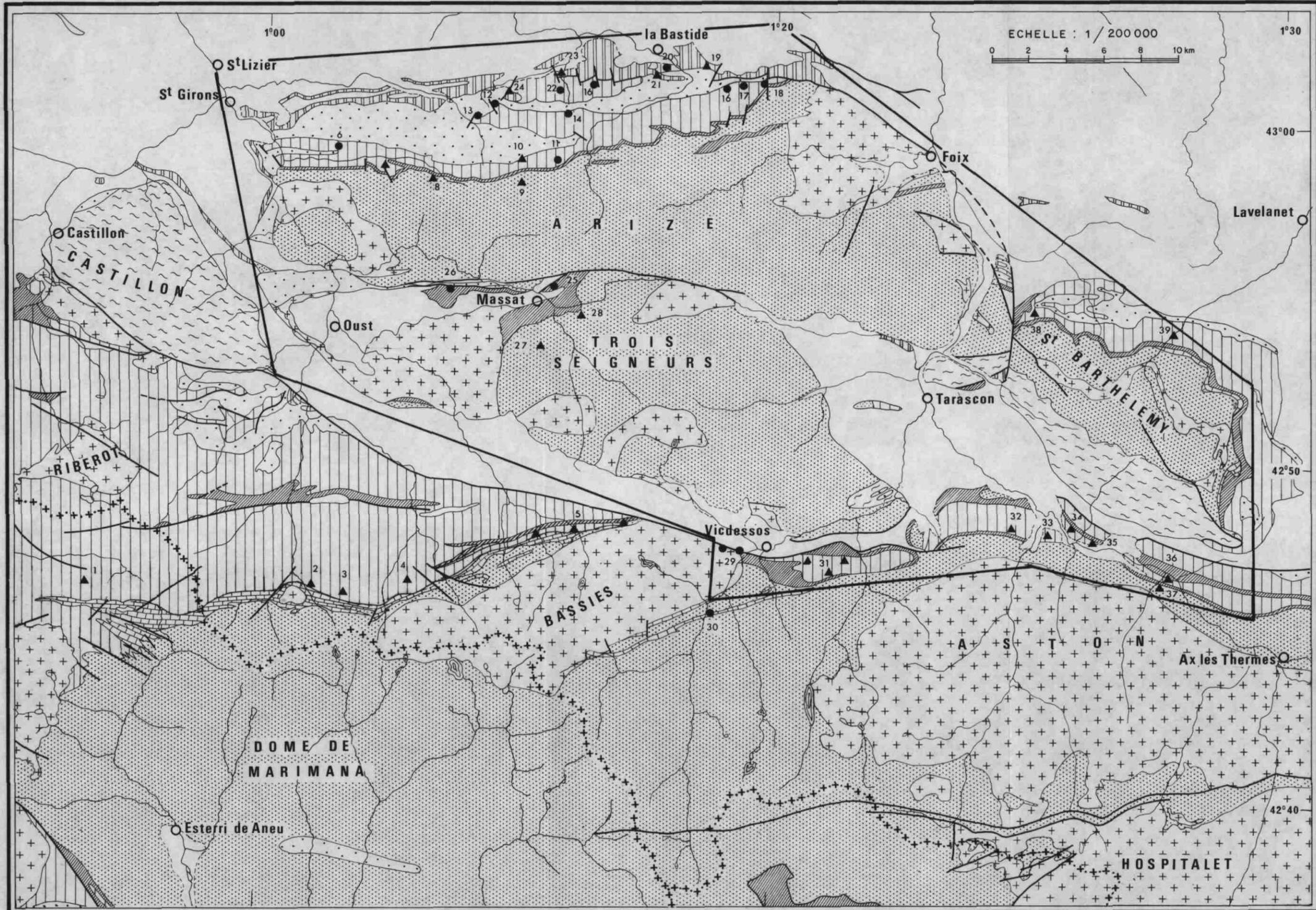
- Corrélativement, les manifestations volcaniques semblent se déplacer dans le temps : celles de l'Ordovicien et du Dévonien inférieur sont ici absentes -ou très discrètes et non reconnues- alors qu'il en apparaît de nouvelles dans le sommet du Dévonien et la base du Carbonifère ;

- Les failles directionnelles sont aussi moins nombreuses mais montrent un rejeu important en relation avec la déformation pyrénéenne ;

- La couverture mésozoïque est ici bien représentée et montre des manifestations volcaniques locales à sa base (basaltes et ophites) ;

- Les déformations sont les mêmes dans les deux secteurs mais le métamorphisme ainsi que la migmatisation des dômes ordoviciens sont plus intenses que dans les Pyrénées Centrales.

Nous verrons que certains de ces caractères expliquent la répartition et la typologie d'un certain nombre de minéralisations.



**LEGENDE**

**NOM ET NATURE DES MINERALISATIONS**  
(celles soulignées sont les plus importantes)

- 1 - Bonabé Zn,Pb
- 2 - Hoque Rabe Zn,Pb
- 3 - Saubé Zn,Pb
- 4 - Carboire Zn,Pb
- 5 - Aulus Zn,Pb
- 6 - Encourtiech Zn,Pb,Cu
- 7 - Rivernert Fe
- 8 - Les Abères Pb,Zn
- 9 - La Bèdole Zn,Pb
- 10 - Las Cabesses Mn
- 11 - Balès Cu,Zn
- 12 - Coumetorte Ba,Pb
- 13 - Sarrat de Miles Ba,Pb
- 14 - Fagnou-Rougé Cu,Pb,Zn
- 15 - Sud Atiels Cu,Pb
- 16 - Alzen Pb,Zn,Cu
- 17 - Lina-Balanca Cu,Pb
- 18 - Moncoustan Cu,Pb
- 19 - Montel-Les-Andreaux
- 20 - Lagarde Ba (Pb,Cu)
- 21 - La Tuilerie Ba
- 22 - Camel
- 23 - Buscaillère Ba,Cu (Pb)
- 24 - Micou Fe,Mn
- 25 - Las Baluces Pb
- 26 - Biech Zn,Pb
- 27 - Boates Zn,Pb
- 28 - Peyregude Zn,Pb
- 29 - Saleix Zn,Pb
- 30 - Ranet Cu
- 31 - Rancié Fe (Mn,Zn,Pb,F)
- 32 - Larcet Fe
- 33 - Château Verdun Fe (Pb,Zn)
- 34 - Verdun Fe (Pb,Zn,F)
- 35 - Albiès Fe (Pb,Zn)
- 36 - Lassur Fe
- 37 - Metairies de Vebré Zn,Pb,F
- 38 - Taitchougnès Zn,Pb
- 39 - Cadeillou Zn,Pb

**TYPE DE MINERALISATION**

- ▲ Stratiforme
- Penéconcordant et sécant

**POST TRIAS ET QUATERNAIRE**

**PERMO-TRIAS**

**CARBONIFERE**

**DEVONIEN**

**SILURIEN**

**ORDOVICIEN**

**GRANITE**

**MIGMATITES**

Zone d'étude

Fig.II-3 - GEOLOGIE ET MINERALISATIONS AU NORD ET A L'EST DE BASSIES, PYRENEES  
(Géologie d'après H.S. Zwart, 1972, modifiée M. Donnot, 1982)

## 2. Inventaire du massif de l'Arize

C'est le secteur qui contient le plus grand nombre d'indices, aussi bien dans le socle que dans la couverture.

a) *Dans l'Ordovicien*, on retrouve des indices stratiformes à Zn dominant sur Pb, associés à des formations siliceuses interstratifiées dans des schistes et quartzites plus ou moins calcaireux (Les Abères 8, La Bédole 9). Ces indices sont analogues à certains, nombreux mais peu importants, localisés dans le dôme de Bosost, à l'ouest du granite du Riberot (Argut, Pal de Raze, Pal Bidao, etc.). Cependant, on ne retrouve pas les faciès gréso-conglomératiques près de failles synsédimentaires, indicateurs d'un milieu instable de dépôt. On ne retrouve pas non plus d'indices du modèle Bentaillou, associés à des masses lenticulaires carbonatées et qui sont les plus importants du point de vue économique dans le dôme de Bosost. Une étude minéralogique succincte (E. Dudin, 1980) montre une association pyrite, blende, galène, chalcoppyrite, avec traces de mispickel, pyrrhotine et leucoxène. On ne retrouve pas les minéraux traces de Ge et Ga ainsi que la cassiterite, présents souvent dans les Pyrénées Centrales ; toutefois, des sulfosels, des minéraux d'argent (en particulier aux Abères) et de Ni-Co (ullmanite, gersdorffite) sont parfois présents.

L'ancienne mine des *Abères* (8) exploitée depuis l'époque romaine, était considérée jusqu'ici comme filonienne, alors qu'elle est stratiforme pour la plus grande partie. C'est l'un des indices de Zn riche en Pb et Ag le plus important du point de vue économique dans le secteur étudié. Malheureusement les galeries ne sont plus accessibles et le recouvrement de surface (éboulis, végétation) ne permet pas d'effectuer une étude détaillée de la minéralisation. Les caractères intéressants suivants méritent cependant d'être soulignés,

- La minéralisation se situe vers le sommet des "schistes bleus" de l'Ordovicien supérieur, près du contact avec les shales noirs "carburés" du Silurien, c'est-à-dire en même position stratigraphique que l'importante ancienne mine de Liat dans le dôme de Bosost en Espagne ainsi que d'autres indices importants (Cap de Gausch par exemple),

- L'ancienne mine se situe immédiatement à l'Est d'une faille NS (rejet d'une centaine de m) dans laquelle on observe des filons de quartz et galène argentifère et avec parfois du cuivre. Des anciens travaux romains avec d'importants déblais, ont été trouvés à l'ouest de la faille, en même position stratigraphique, soulignant le caractère stratiforme de la minéralisation et des possibilités d'extension dans une zone non reconnue par les travaux modernes. Dans les galeries accessibles, on observe un niveau de blende massive de plusieurs dizaines de cm de puissance, bien interstratifié mais très plissé et boudiné au voisinage de l'accident NS et de fractures parallèles contenant des stockwerks de blende et barytine,

- Immédiatement au SE de la mine (l'Argenterie), d'anciens travaux non connus ont été retrouvés jalonnant des fractures sub-méridiennes, contenant blende et barytine et se situant au mur de la minéralisation stratiforme.

D'après les observations effectuées dans les Pyrénées Centrales, cette minéralisation peut-être rapportée au type exhalatif sédimentaire, avec une association de minéralisations concordantes et sécantes, ces dernières situées au mur des premières. Les minéralisations filoniennes à blende et barytine sont probablement pénécotemporaines des stratiformes et sont la trace d'une hydrothermalisme synsédimentaire, celles à quartz, minéraux de Pb, d'Ag, et de Cu, résultent plutôt d'un remaniement préférentiel de ces éléments au cours des orogénies postérieures. La faille N.S. dont on observe le jeu hercynien et/ou alpin, existait probablement au moment du dépôt de l'Ordovicien mais les conditions d'observation ne permettent pas de préciser si elle a joué un rôle dans la répartition des sédiments.

Ces remarques et les observations nouvelles concernant les possibilités d'extension stratiforme de la minéralisation dans des zones masquées, donnent un certain intérêt à cette ancienne mine. Il est à noter que la minéralisation est relativement riche en Pb mais surtout en Ag, présent sous forme de nombreux minéraux traces (pyrargyrite, freibergite, pearcite, miargyrite) dans la minéralisation stratiforme mais surtout dans les filons remobilisés.

b) *Dans le Devonien inférieur à moyen* à schistes et carbonates, la seule minéralisation stratiforme indubitable est celle de Fe (Mn) de *Rivernert* (7). La minéralisation se localise dans des calcaires dévoniens inférieurs près du contact avec des schistes noirs (Silurien ou base du Dévonien ?) et au voisinage d'une faille NS comme aux Abères. La puissance de la minéralisation est de 5 à 10 m, avec une extension connue de 300 m. Le tonnage potentiel est supérieur à 1 Mt, celui reconnu de 0,5 Mt à une teneur Fe de 45 % et Mn de 2 %. Le minerai est constitué surtout de magnétite et sidérose, avec hématite et minéraux traces de pyrite, pyrrotine, chalcopyrite et mispickel (E. Oudin, 1980) ; il est siliceux (12 à 14 %  $\text{SiO}_2$ ) en raison d'impuretés détritiques, et peu phosphoreux (0,07 %).

Rappelons que dans les Pyrénées Centrales, le Dévonien inférieur (en particulier au contact de calcaires massifs et de schistes noirs) contient de nombreuses et importantes minéralisations stratiformes exhalatives sédimentaires à Zn-Pb, souvent riches en magnétite et à gangue de sidérose et chlorites-amphiboles. Il semble bien que la minéralisation de Rivernert soit de même type mais très pauvre en sulfures parmi lesquels on ne connaît que ceux de Fe et Cu. Ce caractère est le signe d'une zonalité à l'échelle des Pyrénées à laquelle nous apporterons d'autres arguments plus loin.

c) *A la limite du Devonien supérieur* (calcaire "griotte") et du Carbonifère (Viséen), on note la présence de manifestations volcaniques, de minéralisations stratiformes de Mn relativement importantes et de phosphates.

L'ancienne mine de Las Cabesses (Jaeger et Al 1955, Fournié 1956, Lougnon 1956, Perseil 1968) est la plus importante d'un groupe d'indices, au sommet des calcaires griottes, puisqu'elle a produit près de 0,5 Mt de minerai carbonaté en profondeur et oxydé en surface. D'autres indices se situent à la base du Carbonifère et sont associés à des lydiennes (cherts noirs) ; ils donnent des minéralisations relativement plus importantes mais faibles relativement à Las Cabesses et présentes surtout dans les Pyrénées Centrales.

D'une manière générale, ces minéralisations de Mn n'ont pas fait l'objet d'un inventaire et d'études détaillées. Nous noterons cependant : d'une part leur importance à Las Cabesses, comparativement aux Pyrénées Centrales, en même temps que du volcanisme est bien individualisé ; d'autre part, l'association de carbonates (rhodocrosite, mangano-calcite), de silicates (grenats, rhodonite, téphroïte), d'oxydes primaires (hausmannite), de sulfures (surtout pyrite mais aussi labandite et traces de blende, galène, chalcopryrite) ainsi que de tungstène (hubnérite, friédelite). Le caractère sédimentaire et l'origine très probablement exhalative volcanogénique de ces minéralisations ont été soulignés à juste titre par plusieurs auteurs. Il apparaît ainsi que le volcanisme du Paléozoïque, reconnu dans l'Ordovicien et le Dévonien des Pyrénées Centrales, s'est déplacé dans le Carbonifère plus à l'Est, en même temps que les métaux de base étaient remplacés par Mn et Fe.

d) *Dans la couverture mésozoïque*, il existe de nombreux indices stratiformes et de vieux travaux pour Ba, Fe, Mn avec parfois des sulfures de métaux de base. Bien que notre objectif ait été le Paléozoïque, les minéralisations de cette époque ont été aussi étudiées car elles se rattachent -au moins en partie- au type exhalatif sédimentaire, thème général de cette étude. De plus, nous verrons qu'elles ont subi un remaniement dans le Paléozoïque, nécessitant une meilleure connaissance globale des processus métallogéniques dans la zone d'étude.

Deux types de minéralisations stratiformes peuvent être distingués :

- Des couches à Fe, Mn, Ba (Montel - les Andreaux 19, Micou 24) dans les formations détritiques rouges permienes avec localement des intercalations de basalte. Certains de ces indices ont fait l'objet de vieux travaux ou, pendant notre étude, de recherches par la Compagnie des Talcs de Luzenac. Ils contiennent hématite, barytine, oxydes et silicates (braunite) de Mn et montrent des analogies étroites avec les minéralisations volcano-sédimentaires de même âge au Maroc (Pouit 1980),

- Des couches de barytine (La Tuilerie 21, Buscaillère 23 et très nombreuses occurrences tout le long de la bordure N de l'Arize) avec des traces de sulfures (surtout Cu et Pb), passant localement à des formations siliceuses métriques à niveaux de Cu (Buscaillère Est). Ces couches sont interstratifiées dans les dolomies du Muschelkalk, sous les marnes à gypse du Keuper ; elles présentent des ressemblances avec certaines du Permo Trias au Maroc et des analogies étroites avec des couches dans le Miocène de la mer Rouge qui sont exhalatives sédimentaires et en relation avec l'ouverture du rift (Pouit et al, 1981).

L'intérêt métallogénique et éventuellement économique de ces minéralisations a été à l'origine d'une étude détaillée dans le cadre d'une thèse 3ème cycle jointe en annexe par B. Angot.

e) *Minéralisations sécantes et pénéconcordantes dans le Paléozoïque*. Un assez grand nombre d'indices de ce type, surtout à Pb, Zn, Cu est connu dans le massif de l'Arize. Ils étaient confondus avec les minéralisations précédemment inventoriées. Pour la grande majorité, il s'agit de filons ou d'amas pénéconcordants mis en place à une époque tardive par rapport aux roches encaissantes et il est souvent difficile de préciser à quelle période et suivant quel processus ils se sont déposés. Remarquons que ce même problème s'est posé aussi dans les Monts à l'Est de Lacaune comme nous le verrons dans le chapitre III.

Un premier ensemble de minéralisations sécantes se rapporte, ainsi que nous l'avons décrit plus haut, soit aux griffons de minéralisations stratiformes soit à des remaniements ultérieurs de cette dernière (Les Abères par exemple). Cet ensemble est peu fréquent, peu important et se trouve en relation spatiale plus ou moins étroite avec les minéralisations stratiformes.

Un second ensemble, plus important par le nombre et le volume minéralisé, se rapporte à des filons et amas, sous la discordance mésozoïque, spécialement lorsque le socle est constitué de Dévonien carbonaté (Fagnou-Rouge 14, Sud Atiels 15, Lagarde 20, Camel 22) mais aussi dans le Mushelkalk carbonaté. Cet ensemble montre une association minéralogique analogue aux stratiformes, avec en particulier Cu gris, sulfosels et barytine, et une relation spatiale assez étroite avec ces derniers. La majorité de tels indices semble résulter du remaniement des minéralisations stratiformes, sans doute à la période pyrénéenne (structures de cette époque minéralisées) mais il n'est pas exclu que certains puissent être des griffons des types stratiformes (carrière à Fe de la Tuilerie par exemple).

Un dernier ensemble enfin se rapporte à des minéralisations filoniennes, parfois pénécordantes, souvent encaissées dans le Dévonien carbonaté (Encourtié 6, Coumetorte 12, Sarrat de Miles 13, Alzen 16, Lina 17, Moncoustan 18) ou plus rarement dans le carbonifère. Elles sont essentiellement à Pb, Zn, Cu avec pyrite, mispickel, souvent barytine, Cu gris et Ag, parfois minéraux traces de Co-Ni, avec une gangue carbonatée ferrifère et/ou quartzreuse. Bien que parfois localement plus ou moins pénécordantes, il s'agit presque sans aucun doute de minéralisations épigénétiques. Certaines à barytine, cuivre gris et argent appartiennent probablement au second ensemble mais sont plus éloignées de la surface de discordance qui s'étendait beaucoup plus vers le Sud que la limite actuelle et était sans doute assez proche de la surface actuelle. D'autres indices sont probablement liés à l'orogénie hercynienne ou pyrénéenne mais on manque d'arguments pour le démontrer.

L'objectif de l'étude étant les minéralisations exhalatives sédimentaires, l'ensemble de ces indices n'a pas été, en général, étudié en détail quand un tel caractère était évidemment absent. Même si des incertitudes demeurent, on notera que ces indices présentent peu ou pas d'intérêt économique. Ceux relativement les plus importants appartiennent au second ensemble mais sont très discontinus et erratiques, ainsi que certains du 3ème ensemble (Moncoustan par exemple qui faisait l'objet de recherches minières par la compagnie SNEAP, Encourtié étudiée par le BRGM, etc.)

### 3. Inventaire du massif de St Barthélémy

Seulement deux minéralisations stratiformes à Zn-Pb sont connues dans le Dévonien : Cadeillou qui a fait l'objet de travaux par le BRGM (J.P. Bois, 1962) et Taitchougnès découverte par le BRGM au cours d'une campagne géochimique multiéléments dans le cadre de l'Inventaire et qui a fait aussi l'objet de recherches minières.

Le gîte de *Cadeillou* (39) est situé au sommet de calcaires dévoniens inférieurs, près du contact avec des shales noirs pyriteux. La minéralisation d'une puissance de plusieurs mètres a été reconnue sur 700 m d'extension et au moins 100 m de profondeur ; elle reste ouverte dans toutes les directions. Sa teneur est de l'ordre de 4 à 5 % avec un rapport Zn/Pb proche de 4 à 1 comme dans tous les gisements des Pyrénées Centrales. La minéralisation se présente en dissémination ou fin rubanement confondu avec la schistosité conforme ici avec la stratigraphie et montre des caractères indubitablement syngénétiques. De minces rubans chertueux lui sont souvent associés. L'association minéralogique est simple, avec pyrite, blende, galène, traces de chalcopryrite, pyrrhotine, cuivre gris et sulfosels de Pb. Un peu d'épidote peut être associée au minerai et à la gangue de quartz et carbonates.

Le gîte de *Taitchougnés* (38) situé à une dizaine de km à l'ouest de Cadeillou présente des caractéristiques morphologiques semblables et se localise aussi dans des calcaires du Dévonien inférieur mais avec des unités lithologiques moins tranchées. Des indices de surface montrent une minéralisation analogue à Cadeillou, avec une association minéralogique simple sans sulfosels ni pyrrhotine mais avec des traces de magnétite (cas fréquent des Pyrénées Centrales).

On peut noter pour ces indices quelques analogies avec certaines connues dans le Dévonien des Pyrénées Centrales :

- localisation dans ou vers le sommet d'une barre de calcaire blanc (souvent la première) du Dévonien inférieur à moyen parfois près du contact avec des shales noirs (Arrens, Carboire),
- faciès minéralisé rubané ou disséminé parfaitement concordant;
- association de la minéralisation avec de minces intercalations siliceuses;
- association minéralogique simple et rapport Zn/Pb voisin de 4 à 1.

Cependant, il existe aussi des différences importantes se traduisant par l'absence de caractères d'instabilité synsédimentaire de l'encaissant et/ou de manifestations volcaniques, caractérisant un environnement lithologique "anormal". En revanche, il existe aussi dans les Pyrénées Centrales des indices stratiformes étendus de Zn-Pb dans du Dévonien calcschisteux "normal" (Barousse par exemple) mais ils sont d'intérêt économique plus faible. Nous pensons que les indices de Taitchougnés et surtout Cadeillou se rattachent à ce second type d'indices des Pyrénées Centrales. Ils sont aussi probablement hydrothermaux sédimentaire mais le phénomène hydrothermal a été moins intense que dans le Dévonien "anormal". Cette opinion doit être cependant modulée car, dans la zone étudiée, les mauvaises conditions d'affleurement et le recouvrement ne permettent pas, comme dans les Pyrénées Centrales, de bien caractériser l'environnement sédimentaire au moment du dépôt de la minéralisation.

#### 4. Inventaire du massif des Trois Seigneurs

Situé entre la faille principale Nord pyrénéenne et sa branche Nord de Massat, cette zone renferme très peu d'indices. L'Ordovicien est ici assez fortement granitisé, le Dévonien absent et la couverture mésozoïque, souvent en contact anormal avec le Paléozoïque, ne montre pas de Permo-Trias minéralisé à la base. En revanche, dans les faciès carbonatés jurassiques, il existe quelques filons à Cu, Pb, Zn en particulier dans la région d'Oust.

Dans le Paléozoïque, le seul indice montrant des caractères typiques est celui de *Boates* (27) à Zn-Pb. Considéré comme un filon, il s'agit en fait d'une formation siliceuse boudinée, interstratifiée dans les schistes et quartzites finement rubanés (faciès "Rimbatz") de l'Ordovicien supérieur (proximité des schistes noirs supérieurs). La minéralisation pauvre et peu puissante (inférieure au m) est à blende, galène, pyrite et pyrrhotine avec minéraux traces d'or (électrum) et de Ni-Co (ullmanite, nickeline, gersdorffite) (E. Oudin, 1980). Cette formation a une extension faible car elle bute sur une fracture NS au-delà de laquelle elle n'a pas été retrouvée. Une minéralisation du même type (Peyerade 28) mais encore plus pauvre, se retrouve 4 km au NE.

Par ces caractères et leur position stratigraphique, ces indices se rattachent comme Balès et les Abères, au modèle Pal de Raze ou Argut dans le dôme de Bosost des Pyrénées Centrales. Toutefois, on n'observe pas la liaison avec des formations lenticulaires de grauwackes et conglomérats à galets de rhyolite, développées près d'une faille synsédimentaire avec rejeu ultérieur et caractéristiques de conditions instables de dépôt.

Au voisinage de l'accident de Massat, deux autres indices filoniens à Zn-Pb sont connus. L'un, Las Baluces (25) se situe dans une zone broyée siliceuse pénécordante dans les schistes ordoviciens. L'autre, Biech (26) est localisée dans des schistes noirs rapportés au Silurien mais qui peuvent être présents aussi dans l'Ordovicien terminal. Il n'est pas impossible que ces deux indices appartiennent aussi au type précédent mais qu'ils aient été écrasés dans la zone faillee pyrénéenne de Massat.

#### 5. Inventaire de la bordure Nord du granite d'Aston

La mince bande de terrains paléozoïques et mésozoïques pincés entre les massifs de St Barthélémy - Trois Seigneurs au Nord et d'Aston au Sud que suit plus ou moins l'accident Nord Pyrénéen, est connu depuis longtemps pour contenir de nombreux indices et vieilles mines dont la plus importante est le Rancié qui a produit de l'ordre de 6 Mt de minerai de Fe. Cette zone présentait aussi un intérêt particulier dans notre étude du fait qu'elle prolonge plus ou moins le district de Bonabé - Carboire - Aulus des Pyrénées Centrales avec d'importantes minéralisations de Zn, Pb dont on connaît mieux actuellement les relations avec la paléogéographie (M. Donnot, annexe III rapport Aye-Pouit 1981)

Ce secteur comprend de nombreux indices dans le Paléozoïque et surtout dans le Dévonien inférieur à moyen (Costargent 1964, Carpentier 1979, Mettetal 1979, Musy 1869, Tollon 1964, Bertraneu et al. 1959) bien connu pour le son "calcaire métallifère".

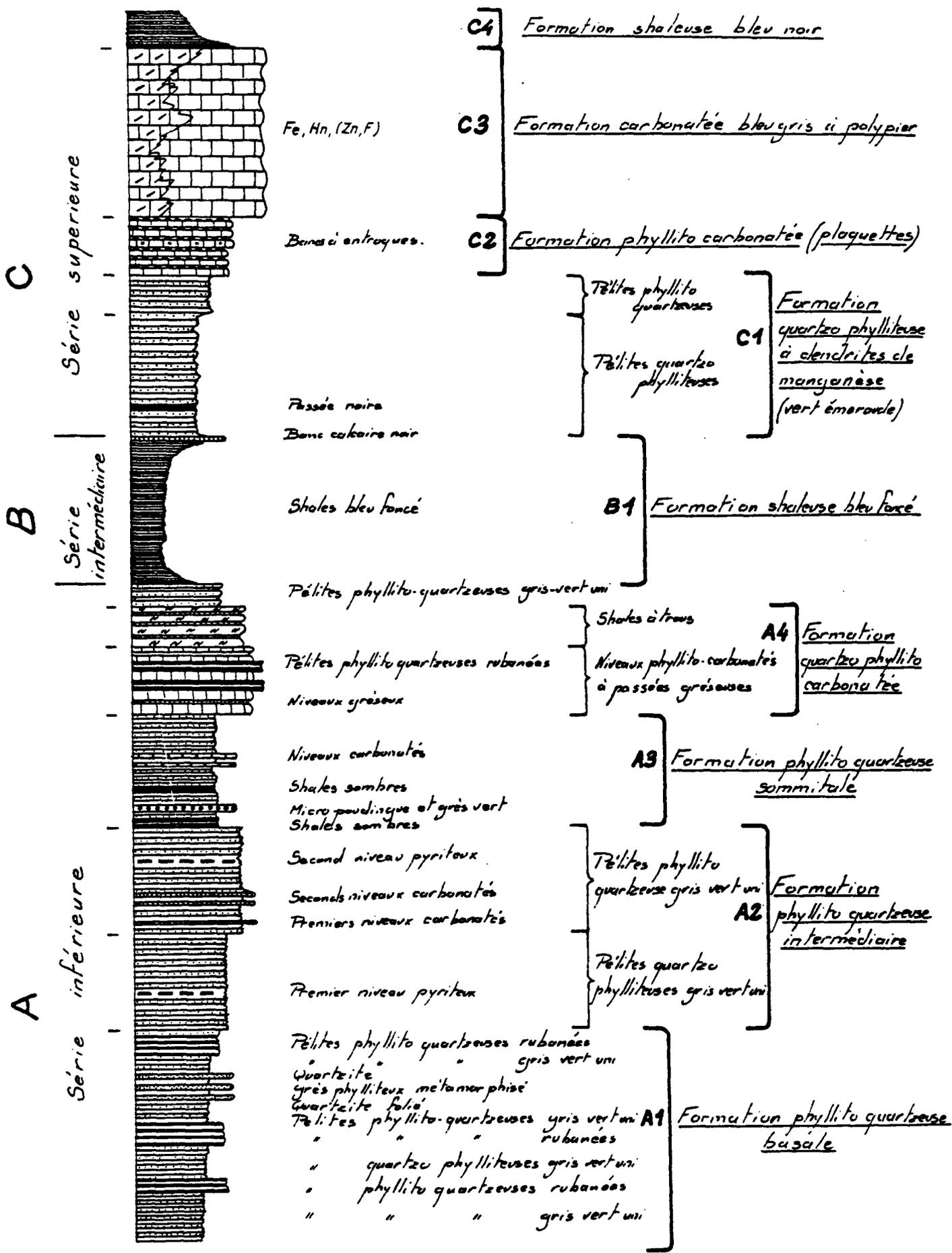


Fig. II-4. Lithostratigraphie du Paléozoïque de Rancie (Carpenter, 1973)  
 A Ordovicien, B Silurien, C Devonien

a) Dans l'Ordovicien, la seule minéralisation connue aux métairies de *Vebré* (37) est un filon pénéconcordant dans les schistes ordoviciens. La minéralisation est à blende massive, pyrite, galène et magnétique avec une gangue de quartz-albite et carbonates (sidérose) avec en outre de la fluorine. Que l'on envisage les relations avec l'encaissant ou l'association minéralogique, différentes comparaisons peuvent être faites avec les Pyrénées Centrales : soit la minéralisation stratiforme de type Carboire (mais dans le Dévonien) ou Hospice de France (Ordovocien) où l'albite est présente ; soit les filons de type La Gela et Vallée de Gavarnie (dans l'Ordovicien) avec souvent fluorine. Pour le moment, les arguments sont insuffisants pour trancher entre les deux hypothèses.

Au *Ranet* (30), une minéralisation à pyrite et Cu est connue avec une extension ENE de près de 3 km. Elle est associée à du quartz dans des calcaires et schistes noirs graphiteux du Caradoc. Considérée comme filonienne, il est très probable bien que l'on ne puisse fournir d'arguments décisifs, qu'il s'agit d'une minéralisation stratiforme bréchifiée et localement remobilisée (ou recristallisée en particulier la chalcoppyrite) à la faveur de la tectonique ultérieure. Il est intéressant de noter ici l'existence, au Sud de l'accident Nord pyrénéen, d'une minéralisation à Cu dans un "faciès Bentaillou" de calcaires et schistes noirs du sommet de l'Ordovicien dans lequel nous avons découvert des indices stratiformes à Zn, en prolongement Ouest, au-delà du granite de Bassiés.

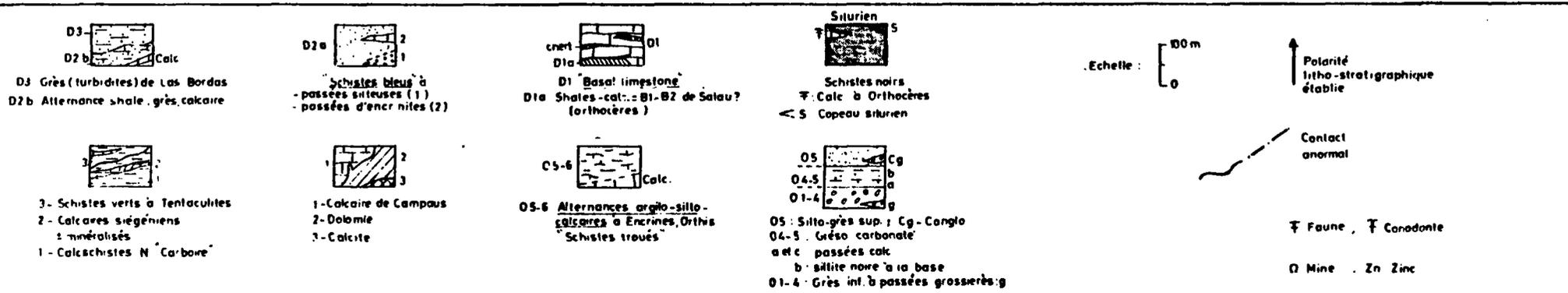
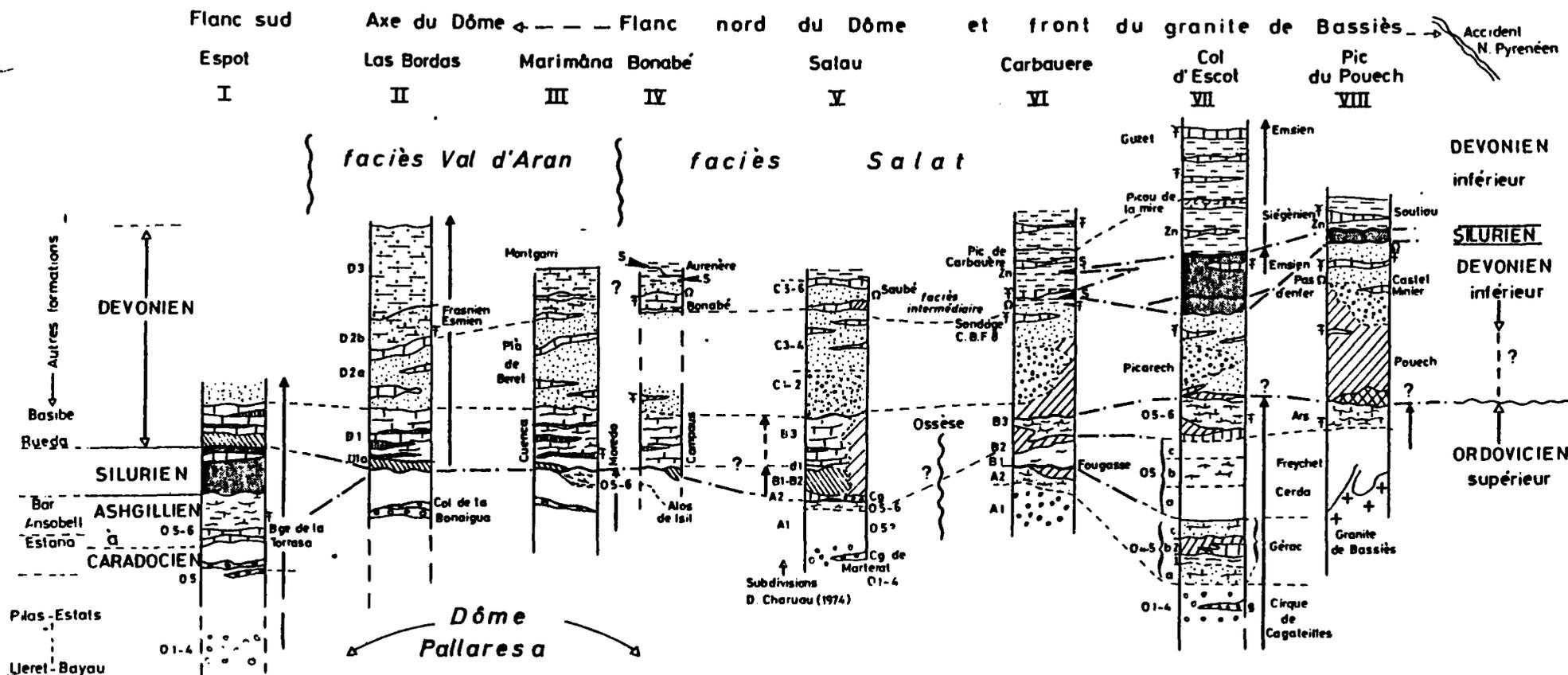
b) Dans le Dévonien, on trouve les principales minéralisations connues dans ce secteur, avec surtout l'ancienne mine du *Rancié* (31) mais aussi plusieurs autres exploitations moins importantes qui jalonnent, sur une vingtaine de km, le "calcaire métallifère" : *Larcats* (32), *Verdun* (34), *Albiès* (35) et *Lassur* (36).

Des études récentes (Tollon 1964 et Carpentier 1979) permettent de se faire une meilleure opinion, en particulier au *Rancié*, des relations entre minéralisation et paléogéographie. En particulier (fig. II-4), la minéralisation se localise dans la première barre carbonatée dolomitique bleu-gris à polypiers, dans une unité silto-carbonatée du Dévonien inférieur, c'est-à-dire en même position lithostratigraphique que dans les Pyrénées Centrales. La principale minéralisation du *Rancié* est associée à un épaissement de la barre carbonatée interprétée comme représentant un faciès subrécifal déposé probablement sur un haut fond du Dévonien. La minéralisation se présente en gros amas lenticulaires pénéconcordants de sidérose, rhodochrosite, magnétite, avec parfois de la fluorine et des sulfures : pyrite, blende (jusqu'à 1,5 % dans le protore au *Rancié*), galène, chalcoppyrite et greenockite. En surface, cette minéralisation est très oxydée avec hématite-goëthite-limonite et oxydes de Mn (en particulier *rancéite* et *pyrolusite*).

Par l'environnement géologique, les relations avec la paléogéographie, certaines associations minéralogiques (abondance de la sidérose) et la morphologie, cette minéralisation présente des analogies avec celles exhalatives sédimentaires de l'Ordovicien et du Dévonien des Pyrénées Centrales. Il existe cependant aussi des différences, relativement mineures, mais qui peuvent être mises en relation avec les variations du contenu métal. En général, on se situe ici non pas au Sud mais sur, ou immédiatement au Nord, de l'accident Nord pyrénéen. On ne retrouve pas non plus les faciès tuffacés noirs parfois présents (faciès Bentaillou à l'Ordovicien et *Nerbiou* au Dévonien). La sidérose devient prédominante, les sulfures accessoires, et la fluorine apparaît au lieu de la barytine.

Fig.II-5. SUCCESIONS ORDOVICIENNES A DEVONIENNES DANS LA TERMINAISON NW DU DOME PALLARESA

par M. Donnot



Enfin, comparativement au district de Bonabé-Carboire où l'on ne connaît pas non plus de volcanites et qui prolonge plus ou moins le secteur de Vicdessos, la paléogéographie semble moins complexe (fig. II5) ou moins bien connue en raison de conditions d'observations moins favorables.

c) *D'autres indices* se situent dans des contacts faillés granite-Mésozoïque ou Paléozoïque-Mésozoïque et dans du Mésozoïque, en particulier marnes albiennes. Ils indiquent l'existence d'une phase métallogénique pyrénéenne avec des filons très souvent ferrugineux (hématite, sidérose), parfois à Pb-Zn-Cu comme à Saleix 29 (Couloumier, Montgollier). Ils posent le problème, en particulier par leur association minéralogique et leur gangue de sidérose, d'une remobilisation éventuelle de minéralisations antérieures au cours de la phase orogénique pyrénéenne, problème qui n'a pas été résolu.

En conclusion, ce district est celui qui montre le plus de ressemblances avec les Pyrénées Centrales, tant du point de vue des caractères de l'environnement géologique que des types ordoviciens et dévoniens de minéralisations. Cependant, on remarque aussi l'existence d'une zonalité qui se traduit surtout du point de vue minéralogique : d'une part, prédominance du fer, surtout sous forme de sidérose, sur les sulfures ; d'autre part, apparition au Dévonien comme à l'Ordovicien, de fluorine. Enfin, comme dans les autres districts, il existe une imbrication de plusieurs époques métallogéniques.

### III. TYOLOGIE DES MINERALISATIONS

D'un point de vue descriptif, en se basant sur la morphologie de la minéralisation et l'âge de son encaissant, on peut distinguer 3 types. Précisons toutefois qu'il n'y a pas superposition exacte, comme nous le verrons plus loin dans les interprétations, entre ces types et les "époques" ou "phases" de minéralisation.

#### 1. Type 1 - Minéralisations stratiformes paléozoïques à Zn-Pb-Cu et/ou Mn-Fe et parfois F.

Suivant l'âge de la formation encaissante, on peut distinguer 3 sous-types :

a) *Sous-type 1A* à Zn-Pb (Cu) dans l'Ordovicien. En prenant ici Les Abères (8) comme exemple, nous regroupons ici les indices de La Bédole (9), Boates (27), Peyerude (28) et, avec des réserves, Les Métairies de Vebré (37) avec fluorine et Ranet (30) à Cu dominant. Ces minéralisations présentent souvent des analogies avec celles du Dôme de Bosost dans les Pyrénées Centrales.

b) *Sous-type 1B* à Zn-Pb (Cu), Fe (Mn), (F) dans le Dévonien inférieur à moyen. Un premier groupe ici, à Zn Pb, avec un rapport de 4 à 1, comme Codeillou 39 et Taitchougnès (37), présente des analogies avec les minéralisations des Pyrénées Centrales mais avec des modèles différents. Un second groupe est à fer dominant (sidérose) et un peu de Mn, comme Rivernert (7) et le Rancié (30) ainsi que tous les indices voisins jusqu'à Ax-les-Thermes.

c) *Sous-type 1C* à Mn (Fe) dans le Devono-Dinantien. Ce sous-type prend une plus grande importance ici que dans les Pyrénées Centrales avec comme modèle Las Cabesses (10).

2. Type 2 - Minéralisations sécantes à pénéconcordantes à Pb-Zn-Cu-Ba encaissées dans le Paléozoïque (surtout Ordovicien et Dévonien).

C'est à ce type que se rattachent le plus grand nombre d'indices inventoriés et dans lequel il est le plus difficile d'établir une distinction de différents sous-types à partir de bons critères.

a) *Sous-type 2A* à filons Zn-Pb-Cu représentant des griffons de certaines minéralisations de type 1. Nous citerons ce sous-type pour mémoire, présent hypothétiquement aux Abères (l'Argenterie). Il est difficile d'ailleurs de le distinguer de filons surtout à Pb-Ag-Cu, dûs à des remaniements locaux de ces mêmes minéralisations stratiformes, présents aussi aux Abères ainsi que probablement dans les "calcaires métallifères" de Vicdessos. Les études succinctes effectuées n'ont pas permis de mieux caractériser ce sous-type, ce qui est malheureux d'un point de vue prévisionnel puisque sa présence permettrait de suspecter la présence voisine de minéralisations stratiformes.

b) *Sous-type 2B* à amas ou filons sous discordance mésozoïque (surtout dans le Dévonien). Il existe là une relation spatiale et minéralogique (barytine, cuivre gris, bournonite) avec les minéralisations stratiformes dans le Mésozoïque comme à Fagnou-Rougé (14), S. Atiels (15), Lagardière (20) et Camel (22). Il est plus difficile d'établir cette relation spatiale (plus loin de et plus bas sous la discordance) et minéralogique en raison de zonalités possibles.

c) *Sous-type 2C* en filons, parfois pénéconcordants, à Cu-Pb-Zn d'origine incertaine comme Encourtiéch (6), Alzen (16), Moncoustan (18), Las Baluces (25) Biech (26) etc.. On sait que ces filons peuvent appartenir soit aux deux sous types précédents mais sans arguments, soit pour la majorité à des minéralisations mises en place à la faveur des orogénies hercynienne. (bien connue dans les Pyrénées) ou pyrénéenne comme nous le verrons plus loin.

3. Type 3 - Minéralisations concordantes et sécantes dans la couverture mésozoïque à Ba, Fe, Mn (CuPbZn).

On peut distinguer ici d'un point de vue pratique 3 sous-types

a) *Sous-type 3A* à minéralisations stratiformes Fe-Mn-Ba (Permien) avec comme exemple Montel-Les Andraux (19) et Micou (24).

b) *Sous-type 3B* à minéralisations stratiformes Ba (Cu, Pb) dans le Muschelkalk.

c) *Sous-type 3C* à filons dans le Mésozoïque à Ba-Pb-Zn ou pyrite-pyrrhotine qui ne sont cités ici que pour mémoire car il s'agit plutôt d'occurrences. Comme pour le sous type 2C, il s'agit d'un groupe hétérogène : certaines occurrences peuvent être des griffons des sous types 3A et 3B et des remaniements de ces dernières pendant l'orogénie hercynienne ; d'autres sont liés à cette orogénèse mais sans relations avec les types stratiformes.

En conclusion, l'analyse de ces différents types de minéralisations révèle l'existence de plusieurs époques ou phases de minéralisation souvent imbriquées les unes dans les autres :

- phases successives paléozoïques à minéralisations syngénétiques à l'Ordovicien supérieur, au Dévonien inférieur à moyen et au Dévono-Dinantien avec, seulement dans ce dernier cas, des manifestations volcaniques ;
- phase hercynienne mal connue avec des minéralisations épigénétiques ;
- phase permotriasique avec, à nouveau, des minéralisations syngénétiques et des manifestations volcaniques ;
- dernière phase pyrénéenne avec des minéralisations épigénétiques.

#### IV - CONCLUSIONS : COMPARAISONS AVEC LES PYRENEES CENTRALES ET ZONALITES

L'objectif de cette étude était la possibilité de caractériser des districts à minéralisations de type exhalatif sédimentaire, en particulier dans le Paléozoïque, plus ou moins associées à du volcanisme. Les résultats déjà acquis dans les Pyrénées Centrales devaient permettre de faciliter cette caractérisation. Les quatre résultats obtenus concernant cet objectif sont les suivants.

1) On retrouve bien les indices stratiformes à Zn-Pb dans l'Ordovicien supérieur (Caradoc en particulier) présentant certains caractères communs avec ceux connus dans les Pyrénées Centrales (dôme de Bosost en particulier). Cependant, ils sont beaucoup moins nombreux, relativement peu importants et n'appartiennent pas aux modèles correspondant à des gisements plus riches (Bentaillou-Pierrefitte). En même temps, les caractères d'instabilité synsédimentaires sont plus faibles ou absents, les gangues hydrothermales sédimentaires peu abondantes et on ne connaît pas de manifestations volcaniques. Néanmoins, des minéralisations comme les Abères et certaines de la bande ordovicienne de Videssus méritent des recherches complémentaires.

2) On retrouve aussi des minéralisations stratiformes relativement importantes dans le Dévonien carbonaté inférieur à moyen, mais souvent surtout à Fe (Mn) comme au Rancié et à Rivernert ou à Zn-Pb comme à Cadeillou et Taitchougnes. Leur position stratigraphique est analogue aux minéralisations des Pyrénées Centrales avec parfois un environnement lithologique, comme au Rancié, révélateur d'un milieu instable de dépôt et -en outre- souvent des schistes noirs. Ici, cependant, les manifestations volcaniques proximales ou distales des minéralisations ne sont pas connues.

Il semble que *cette période de minéralisation soit la plus importante du secteur étudié* mais souvent plutôt à Fe (Mn) dominant que Zn-Pb. Pour ces dernières, il faut noter l'abondance de types épigénétiques en relation avec des phases métallogéniques plus tardives. Pour les types stratiformes, le plus important est Cadeillou avec un tonnage potentiel important mais à teneur infra-économique. En dehors de Taitchougnes qui présente des caractères un peu différents, la minéralisation de Cadeillou reste isolée et les guides de concentration ne sont pas éclaircis. L'environnement lithologique est aussi analogue à celui d'indices des Pyrénées Centrales, soit au contact calcaire-schistes noirs (Arrens), soit dans des calcschistes (Carboire, Barousse).

3) La période de minéralisation dévono-dinantienne devient plus importante surtout par l'importance des concentrations, mais elle reste à Mn (Fe) comme à Las Cabesses. En même temps, on note la présence de manifestations volcaniques non connues dans les Pyrénées Centrales.

4) Une période de minéralisation, peu ou pas connue dans les Pyrénées Centrales, apparaît à la base du Mésozoïque en même temps que des manifestations volcaniques, avec d'abord Fe-Mn au Permien puis Ba-Cu (Pb) au Trias. L'intérêt que nous avons attribué à cette période de minéralisation a été confirmé par, d'une part la découverte de niveaux siliceux riches en Cu et, d'autre part les recherches minières effectuées parallèlement par la Société des Talcs de Luzenac qui a trouvé des minéralisations stratiformes nouvelles de Ba.

D'un point de vue plus général et synthétique, à l'échelle des Pyrénées, certains résultats qui méritent des études ultérieures doivent être soulignés.

- Comparativement aux Pyrénées Centrales, des zonalités régionales peuvent être mises en évidence. Au Paléozoïque, le volcanisme ordovicien et dévonien disparaît vers l'Est tandis qu'il apparaît au Dévono-Dinantien. En même temps, les minéralisations stratiformes à Fe-Mn deviennent prépondérantes sur celles à métaux de base et la fluorine apparaît au lieu de la barytine. Au Mésozoïque, la base de la couverture prend une importance métallogénique plus grande avec à nouveau Fe-Mn mais aussi Ba, Cu (Pb) et des manifestations volcaniques.

- Le caractère hétérochrone et hétérotype des minéralisations devient plus important à l'Est des Pyrénées Centrales et quelques indications semblent indiquer qu'il en est de même vers l'Ouest.

- Le secteur étudié se situe immédiatement en bordure ou au Nord de l'accident Nord Pyrénéen qui se digite ici en plusieurs branches avec un inflexion vers l'E-SE. Il constitue sans doute un élément paléogéographique fondamental dans l'histoire géologique des Pyrénées dès le Paléozoïque, peut-être en relation avec les zonalités mises en évidence plus haut.

Enfin, d'un point de vue appliqué, il apparaît que globalement la zone étudiée présente un intérêt moindre comparativement aux Pyrénées Centrales pour les métaux de base mais plus grand pour Fe-Mn, le Dévonien constituant l'objectif le plus intéressant. Ceci est confirmé par le fait que peu d'indices nouveaux importants ont été trouvés au cours de notre étude.

Ces deux opinions doivent être modulées : d'une part l'étude a été plus sommaire que dans les Pyrénées Centrales et d'autre part le couvert végétal y est beaucoup plus important. Pour cette dernière raison, le réel intérêt du secteur devra être précisé au fur et à mesure de l'avancement de l'inventaire systématique par géochimie multi-élément, grâce auquel a déjà été trouvé l'indice de Taitchougnés. La typologie que nous avons tenté d'établir constituera alors une aide pour l'interprétation des anomalies qui seront éventuellement trouvées.

V - BIBLIOGRAPHIE

- Aye F. Pouit G. (1981)* - Les minéralisations sulfurées du Paléozoïque de Bretagne et des Pyrénées. Compte-rendu d'action concertée DGRST n° 79.7.310, rapport BRGM 81 SGN 767 GMX et 3 annexes (M. Donnot, E. Oudin).
- Bertraneu J. (1959)* - Reconnaissance préliminaire des gîtes métallifères des massifs de l'Arize et du St Barthélémy - Rapport BRGM, A 1354.
- Bertraneu J., Bois J.P. (1959)* - Etude des minéralisations de blende sidérose près d'Auzat - Rapport BRGM, A 1564.
- Boisson M. (1976)* - La dolomie dévonienne et les gîtes métallifères du Paléozoïque de Sérau et du front Nord du massif de l'Arize ; Roche magasin favorable, dédolomitisation - Bull. BRGM, Sect. II n° 2 p. 221-227.
- Bois J.P. (1962)* - Le gîte de plomb-zinc de Cadeillou, commune de Montferrier (Ariège) : rapport de fin de travaux - rapport BRGM, A 1968.
- Bouladon J., Machairas G., Prouhet J.P. (1963)* - Sur la découverte de kératophyres intercalés dans les lydiennes de la base du Viséen à Las Cabesses (Ariège). Compte rendu de l'Académie des Sciences, Paris, t. 257, p. 191-192.
- Bouladon J., Krylatov S., Passaqui B., Prouhet J.P. (1965)* - Sur l'existence d'un volcanisme du Dévonien supérieur dans la zone manganésifère de Las Cabesses (Ariège). Compte-rendu Soc. Geol. France, fasc.1, p.11-12.
- Carpentier R. (1979)* - Le gisement de fer du Rancié : son insertion dans la Paléogéographie et dans l'évolution tectonique de l'Ordovicien-Dévonien de la région de Vicdessos. Thèse 3ème cycle, Paris 6.
- Castaing C., Roux L., Soula J.C. (1976)* - Métamorphisme des massifs de l'Arize et des Trois Seigneurs - Résumé 2ème réunion Sc. de la Terre, Paris.
- Costargent R. (1964)* - Contribution à l'étude des minéralisations du Dévonien et de l'Ordovicien entre Vicdessos et Lassur - Rapport BRGM/DRDM, 6438.
- Emberger A., Pouit G. (1966)* - Les minéralisations polymétalliques Mn-Cu-Pb-Zn dans les socles hercyniens et précambriens et leurs couvertures au Maroc. Notes Serv. Geol. Maroc, 1.26, n° 188, p. 115-122.
- Fournier (1956)* - Sur l'origine exogène du gîte de Mn de Las Cabesses (Ariège); remarques sur les gisements pyrénéens. Bull. Soc. Geol. France (6) t.6, pp. 81-86.
- Jaeger J.L., Ovracht A., Routhier P. (1955)* - Contrôles paléogéographiques des gisements de Fe et Mn des Corbières. C.R. Ac. Sc. t. 240, pp. 638-640.

- Laforêt C.* (1980) - Etude minéralogique de sections polies n° 6047. Rapport BRGM SGN/MGA 80/1577, 2 p.
- Lougnon J.* (1956) - Rapport général sur les gisements de manganèse en France. Symp. sobre yacimientos de Manganeso, 20è Congr. Geol. Inter., Mexico, pp. 63-171.
- Mettetal J.P.* (1970) - Etude géologique et métallogénique de la vallée de l'Ariège du Castelet aux Cabannes. Thèse 3ème cycle, Un. Besançon.
- Musy M.* (1869) - Description, constitution géologique et ressources minérales du canton de Vicdessos et spécialement de la mine du Rancié - Ann. des Mines, 6ème série, t 15, pp.327-404.
- Oudin E.* (1980) - Etude minéralogique de sections polies n° 6047. Rapport BRGM SGN/MGA 80/361, 6 p.
- Oudin E.* (1980) - Etude minéralogique de sections polies n° 6165. Rapport BRGM SGN/MGA 80/1730, 4 p.
- Pelissonnier H.* (1956) - Caractère syngénétique du manganèse des Hautes Pyrénées Symp. Sobre yacimientos de Mn, 20è Congr. Geol. Intern., Mexico, pp. 173-195.
- Perseil E.A.* (1968) - Contribution à la métallogénie du manganèse dans la France méridionale - Thèse doctorat état, Toulouse, 208 p.
- Pouit G.* (1980) - Les minéralisations hydrothermales sédimentaires volcano-génétiques. 26ème C.G.I. Paris, abstract, Vol. 3, P. 991.
- Pouit G.* (1980) - Le manganèse du Maroc. 2ème edit. des gîtes minéraux du Maroc. Notes et Mem. Serv. Géol. n° 276, pp. 61.136.
- Pouit G., Bigot M., Delfour J., Milesi J.P.* (1981) - Les minéralisations actuelles et anciennes : l'exemple de la mer Rouge - Rapport BRGM 81/SGN/872/GMX.
- Tollon F.* (1964) - Etude minéralogique de la région de Vicdessos (Ariège). Thèse 3ème cycle, Fac. Sc. Toulouse.
- Tollon F.* (1964) - Sur la métallogénie de la région de Vicdessos (Ariège). Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, t. 100, fasc. 1-2, pp. 49-60.
- Tourenq C.* (1960) - Etude géologique et métallogénique de la terminaison Nord Orientale du massif de l'Arize. Thèse 3ème cycle.