

Académie royale des Sciences d'Outre-Mer
Classe des Sciences techniques - N.S. - XVI-5 - Bruxelles 1966

Contribution à l'étude sédimentologique
et génétique du gisement plombo-zincifère
de Reocin (Espagne)

PAR

G. MONSEUR

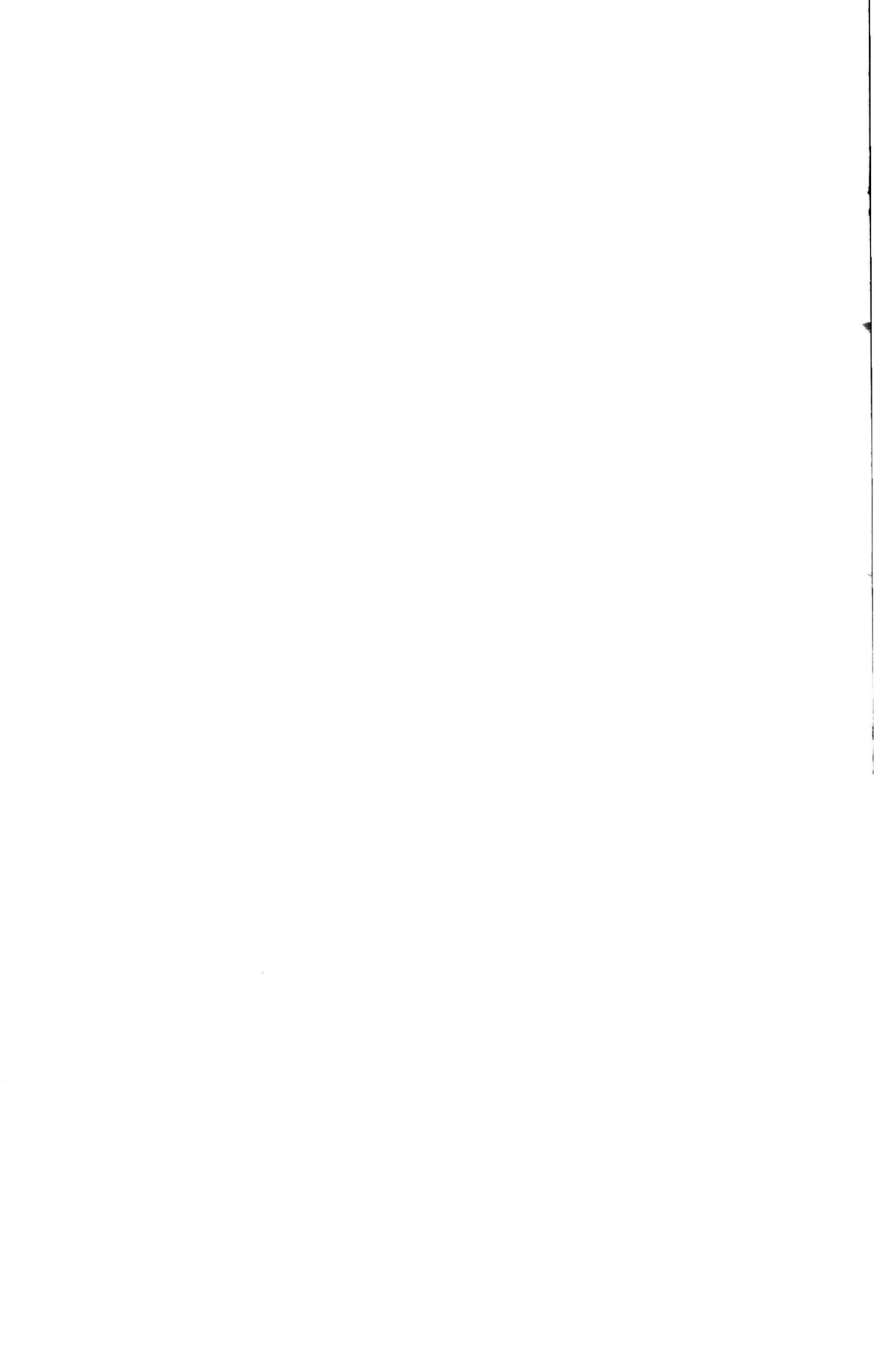
Ingénieur civil des Mines, Ingénieur géologue A.I.Ig.

Répétiteur à l'Université de Liège

Lauréat de l'ARSOM (1964)

200 F

Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen
Klasse voor Technische Wetenschappen - N.R. - XVI-5 - Brussel 1966



Académie royale des Sciences d'Outre-Mer
Classe des Sciences techniques - N.S. - XVI-5 - Bruxelles 1966

Contribution à l'étude sédimentologique
et génétique du gisement plombo-zincifère
de Reocin (Espagne)

PAR

G. MONSEUR

Ingénieur civil des Mines, Ingénieur géologue A.I.Ig.

Répétiteur à l'Université de Liège

Lauréat de l'ARSOM (1964)

Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen
Klasse voor Technische Wetenschappen - N.R. - XVI-5 - Brussel 1966

Mémoire présenté à la Séance du 17 juillet 1964 en réponse à la 5^e question du concours annuel 1964, à savoir: *On demande une contribution originale aux problèmes métallogéniques qui réclament la prise en considération des phénomènes sédimentologiques.* Il a été couronné par la Classe des Sciences techniques en sa Séance du 17 juillet 1964 (Rapporteurs: MM. I. de MAGNÉE et P. EVRARD). *

* Le texte définitif n'a été remis à l'ARSOM qu'en juillet 1965.

RÉSUMÉ

Le gisement de Reocin, sans liaison directe avec une source magmatique, se situe dans l'horizon dolomitique du sommet de l'Aptien; seule la partie inférieure contient les minéralisations stratiformes sur une puissance de 40 m.

Les études sédimentologiques et minéralogiques ainsi que les recherches spéciales sur les sédiments et les minerais permettent de définir les conditions de milieu et de gisement.

Du point de vue génétique, en dehors de contrôles sédimentologiques à grande échelle, l'existence de minces lits marneux minéralisés ainsi que de microtextures et microstructures suggèrent l'intervention de processus syngénétiques. Le minerai présente en outre des déformations évidentes au cours même du dépôt d'un matériau non consolidé.

Le rapport Co/Ni dans les marcassites, pyrites et melnicovites ainsi que l'absence de Tl dans les mêmes sulfures sont en faveur d'une origine sédimentaire.

Au contraire des recherches antérieures, les résultats actuels favorisent l'hypothèse sédimentaire syngénétique.

SAMENVATTING

De ertsvindplaats van Reocin, zonder onmiddellijk verband met een magmabron, is gelegen in het dolomitische horizont van de top van het Aptiaan; alleen het onderste deel bevat gelaagde mineralisaties van 40 m dikte.

Sedimentologische en mineralografische studies, evenals bijzondere opzoekingen over de afzettingsgesteenten en ertsen, laten toe de aard der omgeving en der ertslagen te bepalen.

Voor wat hun ontstaan betreft, doet, afgezien van sedimentologische controle op grote schaal, het bestaan van dunne mergelachtige gemineraliseerde lagen, evenals microtexturen en microstructuren, de tussenkomst vermoeden van syngenetische verschijnsels. Het erts vertoont daarenboven klaarblijkelijke vervormingen, tijdens de afzetting zelf van niet geconsolideerd materiaal.

De verhouding Co/Ni in de marcassieten, de pyrietten en melnicovieten, evenals de afwezigheid van Tl in dezelfde sulfiden, pleiten voor een sedimentaire oorsprong.

In tegenstelling met vroegere onderzoekingen, steunen de huidige resultaten de hypothese van een sedimentaire syngeneese.

I. INTRODUCTION

Si nombre de métaux, tels le Fe, le Mn, l'U, le Cu, le Pb, le Zn, l'Au, appartiennent à des dépôts stratiformes répartis dans le monde entier, ces gisements résultent cependant de modes de formation divers.

Des dépôts chimiques et biochimiques, liés au faciès sédimentaire et à la paléogéographie, se rattachent à une sédimentation épicontinentale, notamment les gisements d'oxydes de fer et de manganèse, d'origine marine certaine.

Par ailleurs, minerai et roche encaissante ne sont pas toujours contemporains. L'origine des dépôts stratiformes, principalement sulfurés, reste controversée [1, 2, 3, 4, 30, 36, 62, 107]* qu'il s'agisse de gisements téléthermaux [43], télémagmatiques [72], régénérés [92] ou de couverture [90].

Les dépôts *syngénétiques* contemporains ou pénécotemporains de la sédimentation, s'opposent aux dépôts *épigénétiques* engendrés par la circulation de solutions souterraines d'origine magmatique ou météorique.

Dans les dépôts syngénétiques:

1. Le contrôle stratigraphique de la minéralisation l'emporte sur le contrôle tectonique;

2. Les substances utiles se sont déposées dans des aires de sédimentation ralentie, en milieu peu profond, intermédiaire entre le continent et la pleine mer et dans des conditions de pH et Eh déterminées [5, 51]; les microorganismes ont pu intervenir [59, 60, 61];

3. On relève éventuellement les critères sédimentologiques ci-dessous [8, 14, 15, 16, 18, 26, 49, 54, 56, 57, 58, 71, 81, 89, 90]*:

* Les chiffres entre [] renvoient à la bibliographie *in fine*.

- a) Minerai uniquement détritique ou associé à des dépôts d'origine chimique, ou encore minéralisation associée à la fraction d'origine chimique;
 - b) Concentration liée à des termes particuliers des séquences sédimentaires ou coïncidant avec une variation lithologique brutale;
 - c) Séries sédimentaires présentant biseaux, lacunes, hard grounds ou brèches d'écroulement;
 - d) Plasticité du sédiment originel attestée par des structures et textures;
4. La paléogéographie et les caractéristiques de l'environnement expliquent la répartition.

Dans les dépôts épigénétiques:

1. La minéralisation est principalement contrôlée par la tectonique;
2. Les propriétés physico-chimiques des roches encaissantes influencent la composition des solutions métallifères, conditionnent les réactions et déterminent les sites de concentration.

Les *dolomies* en relation fréquente avec les deux types de dépôts ont fait l'objet de recherches particulières [10, 15, 23, 35, 49, 100].

De nombreuses minéralisations stratiformes se sont formées dans des zones de hauts-fonds, de paléoreliefs ou de seuils. Certaines invoquent dès lors un contrôle paléomorphologique ou mieux paléobathymétrique [21, 89].

La zonalité des minéralisations dans les gîtes stratiformes est considérée comme dépendant des conditions de sédimentation [38] ou au contraire d'autres facteurs [74, 91].

La théorie paléinsulaire [77], en supposant que des failles existent en bordure des paléoreliefs, admet la formation épigénétique.

Il apparaît que les faits d'observation, et leur interprétation, même ingénieuse, ne peuvent lever les difficultés dues aux phénomènes de convergence [82].



FIG. 1. — CARTE GEOLOGIQUE DE LA REGION DE REOCIN
 (d'après J.M. Rios, 1959)

En traits pointillés l'emplacement de la mine.
 De I à VI, la position des coupes.
 De 1 à 8, les subdivisions stratigraphiques.

Les méthodes d'investigation les plus utilisées consistent à déterminer:

1. La température de formation des minéraux par décrépito-métrie [6, 25, 70, 88] et par mesure de la maille ou de la teneur en fer des blendes dans l'hypothèse d'un équilibre thermodynamique en milieu saturé en fer lors de leur formation [52, 95].

2. Les rapports isotopiques des galènes [19, 32, 46, 47, 80];

3. Les isotopes du soufre [12, 13, 48];

4. Les oligo-éléments dans les minéraux [27, 33, 34, 37, 44, 50, 55, 69, 96, 104];

De plus, les études récentes ont montré que:

1. Les synthèses de sulfures permettent d'envisager que la blende, la galène, la pyrrhotine, ... se forment par processus sédimentaire [105, 106];

2. Les complexes chlorurés [39], les colloïdes [40], les solutions carbonatées [42], les solutions de chlorures alcalins à haute pression [93], les complexes sulfurés [99] et hydrosulfurés [22], le degré de saturation en hydrogène sulfuré [103], les solutions salines descendantes [94] ou les eaux de compaction [73] peuvent jouer un rôle important lors du transport et de la formation des minéraux. L'établissement de diagrammes d'équilibre des minéraux formés à basse température et à basse pression [41] a d'autre part permis de préciser leurs champs de stabilité.

Pour les gisements stratiformes plombo-zincifères, les conditions régnant dans les mers épicontinentales ont joué un rôle déterminant. Dans ces dépôts, le Pb prédomine dans les sédiments détritiques et le Zn dans les dolomies [90]. Certains gisements sont en relation avec le milieu récifal [9, 49, 90].

II. ETUDES SEDIMENTOLOGIQUES

1. DÉFINITION DE LA ZONE ÉTUDIÉE ET DU CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

Le présent travail, consacré à l'étude des minéralisations stratiformes du secteur occidental du gisement de Reocin, prolonge et complète nos recherches antérieures sur le secteur central [68].

Nous avons étudié 5 coupes tracées sur les *fig. 1 et 2*:

— La coupe I, schématique, établie au niveau 14 de la mine, montre comment le secteur oriental se rattache au secteur central représenté par la coupe II;

— Les coupes III, IV et V ont été levées dans des galeries transversales Nord-Sud à partir du même niveau 14;

— La coupe VI est le résultat d'observations effectuées sur le terrain pour définir le passage des calcaires aux dolomies.

Les gisements d'Udias et de La Florida, situés à l'Ouest de la région étudiée (*fig. 3*), feront l'objet de brèves considérations car les minéralisations que l'on y observe sont localisées, comme à Reocin, dans les dolomies de l'Aptien supérieur.

Gisement	Minéralisation	Structure du gisement
Reocin	Blende, galène, marcassite et melnicovite-pyrite; rarement pyrite	Nettement stratiforme
Udias	Blende et galène; très rarement marcassite ou pyrite	Du type « remplissage de fissures » mais localement stratiforme.
La Florida	Blende et galène; localement barytine ou pyrite	En « colonnes » minéralisées.

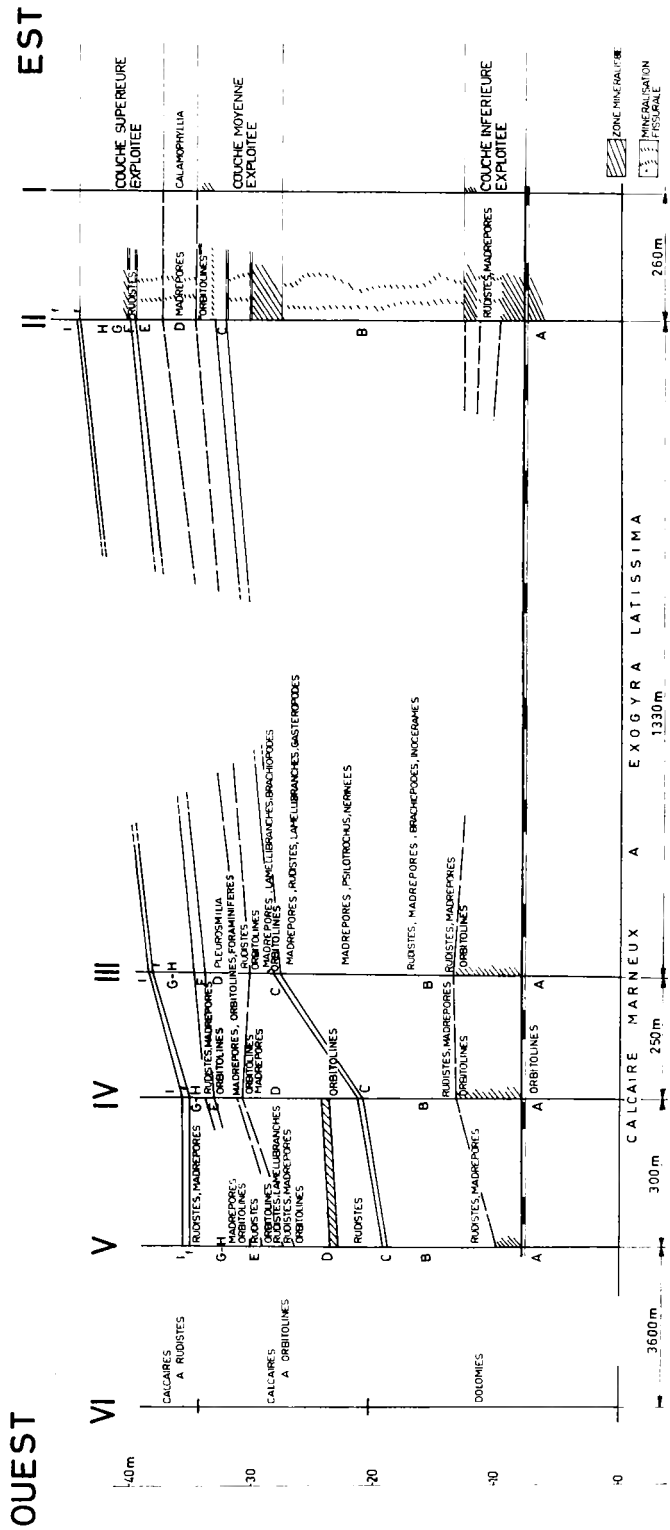


FIG. 2. — Corrélation stratigraphique des coupes.

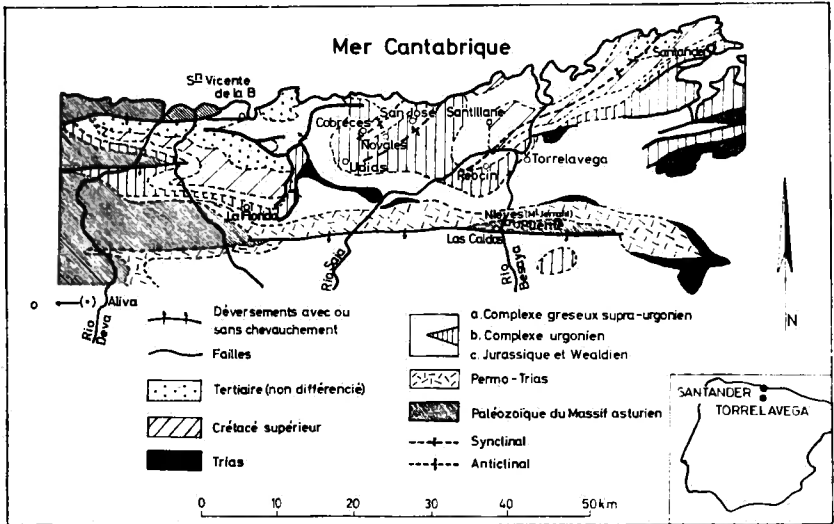


FIG. 3. — Carte structurale de la région (d'après les tracés de M. CASTERAS, R. CIRY, H. KARRENBERG, P. LAMARE, J.-Ph. MANGIN, L. MENGAUD, P. RAT, J.M. RIOS, et les cartes de l'Instituto Geologico y Minero de España: J. Ph. MANGIN et P. RAT, 1960-62).

Aucun affleurement de roches éruptives n'existe et aucune manifestation volcanique ancienne n'a été reconnue dans les régions minéralisées.

Selon les auteurs, le gisement de Reocin se rattache à celui des Tri-States [78] ou à la province polymétallique des Monts cantabriques d'âge alpin [17, 29, 79].

Une coupe méridienne passant par Reocin définit la structure et l'échelle stratigraphique (fig. 1 et 3).

Le Calcaire carbonifère gris clair massif forme un noyau anticlinal.

Le Permo-Trias discordant, se compose principalement de grès et de marnes rouges.

Il est surmonté par le Lias, puissant de 90 m, constitué de calcaires et calcaires marneux et le Wealdien, puissant de 650 m, formé d'argiles rouges et de grès blancs ou rougeâtres.

Les terrains wealdiens et permo-triasiques constituent le flanc nord de l'anticlinal, seul conservé, tandis qu'au sud de la région étudiée, le Calcaire carbonifère est en contact, par faille, avec les assises du Wealdien inclinant vers le sud.

Au nord de cet anticlinal, se présentent successivement dans l'ordre stratigraphique ascendant:

a) l'Aptien:

- | | | |
|---|---------|------------------------------------|
| 1. Calcaires, marnes et argiles sableuses: 60 m (1) | } | Niveaux marins inférieurs |
| 2. Marnes et schistes: 66 m | | |
| 3. Calcaires prédominants avec calcaires marneux à la base; localement dolomies: 60 m | } | Première barre urgonienne. |
| 4. Marnes et schistes comportant un ou deux bancs de calcaire intercalés: 75 m | | |
| 5. Calcaires marneux à <i>Exogyra latissima</i> : 40 m | } | Intercalation terrigène et marnes. |
| 6. Calcaires | | |
| 7. Dolomies (2) | } 220 m | Seconde barre urgonienne |
| 8. Calcaires | | |

b) l'Albien:

- | | | |
|---|---|---------------------------------|
| 1. Grès avec intercalations argilo-sableuses: 140 m | } | Complexe gréseux supra-urgonien |
| 2. Calcaires et calcaires gréseux à la base; localement dolomies: 130 m | | |

c) le Cénomaniien:

1. Grès alternant avec schistes: 280 m

(1) Toutes les puissances indiquées sont des puissances moyennes.

(2) Au gisement même de Reocin, les dolomies constituent toute la seconde barre urgonienne.

2. Calcaires et calcaires marneux avec sable et intercalations de grès; localement dolomies: 179 m

d) Le Sénonien:

Marnes et calcaires marneux: 215 m

Les terrains crétacés se rattachent au flanc sud du synclinal de Santillane, suivi vers le nord-ouest par l'anticlinal de Novales et le synclinal de Cobrecas, plis majeurs (*fig. 3*) orientés Nord-Est-Sud-Ouest [64, 83, 87].

2. DESCRIPTIONS SÉDIMENTOLOGIQUES DÉTAILLÉES

A. Description de la série minéralisée

La série minéralisée correspond à la base de la seconde barre urgonienne (voir p. 11) et a donné lieu aux coupes I à V. Toutefois, nous commencerons par l'examen de la coupe II considérée dans notre étude précédente [68]:

Au-dessus du calcaire à *Exogyra latissima*, choisi comme base des différentes coupes, on distingue successivement:

Horizon A: dolomie noirâtre grenue (8 m) contenant quelques grains de quartz parfois corrodés; elle est surmontée d'un lit marneux discontinu, épais de quelques cm.

En un point où la puissance de ce lit atteint 0,40 à 0,60 m (*fig. 3, pl. 1*) nous avons distingué dans les zones superposées les trois types de roches suivantes:

1. Marneuse avec grains de quartz et séricite;
2. Dolomitique avec marne en ciment ou en minces filets parallèles. La dolomie, à textures grenues et recristallisées, contient des grains de quartz corrodés;
3. Dolomitique et marneuse en lits alternant, souvent plissotés. La dolomie est grenue et les lits marneux renferment des fragments charbonneux.

La teneur variable en calcium relevée en différents points d'un même échantillon de marne et la présence de petits cristaux de gypse entre les feuillettes de la roche, montrent que les eaux de circulation ont dissous localement le calcaire et favorisé la formation de minéraux authigènes; les lits marneux n'étaient donc pas imperméables.

Horizon B: constitué dans les 14 m inférieurs par des dolomies blanchâtres, généralement cristallines mais parfois grenues à très légèrement bréchiques dans les 9 m supérieurs de cette tranche; quelques grains de quartz corrodés s'observent dans les dolomies et localement vers la base une intercalation renferme une association de *Madrépores* et de *Rudistes* (3).

Dans les 11 m supérieurs de B apparaissent des taches sombres et 2 lits marneux discontinus de 1 à 2 cm se trouvent respectivement au sommet de l'horizon B et à 2 m en-dessous.

Les textures des dolomies sont identiques aux précédentes bien que les éléments aient généralement des dimensions moindres. Elles sont dépourvues de quartz et les structures internes deviennent par endroits complexes en relation avec la disposition relative des plages grenues et des plages cristallines grises ou brunes.

Un réseau de fractures sillonne tout l'horizon B.

Horizon C: dolomie (1 à 1,5 m) à ciment grenu, enrobant de petits cristaux de dolomite.

Horizon D: comporte sur 7 m de puissance les dolomies suivantes:

- a) Blanchâtres et cristallines (1 à 1,5 m); au sommet lit marneux de 1 à 2 cm;
- b) Grises, cryptogrenues, à *Orbitolines* (0,20 à 0,40 m);
- c) noirâtres, grenues à cristallines (2,6 à 3 m); structures de *Madrépores*;

(3) Les fossiles et microfossiles ont été déterminés par MM. J. ALLOITEAU, Directeur honoraire de Recherches à l'Institut de Paléontologie du Muséum National d'Histoire Naturelle et P. RAT, Professeur à l'Institut de Géologie de l'Université de Dijon. Je leur exprime ma reconnaissance.

d) Claires, grenues (2 m) avec îlots brunâtres cristallins ou plages noirâtres grenues et quelques grains de quartz; au sommet lit marneux discontinu de 2 à 3 cm.

Horizon E: dolomie (0,60 m) comportant des plages claires, cristallines, dans une masse grenue plus foncée et renfermant des *Rudistes*.

Horizon F : lit marneux zonaire (1 à 10 cm).

Horizon G: dolomies claires cristallines et noirâtres grenues (1 m) avec quelques grains de quartz et lentilles de psammitomacigno.

Horizon H: dolomies (3 à 3,5 m) sombres et grenues ou claires et largement cristallines; par endroits, la texture interne complexe est à rapprocher de celle de l'horizon B; rares grains de quartz dans toute la formation sauf au sommet.

Horizon I: comprend, sur une puissance de 2,30 m, les dolomies suivantes:

- a) Brunâtres grenues ou largement cristallines (0,40 m) contenant des vestiges de fossiles plats et allongés, non déterminables spécifiquement;
- b) Noirâtres et grenues (1,70 m);
- c) Dolomie fossilifère du type a) (0,20 m).

Coupe I (fig. 2):

Horizon A: dolomie noire grenue (8 m);

Horizons B et D: dolomie claire cristalline;

Horizon D, couche c: dolomie noirâtre renfermant des *Calamophyllia* à structure buissonnante.

Coupe III (fig. 2):

Horizon A: se présente avec les mêmes caractères que dans la coupe II.

Horizon B: comporte de la base au sommet sur 20 m de puissance:

a) Au toit de la couche exploitée, dolomie claire cristalline à grains de quartz et à vestiges d'*Orbitolines* (0,40 m);

b) Dolomie gris clair cristalline:

— à *Madrépores* en colonies massives et *Rudistes* de petite taille; puissance: 0,90 m;

— non fossilifère; puissance: 2,30 m;

— à *Madrépores*, *Rudistes* de petite taille, *Brachiopodes* et vestiges d'*Inocérames*; puissance: 0,80 m;

— à plages cryptogrenues; la base est soulignée par des filets de dolomite et le sommet renferme quelques niveaux fossilifères (*Madrépores*, *Psilotrochus* et vestiges de *Nérinées*); puissance: 6 m;

c) Brèche (0,25 m) à éléments de dolomie cristalline cimentés par de la dolomie noirâtre grenue;

d) Dolomie claire cristalline (3,90 m), à plages fossilifères (*Madrépores*, *Rudistes*, *Lamellibranches*, *Gastéropodes*); à la base veines de dolomie noire et au sommet filets sub-horizontaux de dolomite.

Horizon C: dolomie (0,55 m)

Horizon D: comprend sur 6 m les dolomies suivantes:

a) Cristalline:

— claire (0,25 m) à *Orbitolines* ou

— gris sombre, lenticulaire (0,80 m max.), à vestiges fossilifères recristallisés, *Madrépores*, *Lamellibranches* et *Brachiopodes*;

b) Cryptogrenue grise (0,85 m) à *Orbitolines* passant latéralement à une dolomie plus sombre;

c) Cristalline; à la base noirâtre, à petites plages grenues (0,90 m) contenant *Rudistes* et vestiges fossilifères; au sommet claire, d'abord cryptogrenue (1,15 m) puis fossilifère à *Pleurosmilia* (1,95 m).

Horizon E: dolomie à structures organiques oblitérées (0,85 m).

Horizons G-H:

a) Dolomie sombre grenue (1,5 m) cimentant de petits grains de dolomie blanchâtre;

b) Dolomie claire, finement grenue ou cristalline; à la base sur une tranche de 1,5 m veines irrégulières de dolomie noire finement grenue avec traces de matières organiques; au sommet, sur une puissance de 0,4 m, veinules de dolomite.

Horizon I: présente les mêmes caractères que dans la coupe II.

Coupe IV (fig. 2):

Horizon A: dolomie noire renfermant quelques *Orbitolines* et grains de quartz et contenant 2 lits marneux, l'un au sommet et l'autre en-dessous à 0,40 m.

Horizon B: comporte sur une épaisseur d'environ 13 m:

a) A 0,40 m du toit de la couche inférieure exploitée, dolomie sombre, grenue ou cristalline (0,80 m), à grains de quartz et à *Orbitolines* (4);

b) Dolomie claire, cristalline (7,60 m) avec, sur 2 m d'épaisseur, l'horizon fossilifère déjà signalé dans les coupes II et III.

Horizon dolomitique C: 0,40 m.

Horizon D (12 m) comporte:

a) Dolomie cristalline: claire dans les 2 mètres inférieurs; sombre plus haut avec quelques *Orbitolines* (0,15 m);

b) Dolomie claire cristalline (3,80 m), à vestiges fossilifères dans les 3 m inférieurs; à 0,40 m du sommet intercalation de dolomie (0,40 m) identique à celle de l'horizon C;

c) Dolomie légèrement marneuse (0,90 m), analogue à celle de l'horizon C;

d) Dolomie cristalline, claire (0,50 m) puis grisâtre, lenticulaire (0,70 m), à nombreux débris de fossiles et *Madrépores*;

e) Dolomie grisâtre, cryptogrenue (0,6 à 1,3 m); *Orbitolines* identiques à celles signalées aux coupes II et III;

f) Dolomie sombre ou claire (0,55 m), à texture complexe, témoignant de remaniement lors de la diagenèse: *Madrépores*, *Orbitolines*, *Foraminifères* et nombreux débris de fossiles non identifiés;

g) Roche dolomitique ou calcaro-dolomitique claire, à pâte fine (2,10 m); quelques *Orbitolines* et fragments de fossiles.

(4) Ces dernières diffèrent de celles signalées dans les coupes II et III par leur petite taille, leur forme haute et leurs loges entières.

Horizon E: dolomie claire (0,65 m), à texture complexe, à *Rudistes* et *Madrépores*.

Horizons G-H (1,35 m): dolomie sombre, cristalline, sillonnée de filets de dolomite et présentant de petits éléments dolomitiques clairs; mince lit marneux à 1 m de la base.

Horizon I: au-dessus d'une dolomie claire (0,45 m) lenticulaire, identique à celle des coupes précédentes, on trouve une dolomie noire, bréchique, à éléments de teinte claire.

Coupe V (fig. 2):

Horizon A: mêmes caractères que dans la coupe II.

Horizon B, puissant de 11 m, comporte de bas en haut: dolomie gris beige, grenue ou cristalline:

— A filets sub-horizontaux de dolomite (0,50 m) puis zone de 2,30 m riche en *Madrépores* et *Rudistes*;

— Fossilifère à la base puis stérile (6,10 m).

Horizon C: dolomie (0,40 m).

De la base de l'horizon D jusqu'au sommet de l'horizon H, on distingue, sur une puissance d'environ 16 m, les niveaux ci-dessous:

a) Dolomie claire (3,5 m) à *Rudistes* de petite taille, microfossiles et débris de macroorganismes; nombreux filets sub-horizontaux de dolomite à la base et au sommet;

b) Dolomie claire (2,90 m) à rares *Orbitolines* vers le sommet;

c) Dolomie noirâtre (1,10 m) à grains de quartz, à *Rudistes* et *Madrépores*;

d) Dolomie claire (0,70 m), non fossilifère dans la moitié inférieure, à *Rudistes* et *Lamellibranches* dans la moitié supérieure;

e) Dolomie grisâtre, cryptogrenue (1 m), à *Orbitolines*, abondantes à la base et dispersées au sommet;

f) Dolomie claire à *Rudistes* (1,05 m); il pourrait s'agir de l'horizon E;

g) Dolomie grisâtre à *Orbitolines* (0,75 m);

h) Dolomie claire à *Madrépores* (2,50 m);

i) Dolomie sombre (0,60 m);

- j) Lit marneux (1 à 2 cm);
- k) Dolomie claire à taches foncées (1,4 m), à *Rudistes* et *Madrépores*, ou sombre;
- l) Lit marneux (1 à 2 cm).

Ces roches sont grenues, cristallines ou à textures complexes, avec recristallisation plus ou moins développée.

Horizon I:

- a) Dolomie claire (0,40 m), à texture complexe, fossilifère;
- b) Dolomie noirâtre grenue (1,90 m);
- c) Dolomie (0,15 m) semblable à a).

B. Description de la série stérile occidentale

Au-dessus du calcaire marneux à *Exogyra latissima*, nous avons étudié le calcaire non dolomitisé et comparé les caractères géologiques d'une région stérile avec ceux de la zone minéralisée.

De la base au sommet (coupe VI, fig. 2), on distingue:

1. Dolomies massives cristallines;
2. Calcaires fins à *Orbitolines*;
3. Calcaires fins à *Rudistes*.

1. Dolomies massives cristallines

La dolomie noire de l'horizon A est absente; des dolomies beiges ou brunâtres (21 m) surmontent directement le calcaire marneux.

Couleur, structure, abondance de fossiles conduisent à définir 9 niveaux calcaires; la prédominance d'*Orbitolines* ou de *Rudistes* établit la distinction entre les formations 2 et 3.

Toutefois, du point de vue textural, les calcaires sont peu différenciés et contiennent tous, en proportions variables, les mêmes éléments:

1. Pâte fine, de teinte sombre;
2. Plages claires cristallines ou de recristallisation à partir de fossiles;
3. Microfaune ou débris de macroorganismes répartis dans toute la roche.

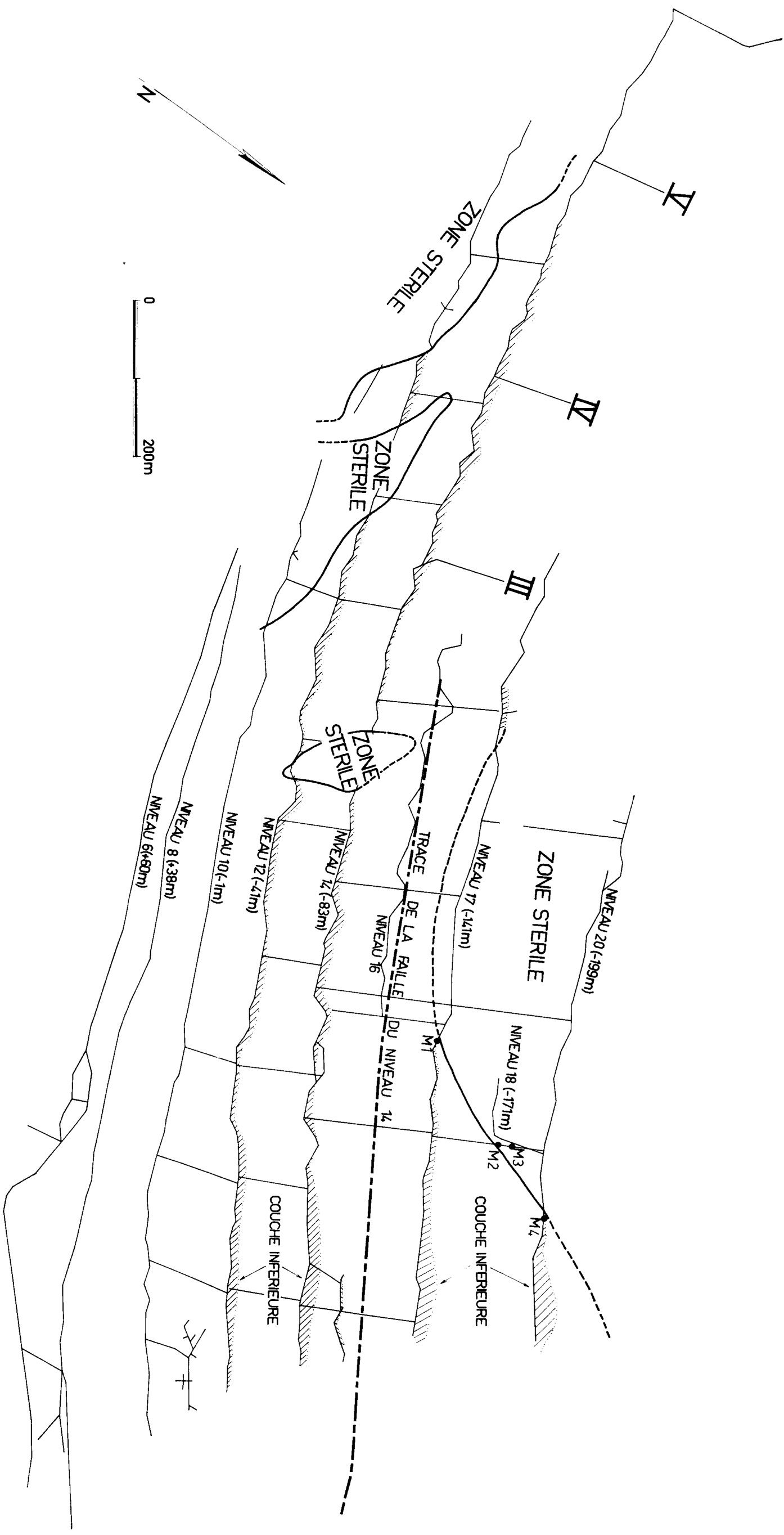


FIG. 4. — Plan du secteur occidental de la mine de Reocin.

2. Calcaires fins à *Orbitolines*

Ils comportent 7 premiers niveaux (14 m):

Niveau 1: calcaire gris clair, massif (4 m), à *Orbitolines* très abondantes analogues à celles observées dans l'horizon D des coupes II, III, IV et V, accompagnées de *Milioles*; on observe encore: embryons simples d'*Orbitolines*, *Quinqueloculines*, *Pseudocyclammina* cf. *Lituus*, petits foraminifères, entroques et débris de fossiles (radioles d'oursin, etc...).

Niveau 2: calcaire gris beige (3,5 m): les structures organiques apparaissent plus altérées suite à une corrosion qui peut dater de la diagenèse; les *Orbitolines*, rongées sur les bords, sont dispersées; les débris de coquilles, parfois encroûtés, n'ont pas été roulés.

Niveau 3: calcaire jaunâtre, marneux (0,70 m) présentant la même microfaune que dans les deux premiers niveaux mais appauvrie; débris de macroorganismes nombreux (échinodermes, radioles et spicules d'oursins, lamellibranches, fragments de polypiers recristallisés, entroques).

Niveau 4: calcaire jaunâtre et rougeâtre, parfois noirâtre, marneux (1,60 m); nombreux débris de coquilles recristallisés; même microfaune mais plus abondante.

Niveau 5: calcaire gris beige (1,20 m); à 0,70 m de la base et sur une épaisseur de 0,20 m, horizon de macrofossiles non spécifiquement déterminés; structure bréchique. *Orbitolines* bien représentées, nombreux petits foraminifères et débris de coquilles.

Niveau 6: calcaire gris beige (2,50 m) contenant dans les 0,50 m inférieurs des macrofossiles indéterminables; restes de polypiers, fragments de coquilles, entroques et bryozoaires. (*Pseudochaetetes*, *hydrozoaires* ou *stromatopores*?).

Niveau 7: calcaire gris clair (0,65 m) à *Orbitolines* très abondantes; petits foraminifères et fragments de macrofossiles.

3. Calcaires à *Rudistes*

Ils comportent du calcaire gris beige à la partie inférieure (2,55 m) et du calcaire jaunâtre à rougeâtre, marneux, à la partie supérieure (1,70 m); un mince banc de brèche, mal clas-

sée, sépare les 2 couches. Les *Orbitolines* sont rares tandis que les petits foraminifères, les débris de macro-organismes et les *Rudistes* abondent.

La coupe VI se poursuit vers le haut par des calcaires gris rougeâtre avec des lits marneux à débris végétaux, puis par de puissants calcaires gris beige, dont la macrofaune s'enrichit vers le sommet de l'Aptien.

C. Description des zones stériles du secteur occidental et des brèches marginales

Le secteur Ouest de la mine comporte 4 zones stériles distinctes représentées à la *fig. 4*. Les travaux récents du niveau 16 conduisent à rectifier les limites des deux zones [68].

Seuls l'horizon A et la base de l'horizon B ont été reconnus dans les zones stériles. Cependant, les caractères pétrographiques de la dolomie noire de l'horizon A comme de la dolomie claire de la base de l'horizon B sont pratiquement les mêmes que dans les zones minéralisées et ne peuvent expliquer l'absence des minéralisations à l'Ouest.

La limite orientale de la zone stérile est marquée localement (M1, M2, M3, M4, *fig. 4*) par une brèche: large d'une dizaine à plusieurs dizaines de mètres, la brèche apparaît sous la forme d'ilôts dont les bases épousent, par l'intermédiaire d'un lit marneux, les irrégularités du sommet de la dolomie A. Chaque ilôt est constitué, sur une puissance de 1 à 5 m de blocs anguleux de dolomie claire cristalline, de dimensions extrêmement variables (0,5 à 2 cm; 6 à 15 cm; 1 m), parfois allongés subparallèlement à la stratification et cimentés par de la dolomie noire grenue renfermant quelques grains de quartz; macro et micro-brèches sont intimement associées, aucun granoclassement n'apparaissant de la base au sommet.

La brèche contient localement des lentilles, de dimensions variables (0,20 à 2,50 m d'épaisseur et 1 à 6 m de longueur), de dolomie psammique, feldspathifère, micacée, équigranulaire ou non [98], à grains de glauconie et à fragments charbonneux disposés parallèlement à la stratification (*fig. 1, pl. 1* et *fig. 5*,

pl. 2-B). Certaines lentilles renferment des blocs anguleux de dolomie claire et admettent des lits marneux.

Au toit, la brèche passe irrégulièrement à de la dolomie claire, stérile ou sillonnée de dolomite. Cette dolomie est de même nature que les éléments de la brèche. Latéralement, le caractère bréchiq ue disparaît brutalement ou progressivement; dans ce cas, le ciment prédominant renferme quelques lentilles de dolomie psammique. Les brèches sont indubitablement d'*origine sédimentaire*.

D. Conclusions

D'après les travaux de P. RAT [63, 83, 84], les masses calcaires de la seconde barre urgonienne formaient des îlots dispersés où les conditions de milieu nécessaires au développement des organismes étaient les suivantes: eaux oxygénées, peu profondes, peu agitées, exemptes de troubles terrigènes, riches en CaCO_3 , à salinité normale et à température relativement élevée.

Ces constructions organiques tabulaires ou lenticulaires, entourées de dépôts détritiques, se sont édifiées sur une plate-forme continentale subsidente large d'environ 100 km.

La région étudiée se situe dans l'un de ces îlots aux contours non précisés; l'Aptien supérieur y est puissant de 220 m.

Les observations ont été faites dans un rectangle large de 200 m et s'étendant sur 6 km de long en direction est-ouest; les roches étudiées ont dû se former à quelque 20 ou 25 km au large du rivage présumé.

D'une manière générale, les roches calcaires présentent une grande homogénéité, les apports terrigènes étant pratiquement nuls; cependant, des sédiments détritiques venant du sud, ont pénétré entre l'îlot étudié et un autre situé à l'est de Santander.

De la seconde barre urgonienne nous avons examiné la partie inférieure qui contient la minéralisation sur une puissance de 40 m. Nos observations sont plus denses dans la région centrale (coupe II à V) tandis que dans les zones orientale

(coupe I) et occidentale (coupe VI), elles servent surtout à établir les passages latéraux.

Au centre, la tranche sédimentaire peut être divisée de bas en haut, en 9 entités.

L'*horizon A* consiste en dolomie cristalline mais tandis qu'au centre et à l'est la dolomie est noire, à grain fin et contient du quartz détritique, au contraire à l'ouest la dolomie est claire, à grain grossier et sans quartz. Au centre et vers le sommet, des *Orbitolines* se développent localement tandis qu'un mince horizon terrigène s'étendant vers l'est marque le terme de l'*horizon A*.

A la base de l'*horizon B* prolifèrent dans la zone centrale, des *Madrépores* et des *Rudistes* avec peu d'*Orbitolines*; les roches sont représentées par des dolomies claires cristallines comme dans toute la région étudiée. Cependant, au centre, elles se distinguent par la présence de quelques grains de quartz détritique et, en bordure de la zone stérile définie précédemment (voir p. 20), elles passent latéralement à des brèches. L'allure lenticulaire de ces dernières, leur distribution marginale et leur association à des lentilles dolomitico-gréseuses chargées de fines matières organiques font penser que des facteurs particuliers ont joué au cours même de la sédimentation en bordure d'un vaste haut-fond.

Dans le reste de l'*horizon B*, dont la puissance diminue d'est en ouest dans la zone centrale, pour passer de 25 m à 11 m, (voir *tableau I*), on enregistre des modifications de la roche qui ne permettent toutefois pas de définir des variations nettes de faciès: la dolomie claire, grossière, cristalline se charge localement de plages et de veines plus foncées ou de lentilles bréchiques. Les organismes: *Madrépores*, *Rudistes*, *Lamellibranches*, *Gastéropodes* apparaissent sporadiquement mais n'atteignent un développement remarquable que dans la zone de la coupe III.

L'*horizon dolomitique C*, à petits cristaux de dolomite cimentés par de la dolomie foncée à grain fin, est uniforme dans toute la région centrale.

L'*horizon D* est tout entier constitué par des dolomies à textures variées qui passent à des calcaires en direction de l'ouest. Dans la zone centrale, la puissance augmente d'est en ouest

pour passer de 7 à 11 m; c'est également vers l'ouest que les dolomies présentent le maximum de variations texturales dans le sens vertical.

TABLEAU I.

Tranche sédimentaire dans la région centrale

Horizons	Coupes			
	II	III	IV	V
I (base)	0,40 m	0,40 m	0,45 m	0,40 m
H	3,25 m	3,40 m	1,35 m	4,50 m
G	1 m			
E	0,60 m	0,85 m	0,65 m	0,80 m
D	7 m	6 m	12 m	11 m
C	1,25 m	0,55 m	0,40 m	0,40 m
B	25 m	20 m	13 m	11 m
A			8 m	
Puissance totale	46,50 m	39,20 m	35,85 m	36,10 m

Les *Orbitolines*, localisées à un seul niveau à l'est de la zone centrale et liées à de la dolomie cryptogrenue, se multiplient vers l'ouest où elles se rattachent à des calcaires fins. De même les *Madrépores*, formant un important niveau d'organismes *in situ* à l'est de la zone centrale, occupent 2 niveaux à l'emplacement de la coupe IV. A l'ouest, où les *Madrépores* n'existent plus qu'en débris, on n'observe que des variations très faibles dans le sens vertical: quand les *Orbitolines* se présentent en abondance, les macroorganismes sont très réduits et inversement. La même tendance s'observe pour les *Rudistes* qui cependant sont plus localisés.

L'horizon E, de puissance constante, constitue un niveau à *Rudistes* et est généralement formé de dolomie cristalline claire à taches foncées.

La marne zonaire de l'horizon F n'est visible que dans la coupe II. La distinction entre les horizons G et H établie à l'est de la zone centrale ne peut plus se faire vers l'ouest où l'on passe à des dolomies à textures variables.

Là où les deux horizons se différencient, des lentilles de psammito-macignos existent dans G et des grains de quartz détritiques s'observent dans G et H. Par contre, c'est uniquement dans la partie occidentale de la zone centrale qu'apparaissent des organismes en G et H; dans le sens vertical, on relève successivement: *Orbitolines*, *Madrépores*, *Rudistes* et *Madrépores* associés.

Les *Rudistes* et les *Madrépores* des horizons E, G et H se rattachent aux calcaires à *Rudistes* de l'ouest.

La base de l'horizon I, formée de dolomies fossilifères, brunâtres, grenues ou largement cristallines, présente les mêmes caractères dans toute la zone centrale.

Dans la région étudiée, l'interstratification des couches à *Orbitolines*, *Madrépores* et *Rudistes* traduit des répétitions de conditions de vie légèrement différentes liées à de faibles modifications bathymétriques. Ces variations, étudiées dans d'autres étages stratigraphiques [45, 75, 76], ont permis de définir une sédimentation séquentielle. Ici, si l'on n'enregistre « ni changements brusques ni rythmes renouvelés », la prédominance des *Orbitolines* et seulement de débris de macroorganismes à l'ouest, implique — pour la tranche sédimentaire correspondant aux calcaires à *Orbitolines* de l'ouest — une profondeur d'eau légèrement plus grande dans cette direction [84]; à cette époque, la région occidentale correspondait à une aire marine à circulation ouverte, entre le littoral et l'édifice organique proprement dit.

A partir de l'horizon E, témoignant d'un environnement stable dans toute la partie orientale, les conditions se sont modifiées et les *Rudistes* ont proliféré vers l'Ouest.

Quant aux cinq minces lits marneux déposés entre les horizons B et I, ils ne s'observent que dans la coupe II mais de rares lits marneux de position stratigraphique différente apparaissent dans les coupes occidentales de la zone centrale.

Enfin, de la plus grande abondance relative des grains de quartz dans certains horizons dolomitiques de la coupe II où existent également des lentilles gréseuses dans l'horizon G, on peut déduire que quelques éléments terrigènes venant du sud-est ont pénétré dans la zone étudiée. S'il en est ainsi, les recherches ultérieures sur le secteur oriental de la mine devraient le confirmer.

Un fait important apparaît au stade actuel de l'étude: la dolomie de l'Aptien supérieur qui présentait une puissance de 220 m à Reocin ne possède plus qu'une épaisseur de 20 m à l'Ouest. Ce dispositif est conforme au caractère lenticulaire des formations dolomitiques dans les trois régions étudiées (Reocin, Udias, la Florida).

A Reocin, l'intensité de la dolomitisation est sensiblement du même ordre de grandeur au centre qu'à l'ouest, tandis que les teneurs en fer et en insolubles des dolomies diminuent vers l'ouest (voir *tableau II*).

TABLEAU II
Intensité de la dolomitisation à Reocin

	Coupe VI (série stérile occidentale)		Coupe V (série minéralisée occidentale)		Coupe II (série minéralisée centrale)	
	Limites de variations	Valeur moyenne	Limites de variations	Valeur moyenne	Limites de variations	Valeur moyenne
Mg O/Ca O	0,51 - 0,63	0,59	0,39 - 0,63	0,52	0,48 - 0,59	0,58
Fe	0,84 - 1,26	1,025	1,66 - 6,55	3,36	2,96 - 7,35	6,38
Insolubles	0,31 - 0,90	0,525	0,30 - 2,50	0,89	0,40 - 3,80	1,43

Quant à l'existence de neuf entités dans la stampe minéralisée, de brèches sédimentaires à la base de l'horizon B, de textures variées dans les coupes envisagées, leur incidence sur la localisation du minerai n'apparaîtra clairement que dans le chapitre suivant lorsque nous rapprocherons les éléments relevant de la sédimentologie de ceux définis par l'étude minéralographique.

III. ETUDES MINERALOGRAPHIQUES

1. GISEMENT DE REOCIN (voir *fig. 1*)

Les aspects importants caractérisant les conditions de gisement sont les suivants:

1. Les dolomies de l'Aptien supérieur sont seules minéralisées;
2. La minéralisation est stratiforme;
3. Lorsque la puissance des dolomies diminue ou que celles-ci disparaissent, il en est de même des zones minéralisées.

Toutes les dolomies ne renferment cependant pas de minerai.

Pour permettre la confrontation des zones minéralisées avec le cadre sédimentologique, nous examinerons successivement les minéralisations dans les cinq coupes décrites précédemment.

Coupe II

Horizon A

Dans les 2 m supérieurs, seuls minéralisés, l'ordre d'apparition des minerais est le suivant: blende (galène), galène, marcassite (melnicovite-pyrite).

Dans le lit marneux décrit à la page 12, la minéralisation en blende, galène et sulfure de fer (5) est identique dans les différentes zones. Cependant, la blende en minces bandes très finement zonaires ou en pseudo-nodules cimentés par de la dolomite domine dans les couches dolomitico-marneuses en lits alternant; parfois la blende est moulée par du sulfure de fer et de la galène; du sulfure de fer est associé aux fragments charbonneux des laies marneuses.

Horizon B

La couche inférieure exploitée (4,20 m), généralement formée de deux branches séparées par une intercalation plus ou moins

(5) Comme en lames minces, il n'est pas possible de distinguer la pyrite de la marcassite, nous utiliserons le terme général de sulfure de fer.

minéralisée, correspond à la partie inférieure de l'horizon B; localement, les deux branches sont réunies en une zone de minéralisation maximum ou l'une d'elles disparaît latéralement. Dans la branche inférieure ou dans les deux branches confondues, il existe trois types de minerai:

1. Au toit, la blende zonaire en lits occupe la majeure partie de la roche sauf quelques laies stériles ou peu minéralisées; la gangue de dolomite stérile ou contenant galène, marcassite et melnicovite-pyrite souligne parfois le zonage. Localement, la minéralisation change et consiste en nodules de blende zonaire (0,20 à 0,50 m d'épaisseur et de 1 à 4 m de longueur).

2. La blende brunâtre, aux formes irrégulières, s'observe partout ou de part et d'autre de fissures de remplissage.

3. Au mur, apparaissent parfois des nodules de melnicovite-pyrite (0,10 à 0,50 m) à structure concentrique; la concentration des nodules est plus importante à proximité de la faille du niveau 14 (*fig. 4*).

La blende zonaire en lits, très bien développée, ne représente pas une minéralisation symétrique par rapport à la zone centrale de la couche comme on l'observe dans certains remplissages de filons hydrothermaux; au contraire, la marcassite et la melnicovite-pyrite sont généralement plus abondantes vers la base de l'horizon B.

Par ailleurs, cette structure ne s'observe habituellement que sur une fraction réduite de la puissance totale de la couche et ne se prolonge latéralement que sur une faible distance.

Le minerai zonaire est relayé par une minéralisation à structure interne très complexe témoignant de remaniements et de déformations au cours même de la minéralisation (*fig. 9, pl. 1*): celle-ci a affecté un sédiment *non encore consolidé*.

Lorsque les deux branches de la couche inférieure sont séparées, il existe entre elles une intercalation dolomitique, puissante de 2 m, renfermant des imprégnations irrégulières de marcassite ainsi qu'une minéralisation litée ou fissurale, témoignant à petite échelle, des mêmes phénomènes qui se sont produits avec plus d'ampleur dans la branche inférieure.

La branche supérieure contient sporadiquement de la blende (1 m) cimentée par de la dolomite abondante. La blende apparaît sous les formes déjà décrites, bien que la blende zonaire en lits ne soit guère représentée.

Au toit de la couche inférieure exploitée, on observe sur une puissance de 15 m, une distribution irrégulière de la minéralisation.

Dans les 9 m inférieurs, certaines minces zones allongées, en relation avec une texture bréchique de la roche encaissante (voir p. 13) sont le siège d'une minéralisation concentrée: blende foncée, blende claire, galène, marcassite dans l'ordre de cristallisation. Une minéralisation fissurale (fractures de 1 à 5 cm) comportant: blende, galène, marcassite et melnicovite-pyrite avec dolomite associée s'arrête vers le haut à la surface de stratification formant la base de la partie supérieure.

Localement, quand de la dolomie grenue ou cristalline accompagne ces sulfures dans les fissures, il existe, parallèlement à ces dernières, des îlots bréchiques, d'épaisseur (0,50 à 2 m) et de longueur (6 à 7 m) variables: les blocs de dolomie cristalline (largeur: 1 à 10 cm; longueur: 0,30 à 1 m) sont cimentés par les mêmes minéraux que ceux signalés dans les fractures. Des solutions de continuité ont donc favorisé la diffusion de la minéralisation quelle que soit l'origine de cette dernière.

Dans les 6 m supérieurs, il apparaît une minéralisation de fractures ainsi que de petites plages disséminées avec blende, marcassite et galène.

Un niveau minéralisé discontinu se situe vers la base de la formation et comporte deux types de minéralisation plus ou moins combinés:

- a) Galène abondante associée à la blende et à la marcassite;
- b) Minéralisation irrégulière, stratiforme, liée à de minces lits dolomitiques blanchâtres: blende, chargée de galène, dans la dolomie claire cristalline et marcassite dans la dolomie noirâtre grenue.

L'examen d'une roche faiblement minéralisée en marcassite montre qu'elle est finement zonaire; partout la roche est grenue,

sans recristallisation. En lame mince, on reconnaît de bas en haut les zones suivantes (*fig. 5, pl. 2-A*):

Z₁ (6 mm)

A la partie inférieure: bande plus ou moins continue de marcassite à îlots de dolomie; une fraction de la marcassite est intergranulaire dans la dolomie noirâtre finement grenue (20 à 120 μ).

A la partie supérieure: marcassite en très petits grains (20 à 40 μ , parfois 80 μ) concentrés suivant une mince traînée ou en plus gros grains (2 à 3 mm) isolés mais disposés linéairement. Tous ces grains soulignent le contact franc entre les zones 1 et 2.

Z₂ (4,5 mm)

La même roche contient de très fines baguettes (10 à 20 μ) ou grains (20 à 40 μ , parfois 80 μ) de marcassite disséminés dans la masse ou orientés en lit. Le sommet de la zone 2 est plan.

Z₃ (3,5 mm)

Mince bande de marcassite cristalline en aiguilles croissant vers le haut; un cube de pyrite adventif est recouvert par un mince lisé de marcassite et crée un léger bombement bordé par de la dolomie grenue (160 - 280 μ).

Z₄ (2 mm)

Zone constituée de rhomboèdres de dolomite, disposés en dents de scie tant vers le haut que vers le bas.

Z₅ (6 mm)

A la base, roche sombre grenue (160 à 280 μ) contenant quelques grains isolés de marcassite (100 à 400 μ) mais surtout de très petits grains (20 à 60 μ) disséminés dans la masse, disposés en lits ou concentrés en un petit dôme, au-dessus du bombement signalé dans la zone 3. A la partie supérieure ainsi qu'à la limite des zones 5 et 6, existent quelques sphérules de marcassite (220 - 280 μ) orientées suivant la stratification.

Z₆ (1,5 mm)

Dolomie claire, grenue (20 - 200 μ) dont la partie supérieure est occupée par quelques rhomboèdres de dolomite.

Z₇ (14 mm)

Dolomie sombre, grenue (20 à 200 μ) renfermant de la marcassite en traces.

Le dépôt de marcassite a été localement sensible à des déformations minimales et la disposition en traînées ou en sphérules soulignant les limites entre zones suggère l'intervention d'un processus sédimentaire.

La couche moyenne exploitée (6,75 m), composée de deux branches séparées par une intercalation moins minéralisée, s'étend de la partie supérieure de l'horizon B à la partie inférieure de l'horizon D (*fig. 2*).

La branche inférieure appartenant à l'horizon B renferme, sur une puissance très variable (0 à 5 m), blende, galène et marcassite. Cependant, c'est sous la forme de nodules nettement zonaires que la blende apparaît le plus fréquemment, la blende zonaire en lits étant rare.

Trois types de minéralisation généralement associés peuvent être distingués:

a) Nodules de schalenblende colloforme, à texture interne radiée et concentrique, remplissant des cavités en association avec la dolomite;

b) Nodules de blende foncée à noyau central de blende claire;

c) Nodules où les zones successives ne se différencient les unes des autres que par une plus forte concentration en blende claire ou foncée mais dans lesquels on observe toujours l'association: blende jaunâtre, en petites plages irrégulières ou en sphérules isolées ou groupées, entourée de blende brunâtre plus ou moins abondante et de dolomite; de très petits grains de marcassite et de galène sont disséminés dans la masse.

La partie supérieure de l'horizon B (2 m) renferme à la fois des filets de blende anastomosés ou des lits minéralisés paral-

lèles à la stratification ainsi que de la blende en plages irrégulières ou en nodules parfois zonaires.

Horizon C

Seul le ciment noirâtre grenu contient blende, galène et marcassite.

Horizon D

La branche supérieure de la couche moyenne exploitée, correspond à la partie inférieure de l'horizon D (D, a, page 13) et comporte deux zones minéralisées:

a) Zone à blende claire dominante (0,50 à 1 m): galène et marcassite ont davantage développé leurs formes propres dans la dolomite que dans la blende;

b) Niveau (0,60 m) richement minéralisé en blende mais d'une manière discontinue; la galène en fines baguettes radiées ou en grains plus ou moins bien développés, est associée à la blende ou à la dolomite.

L'horizon à *Orbitolines* (D b, page 13) est stérile.

Au toit de la couche moyenne (D c, page 13), on observe sporadiquement, sur 2,6 à 3 m, de la blende foncée en nodules bordés par de fines bandes de blende jaunâtre. Dans la blende, claire ou foncée, la galène apparaît sous les formes déjà signalées et quelques rares grains de marcassite sont disséminés dans la blende foncée; de la dolomite remplit les cavités de la roche ou moule la blende.

La *couche supérieure exploitée* (6,50 m) s'étend de la partie supérieure de l'horizon D à l'horizon H inclus (*fig. 2*). Dans la partie supérieure de l'horizon D (D, d, page 14), on distingue les deux zones suivantes:

a) Zone inférieure renfermant des imprégnations sporadiques de blende brunâtre en très petites plages; de rares grains de galène et de marcassite, adhérant à la blende, ont cristallisé dans la dolomie;

b) Zone supérieure (0,20 à 0,40 m), parfois minéralisée en blende, galène et marcassite sous forme d'ilôts; le minerai peut être localisé dans des fissures anastomosées s'arrêtant vers le haut à la base de l'horizon E ou G.

De la blende, en grains concentrés ou disposés en traînées, est souvent localisée aux limites très irrégulières de petites plages dolomitiques présentant des textures différentes (voir p. 14, horizon D d); la galène est associée à la blende et une minéralisation très ténue souligne localement le contour des fossiles (*fig. 1, pl. 2-B*).

Le mince lit marneux (2 à 3 cm) séparant l'horizon D de l'horizon E retient l'attention pour les raisons suivantes:

1. Le lit lui-même renferme de très fines strates de blende jaunâtre chargées de grains de galène et de marcassite;
2. La blende zonaire qui l'encadre contient des grains de galène et de marcassite de plus fortes dimensions et en concentration plus élevée qu'ailleurs;
3. La blende zonaire avec galène et marcassite de la partie supérieure de l'horizon D présente parfois une structure en cuvette (*fig. 6, pl. 1*).

Pour l'horizon E, la disparition locale des *Rudistes* coïncide fréquemment avec l'apparition d'une minéralisation d'importance variable. La blende se présente soit en très minces bandes plus ou moins régulières séparées par de fines intercalations stériles, soit en grains ou en très petits îlots irréguliers concentrés suivant des traînées sub-linéaires ou diffuses au sein de la roche encaissante, soit en fines structures zonaires passant vers la périphérie à des grains individualisés mais groupés sous forme de nuages; quelques grains de galène sont disséminés dans les îlots de blende qu'accompagne la marcassite.

Horizon F

Il renferme de minces bandes de blende brun clair contenant des grains de galène et de marcassite.

Horizon G

La minéralisation prédominante consiste en blende ou en marcassite (1 m) et est moins régulière que celle des deux autres couches. La blende, la marcassite et la galène se présentent sous les aspects définis antérieurement et l'ordre de cristallisation est le même; cependant, la blende zonaire en lits n'est

guère représentée. La blende et la marcassite paraissent surtout localisées dans la roche dolomitique grenue (voir p. 14).

Là où la minéralisation s'amenuise, la blende apparaît sous les formes suivantes: grains disséminés ou petits îlots irréguliers; minces bandes de blende zonaire, souvent discontinues renfermant des grains de galène; fines structures sub-linéaires ou nodulaires, les nodules incomplets de blende zonaire passant latéralement à un amas de grains disséminés (*fig. 2, pl. 2-B*).

De petits grains de marcassite, plus ou moins abondants, à partie centrale de melnicovite-pyrite, accompagnent la blende et sont distribués anarchiquement ou alignés non parallèlement à la stratification; blende et marcassite ont été légèrement remaniées au sein même du matériau encaissant.

Ainsi, dans la partie supérieure de l'horizon D, dans l'horizon E dépourvu de *Rudistes* et dans l'horizon G faiblement minéralisé, les structures et microstructures de minerai semblent résulter d'un processus sédimentaire.

Horizon H

Peu minéralisé, il ne renferme que des imprégnations de blende comme dans la partie supérieure de D.

Horizon I

Seules les parties inférieure et supérieure sont localement minéralisées avec un peu de marcassite dans la partie moyenne. La blende, en grains, en plages ou dans les fissures, contient des grains de galène et de marcassite.

L'ensemble des observations ci-dessus permet de distinguer, pour le secteur central, deux épisodes dans la paragenèse:

a) Le premier, principalement blendeux, avec galène incluse, comporte la succession: blende foncée plus riche en galène, blende claire avec galène moins bien représentée;

b) Le second, caractérisé par l'abondance de marcassite et d'une gangue de dolomite, voit se succéder: galène, melnicovite pyrite, marcassite et pyrite.

Coupe I

La partie supérieure de la couche inférieure exploitée est formée principalement de blende brun foncé contenant quelques grains de galène et de petits îlots de marcassite à partie centrale de melnicovite-pyrite; dans les cavités, la dolomite abondante contient des grains de galène et de la marcassite cristalline. L'ordre de cristallisation est le suivant: blende foncée (galène), puis galène, marcassite (melnicovite-pyrite), contemporaines de la gangue.

Coupe III

La couche inférieure exploitée (5,50 m), seule minéralisation relevée dans cette coupe, comporte de la base au sommet:

- a) Marcassite massive à pseudo-nodules de melnicovite-pyrite;
- b) Blende zonaire en nodules où la variété très foncée domine par rapport à la variété jaunâtre; la galène, en nombreux petits grains disséminés ou en baguettes disposées radialement, s'observe principalement dans la blende foncée; les vides au sein du minerai ont été comblés par de la dolomite et de la marcassite;
- c) Blende zonaire en lits très lâches, les différentes zones ne se distinguant les unes des autres que par une plus forte concentration en grains de blende d'une teinte déterminée; de nombreux et très petits grains de galène sont dispersés dans la masse.

La paragenèse comprend blende (galène), puis marcassite contemporaine de la gangue.

Le lit marneux coiffant l'horizon A contient, outre de minces lits de blende chargés de grains de galène et de marcassite, de petites sphérules de marcassite à partie centrale de melnicovite-pyrite plus ou moins concentrées suivant une mince zone parallèle au litage (*fig. 1, pl. 2-A*).

Coupe IV

La couche inférieure exploitée (5,20 m) consiste principalement en une imprégnation plus ou moins importante de blende brunâtre, renfermant des grains de galène, et apparaissant sous les formes suivantes: en petits grains, isolés; en très fines trames

allongées; en minces lisérés bordant des îlots ou des filets de dolomite contenant eux-mêmes quelques grains de marcassite et de galène. La marcassite, en grains ou en petits îlots irréguliers, est associée à la blende.

L'ordre de cristallisation est le suivant: blende (galène, marcassite), puis galène, marcassite contemporaines de la gangue.

La couche moyenne exploitée, dont on n'observe ici que la partie supérieure, et qui surmonte l'horizon D, a (voir p. 16) comporte de bas en haut:

a) Blende claire zonaire en lits (0,15 m), constituée de laies stériles (0,50 à 5 mm) de dolomie grenue et de laies (*fig. 4, pl. 2-B*) de blende se présentant en grains disposés en lits ou en minces bandes continues renfermant de minuscules et très nombreux grains de galène; ces derniers peuvent constituer localement à eux seuls une laie minéralisée. La galène et la marcassite moulent de très petites plages de blende et de la marcassite cristalline surmonte la blende zonaire;

b) Pseudo-sphérules de blende jaunâtre (0,15 m) bordées d'un liséré brunâtre et disposées suivant une structure sublinéaire fortement masquée par une importante imprégnation de galène et de marcassite cristallines; une fraction de la galène s'est formée en même temps que la blende;

c) Blende brunâtre massive (0,60 m) avec très nombreux petits grains de galène et des îlots de marcassite, de taille moyenne, associés à la dolomite de remplissage.

La paragenèse se résume comme suit: blende jaunâtre (galène), blende brunâtre (galène), galène, marcassite.

Coupe V

La couche inférieure exploitée présente une minéralisation portant les signes d'une déformation lors de la mise en place au sein de la dolomie encaissante (*fig.2, pl. 1*).

De la base au sommet, sur une puissance de 2 m, les types suivants de minerai ont été observés:

a) Blende brunâtre, pseudo-zonaire en lits ou en nodules, montrant localement de légers remaniements; quelques grains ou sphérules de marcassite ainsi que de la galène en petits grains, en lits ou en îlots composés de nombreux cristaux bien développés, sont associés à la blende;

b) Galène et marcassite cristallines, liées à de la dolomite et imprégnant fortement la blende dont la structure originelle a été détruite; la marcassite recoupe ou moule la galène.

L'ordre de cristallisation est le suivant: blende (galène); galène et marcassite, contemporaines de la gangue.

La couche moyenne (0,65 m), représentée par la seule branche supérieure et se situant au-dessus de l'horizon D, a (voir p. 17) est réduite à une faible minéralisation en marcassite déposée en minces filets.

Minéralisation des brèches en bordure de la zone stérile

La marcassite cristalline prédomine dans le ciment sous diverses formes: nodules ou sphérules de différentes tailles dont la partie centrale est occupée par la melnicovite-pyrite (*fig. 5, pl. 1*), petits grains ou îlots disséminés ou distribués intergranulairement dans la dolomie noire ou localisés au contact des éléments de la brèche; quelques grains de galène sont associés à la marcassite.

La blende claire, contenant de minuscules grains de galène, se présente sporadiquement en plages irrégulières, en pseudo-nodules légèrement zonaires ou en fines trames intergranulaires.

Le lit marneux séparant l'horizon A de la brèche renferme parfois une minéralisation, fortement remaniée, de blende jaunâtre très finement zonaire contenant de minuscules grains et aiguilles de galène, d'îlots de marcassite et d'imprégnations de galène (*fig. 4, pl. 2-A*). Enfin, d'après l'exploitant, à l'approche des zones stériles, le sommet de l'horizon A contiendrait des nodules de galène.

Quant au passage de la zone bréchique à la couche inférieure exploitée, il n'est guère visible et se marque soit par l'existence d'une zone irrégulière particulièrement riche en marcassite, soit

par l'apparition de petits îlots de dolomie sombre renfermant des mouchetures de blende claire au sein de la dolomie blanche de la base de l'horizon B.

Minéralisations au niveau 16 du secteur occidental

1. Horizon A

a) La blende zonaire en lits est constituée par une alternance de laies minéralisées et stériles; toutefois si la partie supérieure des laies minéralisées se compose de grains de blende jointifs, ils s'individualisent vers la base (*fig. 6, pl. 2-B*). De même, dans le sens latéral, ces laies peuvent s'arrêter brusquement ou s'effilochoer en traînées sans que pour autant on observe une variation de la texture de la dolomie; la blende s'est donc déposée dans une roche non encore entièrement consolidée;

b) La marcassite cristalline, liée à la minéralisation ci-dessus et associée à la dolomite, s'est développée tant parallèlement que perpendiculairement à la stratification suivant des vides subsistant dans le matériau en voie d'induration ou induré;

c) Une microstructure, non oblitérée par les processus diagénétiques mérite de retenir l'attention (*fig. 2, pl. 2-A*) car elle suggère un phénomène sédimentaire et non une imprégnation hydrothermale: une minuscule dépression dont le fond est constitué par une mince couche plissotée de blende zonaire renfermant de microscopiques grains de galène, a été comblée partiellement et progressivement par des grains de blende disposés suivant des lignes de courant; la partie supérieure de la zone comblée est rigoureusement plane tandis que la partie inférieure présente un talus. Les dépôts sus-jacents sont discordants par rapport au sommet de la zone envisagée.

2. Contact entre les horizons A et B

Il présente les variations latérales de faciès suivantes:

— Le lit marneux, parfois minéralisé en minces filets de blende jaunâtre se réduit à un seul de ces lits ou disparaît;

— Entre ce lit marneux et la base de l'horizon B, on peut observer:

- a) De la dolomie claire (0,3 à 0,4 m), stérile ou renfermant quelques filets discontinus de marcassite, parallèles à la stratification; une laie de marcassite (5 à 6 cm) ou une minéralisation (0,15 m), formée de zones successives de blende, marcassite, dolomite et marne minéralisée en blende, s'intercale localement entre le lit marneux et la dolomie claire;
- b) De la dolomie noire (2 m) souvent richement minéralisée en blende, galène, marcassite (melnicovite-pyrite).

3. Horizon B

La couche inférieure exploitée est représentée par de la blende brun foncé, finement zonaire, en lits ou en nodules; des grains de galène sont associés à la blende; la marcassite s'intrude dans la blende ou la moule.

En lames minces, le minerai se montre fracturé, déformé et recimenté par de la dolomite cristalline, la blende compacte passant progressivement à une minéralisation plus diffuse imprégnant la dolomie encaissante.

La paragenèse comporte: blende (galène), puis marcassite associée ou non à la dolomite.

Minéralisations aux niveaux 14 et 17 du secteur occidental

Le minerai de ces deux étages, dans la dolomie noire de l'horizon A et dans la couche inférieure exploitée, se caractérise comme suit:

1. Horizon A

La marcassite, minéralisation principale renfermant fréquemment des nodules de melnicovite-pyrite, imprègne la roche encaissante ou comble les vides avec la dolomite; un peu de pyrite moule ou recoupe la marcassite.

2. Couche inférieure exploitée

Deux types principaux de minerai caractérisent cette couche.

— Le premier type, non zonaire, consiste en une interpénétration de blende brunâtre à jaunâtre avec prédominance de blende claire; de la dolomie, non entièrement imprégnée, subsiste localement.

La blende jaunâtre — fracturée assez tôt avec remplissage de dolomite, de galène et de marcassite — renferme: de la galène en grains, en fines baguettes ou en arêtes de poisson; de la marcassite (melnicovite-pyrite) en îlots irréguliers ou en petits grains.

La galène cristallisée dans la blende et celle qui accompagne la dolomite sont antérieures à la marcassite, en moulage ou intrudée; blende et galène se sont déposées simultanément.

La paragenèse est la suivante: blende (galène), galène puis marcassite (melnicovite-pyrite), les deux dernières contemporaines de la gangue de dolomite.

— Le deuxième type, zonaire, est constitué par une gamme de blends de compositions différentes disposées en lits ou en nodules.

Les bandes de blende renferment des grains ou de fines baguettes de galène, des grains de marcassite ainsi que de petits îlots de dolomite; cette dernière, associée à des grains de galène et de marcassite, constitue aussi le remplissage de veinules recoupant le minerai affecté de légers accidents.

La paragenèse est identique à la précédente.

L'examen d'ensemble de la minéralisation conduit aux conclusions suivantes:

1. La couche inférieure, présentant deux branches individualisées au centre, se réduit à une seule couche à l'Ouest; à l'Est, il ne subsiste que la branche supérieure.
2. La couche moyenne comporte également deux branches dans la partie centrale. A l'Ouest, elles disparaissent d'abord pour être ensuite relayées par l'horizon supérieur. A l'Est n'existe que la branche supérieure.

Dans l'horizon C, appartenant à la couche moyenne, seul le ciment est minéralisé et uniquement au centre du gisement; à l'Est, cet horizon paraît absent.

3. La couche supérieure est confinée au centre.

En résumé à partir de la zone centrale, les minéralisations se réduisent rapidement vers l'Ouest et surtout vers l'Est.

Les recherches réalisées jusqu'ici dans le secteur occidental établissent que le facteur contrôlant la minéralisation réside dans l'apparition de faciés relativement moins profonds.

En dehors de ce contrôle sédimentologique à grande échelle, nous avons indiqué et nous montrerons encore plus loin que les phénomènes sédimentologiques de moindre ampleur interviennent pour expliquer la mise en place des minéralisations locales indépendamment de l'horizon stratigraphique auquel elles appartiennent.

2. GISEMENTS D'UDIAS

Les différents gisements de ce district, groupés suivant quatre zones (*fig. 5*), se situent dans les dolomies de l'Aptien supérieur de la zone synclinale d'Udias dont le flanc oriental constitue le prolongement sud-ouest de la cuvette synclinale de Cobreces (*fig. 3*).

Les dolomies, de puissance très variable (0 à 150 m), mais d'extension verticale moindre qu'à Reocin [86] présentent cependant en affleurement une continuité certaine entre Udias et Reocin [53]; ces roches montrent des textures et des teintes variées.

Un réseau de fractures (diaclasses et failles), postérieur à la minéralisation primaire, a permis un développement plus intense des phénomènes karstiques qu'à Reocin, entraînant la dégradation partielle ou totale des dépôts originels.

La minéralisation primaire consiste en blende foncée accompagnée de galène plus ou moins abondante; la marcassite et la pyrite sont très rares. Quant à la position stratigraphique par rapport aux couches minéralisées de Reocin, elle n'est pas déterminée avec précision; toutefois, comme les dolomies se situent habituellement vers le milieu de la seconde barre urgonienne

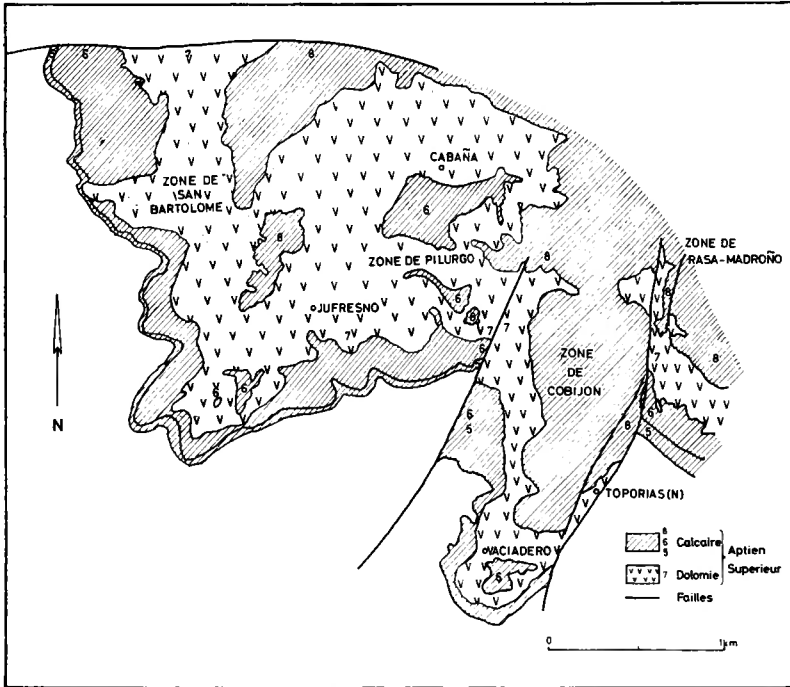


FIG. 5. — Carte géologique de la région d'Udias.
(d'après J.M. RIOS et A. ALMELA, 1957) De 5 à 8 les subdivisions stratigraphiques

[86], on peut penser que les minéralisations d'Udias se localisent à un niveau plus élevé que la couche inférieure exploitée à Reocin.

Nous examinerons successivement chacune des zones:

1. Zone de San Bartolomé

Elle se caractérise par d'importants dépôts calaminaires localisés dans les calcaires inférieurs de la seconde barre urgonienne et résultant du lessivage des minerais zincifères dans les dolomies supérieures.

2. Zone de Pilurgo

Cette zone groupe une série de petites exploitations dont Cabaña est la plus septentrionale et Jufresno la plus méridionale (fig. 5).

Les caractères généraux de la minéralisation pour l'ensemble de la région sont les suivants:

La *blende* brunâtre, surtout de remplissage, massive ou en nodules finement zonaires, est accompagnée de dolomite abondante à laquelle s'associe localement un peu de calcite; la blende zonaire en lits, fréquente à Reocin, n'a pas été observée ici.

La blende apparaît également en minces bandes parallèles au contact de la roche encaissante ou autour de blocs de dolomie isolés ou participant à une brèche.

Une structure particulière mérite d'être signalée: un mince liseré de dolomite blanche sépare fréquemment la blende soit des épontes, soit des fragments de dolomie enrobés par la gangue (*fig. 7 et 8, pl. 1*). Cette curieuse disposition correspond à un dépôt de dolomite antérieure à la blende et à un remplacement de la dolomie par la dolomite.

Le remplissage des fissures s'est d'ailleurs prolongé après la formation de la blende puisque cette dernière a été très souvent fracturée et recimentée par la dolomite; les remobilisations et les recristallisations ultérieures au dépôt de minerai sont évidentes. Cependant, la blende imprègne la roche encaissante sur les bords ou s'introduit intergranulairement; ce phénomène affecte de préférence la dolomie claire, mais existe aussi dans la dolomie noire.

La *galène* se rencontre à la fois dans la dolomite ou au sein de la blende; dans ce dernier cas, elle a souvent cristallisé la première (*fig. 8, pl. 1*); cependant, la galène associée à la dolomite moule la blende. Par rapport à Reocin, la galène est plus cristalline et de dimensions supérieures sans que sa teneur soit nécessairement plus élevée.

La *marcassite*, très rare, est associée à la dolomite et se rencontre davantage à proximité de fractures importantes.

La paragenèse peut se résumer comme suit:

- | | | |
|--------------------|----|---------------|
| 1. Blende (galène) | | 1. Galène |
| 2. Galène | ou | 2. Blende |
| 3. Marcassite | | 3. Marcassite |

associées à la dolomite qui s'est déposée avant et après les sulfures.

D'autre part, les sondages extérieurs révèlent que l'ensemble des minéralisations fissurales se dispose grossièrement suivant une zone subparallèle à la stratification. A Jufresno, le minerai

se présente obliquement et parallèlement au litage; dans ce dernier cas, la blende apparaît en minces rubans plus ou moins réunis entre eux par la gangue dolomitique ou en imprégnation plus ou moins concentrée en une couche, discontinue, peu puissante.

3. Zone de Cobijon

Ce district, compris entre deux failles radiales (*fig. 5*), a été le siège d'une série d'exploitations de calamine et de sulfures: blende et galène.

La blende brun clair présente l'un des aspects suivants:

- a) Massive et renfermant de la galène cristalline en gros cristaux ou en plages bien développées;
- b) En très petits grains disséminés, en îlots de dimensions irrégulières ou en minces bandes allongées sous forme d'imprégnation plus ou moins dense dans la dolomie.

La dolomite, en veinules, recoupe le minerai ou le moule; de rares grains de galène sont collés à la périphérie de la blende ou isolés dans la gangue. Ainsi, la blende est à la fois de remplissage et d'imprégnation, ce dernier caractère étant plus accusé que dans la zone précédente.

L'ordre de cristallisation des sulfures est le même que celui défini dans la zone de Pilurgo.

4. Zone de Rasa-Madroño

Le gisement, qui s'étend principalement au nord-est de la faille radiale limitant vers l'est la zone de Cobijon (*fig. 5*), comportait anciennement une couche très importante de calamines rouges situées à un niveau stratigraphique bien déterminé et d'une grande extension (3 km de longueur); sa direction était à peu près parallèle à la faille radiale qui cependant n'a pas influencé la minéralisation. Il existait trois niveaux minéralisés dont l'intermédiaire, puissant de 0,3 à 16 m et le plus important, constituait la couche principale; A. LAMARCHE [53] a reconnu trois niveaux minéralisés au nord-est du chantier marquant la fin de l'ancienne exploitation.

Nous définirons les types de minéralisations sulfurées qui ont échappé au lessivage.

La blende apparaît sous l'une des formes suivantes:

a) Pseudo-nodules finement zonaires au sein d'une dolomie noirâtre grenue, homogène (*fig. 4, pl. 1*). De l'extérieur vers l'intérieur, cette structure se compose d'une série de laies de blende zonaire séparées par des intercalaires stériles (*fig. 3, pl. 2-B*).

Chaque laie de blende comporte une bande supérieure de blende claire et une bande inférieure de blende foncée; de petits grains et aiguilles de galène s'observent dans les deux bandes mais davantage dans la blende claire. Au toit de la bande de blende zonaire de périphérie, dans la roche encaissante, on relève de petits grains de blende disséminés; au mur de chaque bande, il existe également de petits grains de blende dont le nombre diminue vers le bas.

L'enveloppe périphérique du pseudo-nodule peut se détacher partiellement de la masse principale (*fig. 4, pl. 1*), ce qui implique un développement au sein d'un matériau homogène non complètement induré.

b) Mince bande discontinue de blende zonaire renfermant des grains de galène et séparée de la roche encaissante par un mince liséré de dolomite; des veinules de dolomite recourent minerai et dolomie; le même phénomène a été observé dans la zone de Pilurgo.

c) Très petites sphérules de blende, isolées ou concentrées à la périphérie d'une dolomie sombre grenue venant en contact avec de la dolomite de remplissage. Les sphérules se composent d'une partie centrale brunâtre entourée par une couronne jaunâtre ou inversement.

d) Grains individualisés mais disposés en traînées sublinéaires ou en petits nodules déchiquetés au sein d'une dolomie homogène; de microscopiques grains de galène sont associés à la blende ou isolés dans la roche; vers le haut, la minéralisation s'arrête brusquement là où la texture de la dolomie se modifie (*fig. 3, pl. 2-A*). Ces fines structures témoignent — comme à Reocin — de légers remaniements à l'intérieur d'un sédiment non consolidé lors du processus de minéralisation.

e) Blende zonaire nodulaire de remplissage dont la structure est soulignée par de très fines bandes de blende jaunâtre au sein de la blende brunâtre. La partie centrale des nodules est soit de la blende jaunâtre, soit de la blende brunâtre cristallisant en dernier lieu à la périphérie.

La galène présente l'un des aspects suivants:

a) En imprégnation dans la dolomie et sous diverses formes cristallines: arborescente, en arête de poisson ou en croix; la blende moule localement les différentes formes;

b) En baguettes à l'intérieur de sphérules de blende; en gros grains ou en croix à l'intérieur de la blende zonaire; la galène a cristallisé avant la blende ou simultanément.

L'ordre de cristallisation peut se résumer comme suit: galène, blende claire ou blende brunâtre, blende brunâtre ou blende claire, blende brunâtre, dolomite.

En résumé, pour la zone de Rasa-Madroño, où le gisement primaire était stratiforme, les structures et les textures du minéral se rapprochent, plus que dans les trois autres zones, de celles décrites pour le secteur central de la mine de Reocin.

3. GISEMENTS DE LA FLORIDA

1. *Cadre géologique général*

Les gisements de La Florida sont localisés au sud de l'aire synclinale de San Vicente de la Barquera (*fig. 3 et 6*); la structure est assez régulière mais la proximité du massif asturien primaire se traduit par une réduction de la série stratigraphique [83].

Aux mines de La Florida, d'après les observations de L. MENGAUD [64], P. RAT [83] et J.M. VERDEJO [101], l'Aptien se présente comme suit, de la base au sommet:

1° Grès micacés, stériles, reposant sur les grès permotriasiens (6);

(6) D'âge wealdien pour L. MENGAUD et J.M. VERDEJO, ces terrains pourraient éventuellement, d'après P. RAT, se rattacher au niveau surmontant directement la première barre urgonienne.

- | | | |
|--|---|--|
| <p>2° a) Banc calcaire avec horizons fossilifères; localement dolomies: 23 m contre 60 m à Udias et Reocin;
 b) Marnes à faune abondante où prédominent les <i>Orbitolines</i>: 20 m contre 75 m à Udias et 66 m à Reocin;</p> | } | <p>Niveaux marins inférieurs</p> |
| <p>3° Calcaires et laies marneuses renfermant de nombreux fossiles: 25 m contre 55 m à Udias et 60 m à Reocin; ce calcaire constitue généralement le mur des exploitations minières de La Florida;</p> | } | <p>Première barre urgonienne</p> |
| <p>4° Banc de marne très irrégulier, fossilifère et de puissance inférieure à 3 m; ce niveau a 65 m à Udias et 75 m à Reocin (7);</p> | } | <p>Intercalation terrigène et marnes</p> |
| <p>5° a) Dolomies minéralisées: 50 à 90 m;
 b) Calcaire à <i>Pseudotoucasia santanderensis</i>, <i>Praeradiolites</i>, <i>Polyconites</i> (70 à 80 m) [64]; au tiers inférieur du niveau, il existe un mince lit de dolomie [101];</p> | } | <p>Seconde barre urgonienne</p> |
| <p>6° Début d'une épaisse série de grès tendres, micacés, pyriteux avec des argiles noires schisteuses et des veinules de lignite.</p> | } | <p>Complexe gréseux supra-urgonien</p> |

Toutes les puissances indiquées sont des puissances moyennes.

Par comparaison avec Reocin et Udias, le complexe urgonien est réduit mais tandis que pour L. MENGAUD et P. RAT, seuls les calcaires urgoniens supérieurs, précédés de couches à *Orbitolines* recouvriraient le Primaire des Asturies, pour J.M. VERDEJO, les niveaux inférieurs seraient représentés.

(7) L'horizon marneux à *Exogyra latissima* n'existe pas dans cette région.

Deux systèmes de failles ont été reconnus (*fig. 6*).

2. Localisation, allure et nature de la minéralisation

Nous résumerons les connaissances métallogéniques relatives à ce district minier d'après l'important travail de J. M. VERDEJO [101] et des observations antérieures de J. BALCON [7]. Nous y ajouterons quelques résultats d'une étude personnelle.

Dans les dolomies aptiennes, on distingue successivement d'est en ouest, cinq mines principales: Cuevanos, Braña Escondida, Primera, Isidra et La Cuerre (*fig. 6*); seules les quatre dernières seront considérées.

Les gisements se présentent en une série de bandes étroites (30 à 50 m maximum), peu puissantes (0,30 à 2 m), allongées suivant le pendage nord (de l'ordre de 35 à 37°) et disposées en éventail depuis Braña Escondida (presque Nord-Sud) jusqu'à La Cuerre (Est-Sud-Est-Ouest-Nord-Ouest).

Le minerai paraît localisé suivant trois horizons dolomitiques, à la rencontre de ces derniers avec des failles; il existerait également une minéralisation fissurale indépendante de ces niveaux.

Pour les trois horizons favorables, on constate qu'à partir d'Isidra, les deux horizons supérieurs sont plus minéralisés vers l'ouest tandis que l'horizon inférieur est plus riche vers l'est; les puissances de ces couches discontinues seront fournies pour chacune des mines. La corrélation avec les couches de Reocin paraît être la suivante:

a) La minéralisation inférieure correspondrait à la couche moyenne car elle est associée à de la dolomie noire, rapportée à l'horizon D;

b) La minéralisation supérieure se rattacherait à la couche supérieure car les horizons E et H ainsi que les fossiles de la base et du sommet de l'horizon I y auraient été reconnus.

Les minéraux observés dans les différentes mines sont les suivants: blende, galène, pyrite, marcassite, barytine, dolomite et calcite.

La *blende*, généralement claire, imprègne la dolomie encaissante ou remplit des fissures ou des géodes.

La *galène* est associée à la blende et sa teneur plus élevée vers les bords des masses minéralisées indique, comme à Reocin, la proximité de zones stériles; elle s'observe également dans des géodes ainsi qu'au contact avec des terrains détritiques supérieurs, telles les marnes (voir p. 46, 4^o) mises au contact par faille avec le calcaire gargasien sus-jacent (voir p. 46, 5^o, b).

La *pyrite-marcassite*, micro-grulaire, se rencontre localement en faible quantité dans certaines mines, mais toujours en relation avec des failles.

La *barytine* s'observe uniquement dans les parties supérieures du gisement de La Primera.

L'association *dolomite-calcite* est générale.

La paragenèse de Reocin se retrouverait dans le district de La Florida; cependant, d'après J.M. VERDEJO, la blende claire précéderait généralement la blende foncée.

Quant à la barytine, elle aurait cristallisé simultanément avec la blende claire; la pyrite présenterait des limites de dépôt imprécises; la dolomite et la calcite caractériseraient la fin du processus de minéralisation.

Le minerai est considéré comme d'origine hydrothermale pour les raisons suivantes: apparition de barytine dans les zones supérieures du gisement de La Primera; relation entre minéralisation, failles et géodes; existence de fragments ou de grains de dolomie au sein du minerai [101]. Enfin, pour le même auteur, les dolomies seraient d'origine hydrothermale et associées aux failles.

3. Examen des quatre mines principales

A. Braña Escondida

Caractères essentiels

La minéralisation en blende, contenant des cristaux de galène formés par substitution, apparaît sous forme d'une bande étroite

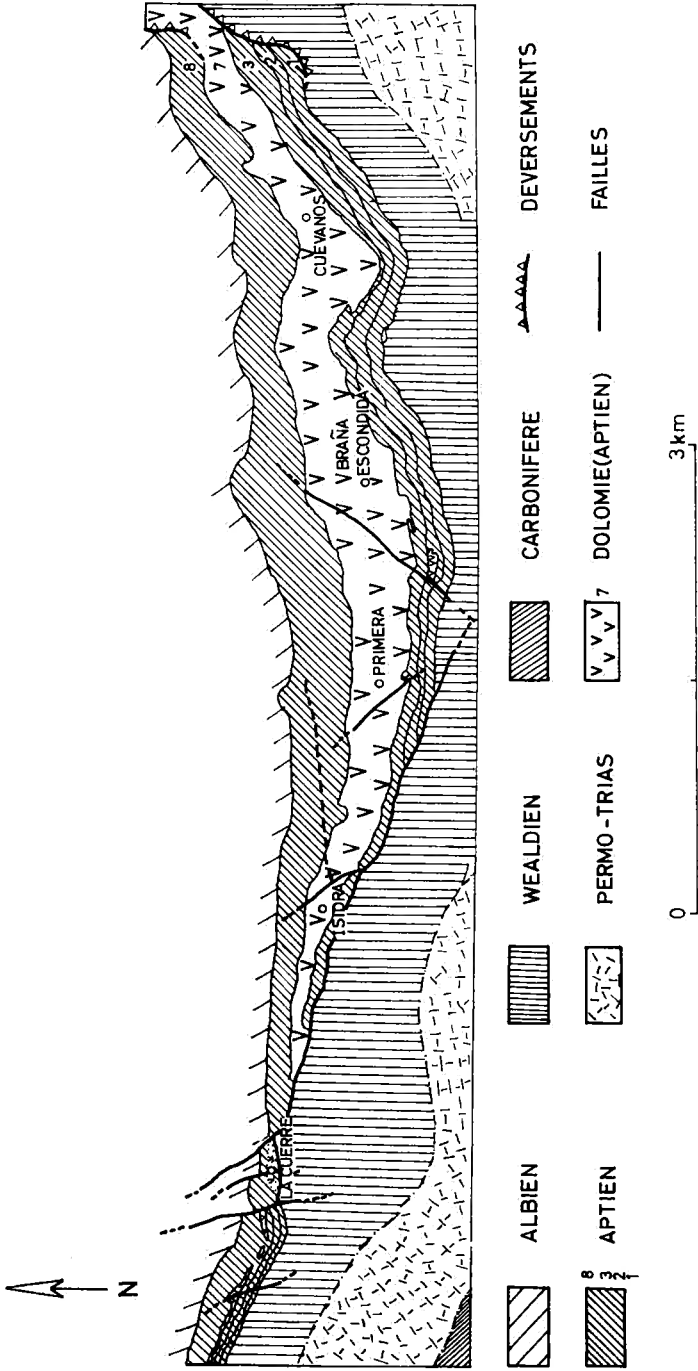


FIG. 6. — Situation géologique de La Florida (d'après J.M. VERDEJO, 1962)
De 1 à 8, les subdivisions stratigraphiques.

(30 m maximum) et allongée (au moins 200 m) suivant la ligne de plus grande pente; un miroir de faille s'observerait au sommet de la couche laquelle, d'après les sondages, ne se prolongerait pas en aval.

Trois facteurs justifieraient la localisation du minerai:

1. Les caractères originels favorables de la roche sédimentaire;
2. Des fissures méridiennes responsables de la disposition en minces bandes;
3. Le miroir de faille [7].

Pour ma part, j'ai relevé les observations suivantes:

1. Au sein du minerai, visible sur 0,40 à 0,80 m de puissance, il subsiste, comme à Reocin, de fins lits de dolomite blanche parallèles à la stratification;
2. La blende brun foncé, renfermant de la galène cristalline bien développée (cubes de 1 à 2 cm), se présente sous forme de remplissage ou d'imprégnation dans la roche encaissante; ce dernier type est plus développé en bordure des cavités, tapissées de dolomite. De la galène, associée à la gangue, moule localement la blende.

L'ordre de cristallisation est le suivant: galène, blende (galène), galène associée à la dolomite.

B. *Primera*

Caractères principaux

En affleurement, le minerai est localisé dans deux couches séparées par une intercalation stérile puissante de 10 m:

1. Couche supérieure renfermant de la barytine;
2. Couche inférieure sans barytine.

En profondeur, ces deux couches se poursuivent jusqu'à un niveau principal d'exploitation où elles sont plus rapprochées qu'à la surface. En aval de ce niveau, deux horizons, séparés par un intervalle stérile de 2 m environ et ne renfermant pas de barytine, s'observent encore: il pourrait s'agir des deux mêmes couches ou d'un dédoublement de la couche inférieure.

Plus bas encore, trois horizons minéralisés ont été recoupés par sondages; c'est à l'horizon inférieur que se raccorderait la minéralisation de Braña Escondida [7].

J'ajouterai quelques observations personnelles:

1. La minéralisation est parfois contrôlée par deux directions de fissures: l'une parallèle et l'autre perpendiculaire à la stratification; au toit et au mur de la couche, ces fissures disparaissent; il en résulte que la blende zonaire en lits, comme à Reocin, est interrompue par des lits de dolomite parallèles à la stratification; les bandes de blende, constituées d'un assemblage de grains et renfermant de petits grains de galène, sont séparées l'une de l'autre par de minces intercalations stériles de dolomie.

De rares nodules de marcassite sont parfois associés au minerai.

2. La blende peut également se présenter sous les deux formes suivantes:

a) Blende brunâtre d'imprégnation en bordure des cavités et diminuant d'importance vers l'intérieur de la roche encaissante; de la dolomite comble les vides et de très rares grains de pyrite moulent la blende; quelques grains de galène sont associés à la blende ou moulent celle-ci;

b) Blende zonaire nodulaire dont la partie centrale est occupée par de la blende claire ou brunâtre, un liséré de blende jaunâtre s'observant souvent vers la périphérie.

De la galène cristalline apparaît à la fois au sein de la blende et dans la dolomite de remplissage. Les nodules de blende zonaire ont été eux-mêmes fracturés et recimentés par la gangue .

L'ordre de cristallisation est galène, blende foncée ou blende claire (galène), blende claire ou blende foncée (galène), blende claire, galène associée à la gangue dolomitique.

3. En affleurement, la blende, associée à la barytine lamellaire et imprégnant la roche encaissante, est de teinte plus claire que celle observée en profondeur; de très petits grains de galène accompagnent la blende. Des îlots de blende sont englobés par la barytine; de fines aiguilles de barytine imprègnent également la dolomie. La barytine est postérieure à la blende.

C. *Isidra*

D'après J.M. VERDEJO [101], à partir du calcaire du mur, la coupe dans les dolomies serait la suivante:

1. Dolomie blanche, légèrement poreuse: 20,50 m;
2. Marne gréseuse: 5,30 m;
3. Dolomie blanche: 7,60 m;
4. Dolomie noire avec spath calcaire et généralement minéralisée: 2,30 m (cette dolomie correspondrait à la partie moyenne de l'horizon D de Reocin ou à la couche moyenne exploitée);
5. Dolomie blanche: 18,30 m;
6. Zone minéralisée: 9,10 m (dolomie poreuse et fossilifère rattachée à l'horizon E de Reocin ou à la couche supérieure exploitée);
7. Dolomie renfermant des fossiles analogues à ceux observés à la base de l'horizon I de Reocin.

Les échantillons que j'ai recueillis dans la zone minéralisée supérieure, montrent que la blende est surtout d'imprégnation à la périphérie de la dolomie encaissante.

L'ordre de cristallisation est: blende claire ou blende foncée (galène), blende foncée ou blende claire (galène), puis galène associée à la gangue de dolomite.

D. *La Cuerre*

1. Dans la mine, une faille importante met en contact anormal le Wealdien avec les dolomies aptiennes; la pyrite, parfois abondante, est localisée le long de cet accident.

2. D'après J.M. VERDEJO [101], il existerait à La Cuerre, trois horizons minéralisés, dont l'inférieur très peu représenté, qui seraient en relation étroite avec des failles; ceci expliquerait la tendance marquée de toutes les rampes d'exploitation du gisement de La Florida à s'orienter non suivant la ligne de plus grande pente mais en légère déviation vers le sud-est, suivant le système principal de faille NW-SE.

J'ai observé que:

1. La pyrite microgrenue, le long du contact anormal Wealdien/Aptien supérieur, cimente parfois les éléments d'une brèche;

2. La blende apparaît sous les deux formes suivantes:

- a) Blende zonaire en lits renfermant des grains de galène de plus grande dimension qu'à Reocin;
- b) Blende foncée contenant quelques grains de galène et se présentant parfois en nodules zonaires avec minces bandes de blende jaunâtre; les nodules sont souvent fracturés et recimentés par de la dolomite qui contient quelques grains de galène et de minuscules grains de pyrite moulant la blende.

L'ordre de cristallisation se présente comme suit: blende (galène), galène, pyrite associée à la gangue dolomitique.

Pour l'ensemble des gisements d'Udias et de La Florida, comme à Reocin, la détermination des valeurs moyennes du rapport MgO/CaO et des teneurs en éléments insolubles et en fer pour les dolomies crèmes de la région, ne fait apparaître aucune loi de variation de l'un de ces éléments en fonction des deux autres ou de la distribution spatiale; c'est ce qui ressort des résultats d'analyses consignés ci-dessous:

TABLEAU III

Détermination du rapport MgO/CaO, des teneurs en éléments insolubles et en fer pour « Udias »

Zones	Limites de variations			Valeur moyenne		
	MgO/CaO	Insolubles	Fe	MgO/CaO	Insolubles	Fe
1. San Bartolomé	0,505-0,647	0,20-1,20	1,57-5,94	0,570	0,54	3,13
2. Pilurgo	0,423-0,580	0,30-5,90	2,58-6,23	0,512	0,79	5,01
3. Cobijon	0,465-0,585	0,20-3,00	0,75-6,20	0,549	0,61	1,95
4. Rasa-Madroño	0,532-0,579	0,20-1,35	4,76-7,55	0,559	0,54	5,30

TABLEAU IV

*Détermination du rapport MgO/CaO, des teneurs en éléments insolubles
et en fer pour « La Florida »*

	Limites de variations	Valeur moyenne
MgO/CaO	0,52 - 0,63	0,59
Fe	0,71 - 4,74	2,55
Insolubles	0,15 - 0,70	0,51

IV. RECHERCHES SPECIALES SUR LES SEDIMENTS ET LES MINERAIS

1. ETUDE DES SÉDIMENTS

A. Teneur en matières organiques

Etant donné le rôle important joué par les matières organiques lors du processus de précipitation des sulfures dans des environnements à sédimentation ralentie, des analyses (8) ont porté sur une série d'échantillons de dolomie noire de l'horizon A, de marnes provenant de quelques interlits et de roches dolomítico-gréseuses prélevées dans l'horizon G ou dans les brèches de l'horizon B.

Les résultats, consignés ci-dessous, indiquent que les teneurs s'élèvent progressivement en passant des dolomies aux marnes.

	Valeurs limites	Valeurs moyennes
Dolomies noires	0,21 à 1,2 %	0,62 %
Dolomies gréseuses	1,09 à 1,4 %	1,27 %
Marnes	2,5 à 4,7 %	3,72 %

Dans ces dernières, la matière organique a certainement pu intervenir comme élément réducteur. Par contre, rien n'exclut que les faibles teneurs actuellement observées dans les autres sédiments résultent d'une destruction par les bactéries anaérobies ou d'une élimination partielle lors des processus diagénétiques.

B. Détermination des minéraux argileux (9)

L'examen d'échantillons de marnes ou de matériaux dolomítico-marneux, recueillis en différents points de la stampe miné-

(8) Analyses par R. LECLERCQ, Ingénieur Chimiste A.I.Lg que je remercie sincèrement.

(9) Les analyses qualitatives et quantitatives des minéraux argileux ont été faites par MM. P. BOURGUIGNON et J. THOREZ de l'Institut de Minéralogie de l'Université de Liège; je leur exprime ma reconnaissance.

ralisée dans les secteurs central et occidental du gisement de Reocin, fait apparaître que l'association de minéraux argileux ne comporte que deux constituants principaux: illite et chlorite ferreuse. Toutefois, une très faible proportion de kaolinite pourrait se mêler à la phase argileuse.

Il semble que le lit marneux coiffant l'horizon A renferme principalement de l'illite dont les pourcentages oscilleraient entre 80 et 100 %. Par contre, pour les lits marneux intercalés dans les horizons supérieurs D, F, G et H, le pourcentage en illite serait de l'ordre de 40 à 60 %. Quant à la plus grande abondance de chlorite, elle pourrait s'expliquer soit par une plus grande stabilité de ce minéral dans un milieu plus salin, soit par des différences dans les conditions du milieu. D'après G. MILLOT [65, 66], l'association minéralogique envisagée caractérise un milieu marin ou lagunaire à pH alcalin.

On trouve une confirmation de cette hypothèse si l'on tient compte de la distribution des fossiles dans la stampe minéralisée: les sédiments surmontant l'horizon A se sont déposés dans un milieu à caractère plus franchement marin que le matériau sous-jacent.

C. Dosage du strontium dans les dolomies (10)

Aucune relation nette et systématique n'existant entre les phénomènes de minéralisation et de dolomitisation observés aux gisements de Reocin, d'Udias et de La Florida, nous avons recherché si une loi de variation du rapport Ca/Sr n'apparaîtrait pas entre dolomies minéralisées et stériles, le Sr étant souvent en liaison étroite avec les organismes. Malheureusement, les dosages du Ca et du Sr par spectrophotométrie de flamme sur une série d'échantillons de dolomies fossilifères ou non de Reocin ont confirmé la grande analogie des roches dolomitiques indépendamment de leur degré de minéralisation.

(10) Dosage effectué par R. LECLERCQ.

	Valeurs limites de $\text{Ca/Sr} \times 10^{-2}$
Niveaux stériles	2,99 - 3,46
Niveaux minéralisés	3,09 - 3,62

2. ÉTUDE DES MINÉRAIS

A. Analyses chimiques et spectrographiques

Dans la région étudiée, outre les minerais dans les dolomies de l'Aptien supérieur, il existe des minéralisations dans le Calcaire carbonifère. Ces dernières — généralement considérées comme téléthermales — se distinguent de celles de l'Aptien par les caractères minéralogiques et structuraux suivants:

- a) Elles ne se rattachent pas nécessairement à un faciès dolomitique et sont plus variées: outre la blende, la calamine et la galène, on y observe la chalcopryrite, l'azurite, la malachite, l'oligiste, le cinabre, la barytine, le bismuth et les sulfosels de bismuth et de cuivre [67];
- b) Elles paraissent davantage en liaison avec des accidents tectoniques;
- c) La blende ne se présente jamais en allure stratiforme comme à Reocin.

Sur la base d'analyses chimiques et spectrographiques de minerais ou de minéraux identiques, il était intéressant d'établir non seulement si les gisements de l'Aptien présentaient ou non des différences géochimiques entre eux mais aussi si les gisements du Calcaire carbonifère et de l'Aptien constituaient une seule ou deux entités métallogéniques.

Les prélèvements de minéraux et de minerais ont été réalisés aux endroits ci-après (*fig. 3*):

- a) Reocin, Udias, La Florida, San José et Oreña dans l'Aptien supérieur;
 - b) Aliva (Pics d'Europe), Caldas de Besaya et Mont Jerrafil (Sud de Torrelavega) dans le Calcaire carbonifère,
- et les diverses analyses ont conduit aux résultats suivants:

1. Analyses chimiques et (ou) spectrographiques de *minerais* ou de *concentrés* de blende provenant de Reocin, Udias, La Florida, Oreña et Aliva.

TABLEAU V
Dosages dans trois minerais de blende de Reocin (11)

Eléments	Blende crue %	Blende crue %	Blende calcinée %
Zn		59,18	65,41
Pb		1,63	1,52
Cd	0,093	0,077	0,12
Cu	0,032	0,025	0,023
As	traces	0,0037	0,004
Sb	0,0016	0,0047	0,004
Sn	0		0
Fe		4,40	6,60
Mn	0,009	0,03	0,008
Ni	0,0005	traces	0,0012
Co	0,0032	0,002	0,0007
Bi		0,0077	
Ge	0,0012	0,0015	0,0016
Ag	7 ppm	6 ppm	6 ppm
Hg	0		

(11) Les analyses mentionnées aux tableaux V à X ont été effectuées aux laboratoires de la Compagnie Royale Asturienne des Mines; à tous ceux qui ont collaboré à ces travaux, j'adresse mes plus vifs remerciements.

TABLEAU VI

Dosages dans deux concentrés de blende des gisements d'Oreña et des Pics d'Europe

Eléments	Oreña (12)	Pics d'Europe
Cd	0,06	0,04
Cu	0,064	0,029
As	0	0,001
Ni	0,0003	0,0001
Co	0,0028	0,0026
Ag (gr/T)	14	52
Mn	0,023	0,004
Hg	0	0,11
Ge	0	0

TABLEAU VII

Dosages dans trois concentrés de blende du district de La Florida

Eléments	Capa Negra %	Capa Barita %	Mina Cuerre %
Cd	0,033	0,030	0,052
Cu	0,020	0,034	0,034
Sn	0	0	traces
As	traces	traces	traces
Sb	0,0016	0,0035	0,0040
Ni	0,0004	0,0005	0,0015
Co	0,0018	0,0022	0,037
Ag	10 ppm	46 ppm	22 ppm
Ge	0,00071	0,00065	0,0013
Mn	0,0167	0,029	0,031
Hg	0,020	0,15	0,020

(12) Au nord-est d'Udias, dans les dolomies de l'Aptien supérieur.

TABEAU VIII
Dosages chimiques et spectrographiques de minerais de blende de Roctin

Couches	Dosages chimiques					Dosages spectrographiques					
	Zn	Fe	As	Pb	Ag	Hg	Sb	Sn	Ge		
CS											
Ech. 1	12,15	14,73	0,036	7,02	< 0,00005	n.d.	0,01000	< 0,0001	< 0,0001		
Ech. 2	36,76	4,79	0,009	4,91	0,0004	n.d.	0,00330	< 0,0001	0,00037		
CM											
B.S											
Ech. 3	35,65	6,77	0,028	6,27	< 0,00005	n.d.	0,00640	< 0,0001	< 0,00010		
Ech. 4	48,98	4,63	0,017	5,81	< 0,00005	n.d.	0,00089	< 0,0001	0,00080		
B.I											
Ech. 5	32,18	6,92	0,036	0,37	< 0,00005	n.d.	0,00069	< 0,0001	0,00072		
Ech. 6	35,59	10,67	0,025	1,92	< 0,00005	n.d.	0,00072	< 0,0001	0,00043		
CI											
B.S											
Ech. 7	40,48	7,55	0,041	0,72	< 0,00005	n.d.	0,00030	< 0,0001	0,00026		
Ech. 8	46,91	10,87	0,027	0,24	< 0,00005	n.d.	0,00024	< 0,0001	0,00025		
B.I											
Ech. 9	33,30	7,86	0,018	2,98	< 0,00005	n.d.	0,00050	< 0,0001	0,00045		
Ech. 10	38,81	5,10	0,009	6,83	< 0,00005	n.d.	0,00023	< 0,0001	0,00029		

C.S. = couche supérieure exploitée
 C.M. = couche moyenne exploitée
 C.I. = couche inférieure exploitée

B.S. = branche supérieure
 B.I. = branche inférieure

Ech. = échantillon
 n.d. = non détecté

TABLEAU IX
Dosages chimiques et spectrographiques de minerais de blende des mines d'Udias, de La Florida et d'Aliva (Pits d'Europe)

Types d'échantillon	Dosages chimiques						Dosages spectrographiques					
	% Cu	% Zn	% Fe	% As	% Pb	% Ag	% Hg	% Sb	% Sn	% Ge		
Blende d'Udias (+ galène)	n.d.	24,80	2,81	0,017	24,18	0,0046	n.d.	0,010	0,0001	0,0001		
Blende de La Florida	0,10	38,25	2,03	0,010	3,91	0,0038	n.d.	0,010	0,0001	0,00045		
Blende de La Florida	n.d.	32,32	2,34	0,018	0,75	n.d.	n.d.	0,00075	0,0001	0,0001		
Blende d'Aliva	0,20	51,39	0,48	0,025	4,29	0,0132	n.d.	0,040	0,00035	0,0002		
Blende d'Aliva	0,05	55,74	0,73	0,010	3,36	0,0008	n.d.	0,0001	0,00012	0,0001		
Blende d'Aliva	0,05	65,72	0,52	0,018	n.d.	n.d.	n.d.	0,0001	0,00046	0,00016		

n.d. = non détecté.

TABLEAU X

Dosage spectrographique dans une marcassite et une melnicovite-pyrite de Reocin (13)

	Co %	Ni %	Co/Ni	As %	Se %
Marcassite pure	0,0035	0,0040	< 1	0,008	< 0,005
Melnicovite-pyrite associée à une faible proportion de marcassite	0,0092	0,15	< 1	0,024	< 0,005

(13) Ces deux échantillons ont été prélevés en un même point de la couche inférieure exploitée. De ces deux analyses, il apparaît clairement que le Co, le Ni et l'As sont davantage concentrés dans la melnicovite-pyrite, montrant par là l'importance de justifier la forme cristallographique d'un minéral lors d'un dosage d'éléments.

TABLEAU XI
Dosage colorimétrique du Ni et du Co dans les marcassites et les pyrites (14)

Formes cristallographiques et degré de pureté *	Lieux de prélèvement			Co ppm	Ni ppm	Co/Ni
	Secteur ou district		Horizons			
	Mines					
Marcassite (melnicovite-pyrite; blende et galène en traces)	Reocin	S.C.	A	< 15	< 50	?
Marcassite pure	Reocin	S.C.	A	< 15	< 50	?
Marcassite (melnicovite-pyrite)	Reocin	Limite : S.C./S.W.	A	< 15	525	< 1
Marcassite (melnicovite-pyrite; blende en traces)	Reocin	S.W.	A	< 15	534	< 1
Marcassite pure (dolomite de remplissage)	Reocin	S.C.	B; C.I.	< 15	149	< 1
Marcassite pure	Reocin	S.W.	B; C.I.	< 15	100	< 1
Marcassite (melnicovite-pyrite; blende en traces)	Reocin	S.C.	B; C.M.	< 15	34	< 1
Marcassite (melnicovite-pyrite; blende en traces)	Reocin	S.C.	G; C.S.	< 15	< 10	?
Marcassite (dolomite blanche de remplissage; blende en traces)	Reocin	S.E.	Faille	< 15	34	< 1
Pyrite pure	Reocin	S.E.	Fracture	< 15	72	< 1
Marcassite pure	San José	Oreña	Fracture	< 15	165	< 1
Pyrite pure	La Cuerre	La Florida	Faille	< 15	62	< 1

S.C. = secteur central
S.W. = secteur occidental

S.E. = secteur oriental
C.I. = couche inférieure exploitée

C.M. = couche moyenne exploitée
C.S. = couche supérieure exploitée

(14) Analyses faites par R. LECLERCQ (méthodes adoptées: 1. extraction du composé de Ni avec la diméthylglyoxime par le chloroforme; 2. extraction du composé de Co par le 1-nitroso - 2-naphtol - G. CHARLOT, Dosages colorimétriques des éléments minéraux. Principes et méthodes, Masson, 1961).

* La melnicovite-pyrite étant presque toujours associée à la marcassite, il a été très difficile de l'éliminer complètement lors des séparations.

2. Analyse spectrographique proprement dite (15) (voir tableaux XII, XIII et XIV).

L'étude qualitative à semi-quantitative, portant sur un nombre limité d'analyses, a pour objectifs de:

a) Comparer les oligo-éléments dans les blendes et les galènes de Reocin, d'Udias et de La Florida (*fig. 3*);

b) Déterminer les oligo-éléments dans les marcassites et les pyrites de Reocin, de San José et de La Florida (*fig. 3*);

c) Comparer les oligo-éléments dans les blendes, les galènes et les barytines recueillies dans l'Aptien supérieur (Reocin, Udias, La Florida) et d'autre part dans le Calcaire carbonifère (Aliva, Caldas de Besaya, Mont Jerrafil) (*fig. 3*).

L'ensemble de ces études nous conduit aux résultats suivants:

Gisements de l'Aptien supérieur

1. Dans les blendes des trois couches exploitées du secteur central de Reocin, il n'apparaît pas de loi de distribution des oligo-éléments As, Ag, Sb et Ge;

2. Les blendes de Reocin paraissent plus riches en Fe que celles d'Udias et de La Florida;

3. Le Cu et l'Ag ont été décelés dans les blendes de Reocin, d'Udias, de La Florida et d'Oreña;

4. Les blendes et les galènes d'Udias et de La Florida semblent plus argentifères qu'à Reocin;

5. Dans huit marcassites, une pyrite et une melnicovite de Reocin ainsi que dans une pyrite de La Cuerre (La Florida), le pourcentage en Co est < 100 ppm avec $Co < Ni$;

6. Au contraire de la pyrite de La Cuerre (La Florida), les marcassites et les pyrites de San José (Oreña), de La Primera (La Florida) et de Reocin ne renferment pas de thallium. Ces données jointes à celles fournies en 5, suggèrent une origine sédimentaire des sulfures [20, 28, 31].

(15) Ces analyses ont été réalisées au laboratoire du Centre National de la Recherche Métallurgique à Liège; que M. HANS, Chef de Service, et ses collaborateurs trouvent ici l'expression de ma gratitude.

Comparaison entre les gisements aptiens et carbonifères

1. Le Hg n'a été détecté que dans les blendes des Pics d'Europe et de La Florida;

2. La blende des Pics d'Europe, très riche en Zn, est plus pauvre en Mn que celle de Reocin, d'Udias, de La Florida et d'Oreña.

3. La blende des Pics d'Europe ne renferme qu'un faible pourcentage en Fe comparativement à Reocin, Udias et La Florida;

4. Des traces certaines d'Sn existent dans la blende des Pics d'Europe;

5. Les blendes du Calcaire carbonifère sont généralement plus argentifères et cuprifères que celles de Reocin, d'Udias, de La Florida et d'Oreña. A Caldas de Besaya, la blende recèle du Tl tandis que la blende des Pics d'Europe présente parfois des traces de Ga;

6. Les galènes de La Florida paraissent plus riches en Sb que celles de Reocin, d'Udias et du Calcaire carbonifère;

7. Les galènes du Calcaire carbonifère sont nettement plus argentifères et cuprifères que celles de Reocin, d'Udias et de La Florida;

8. Le Cu et le Sr ont été décelés dans les barytines des mines La Primera (La Florida) et Nieves (Calcaire carbonifère).

Conclusions

1. Les pyrites et marcassites de Reocin pourraient être d'origine sédimentaire;

2. Si les solutions minéralisatrices qui ont donné naissance aux gisements de l'Aptien supérieur et du Calcaire carbonifère dérivent d'un même magma éloigné, la plus grande abondance de cuivre et d'argent dans les blendes et les galènes du Calcaire carbonifère ainsi que la présence de traces certaines d'Sn dans les blendes des Pics d'Europe indiqueraient que les minéralisations du Calcaire carbonifère se sont formées à une température supérieure à celle de Reocin, d'Udias et de La Florida;

3. Le fait qu'à La Florida, la barytine, la pyrite et la blende contiennent du cuivre, que les galènes sont localement argentifères et que la blende renferme parfois du Hg, signifie peut-être que cette zone minéralisée se rattache plus directement à celle du Calcaire carbonifère;

B. Détermination de la température de formation des blendes

L'analyse d'une série d'échantillons provenant des divers gisements étudiés montre que les dimensions des mailles des blendes, quelle que soit leur teinte, sont faibles et varient entre des limites très étroites; elles correspondraient à des températures inférieures à 138° C [52, 95].

Toutefois, les blendes des Pics d'Europe, à faibles teneurs en Fe, ne s'étant vraisemblablement pas formées en milieu saturé en fer, on peut penser qu'elles ont cristallisé à une température plus élevée que celles de Reocin, étroitement associées à la marcassite et à la melnicovite-pyrite et pour lesquelles la température de formation serait inférieure à 125° C.

TABLEAU XII. — OLIGO-ELEMENTS DANS LES BLENDES

Nos	Degré de pureté	Mines	Secteurs Districts	Horizons	Cu	Fe	Zn	Pb	Mn	Ge	Tl	Cd	Ag	Sn	Ga	As
F _{II} 7	Blende (galène, marcassite en traces)	Reocin	S.C	A-CI	0	1,5+	5+	4+	1+	0	0	1+	0	0	0	0
" 8	Blende (galène, marcassite en traces)	"	"	B-CM	2+	1+	5+	3+	0,5+	t	"	0	0	"	"	"
" 9	Blende (galène en traces)	"	"	B-CM	1+	2,5+	6+	2+	2,5+	0	"	1+	1+	"	"	"
" 10	Blende (galène; marcassite en traces)	"	"	E-CS	2+	2+	5,5+	1,5+	2+	0	"	1+	2+	"	"	"
" 11	Blende (galène; marcassite en traces)	"	"	D-CS/CM	t	2+	5+	3+	2+	0	"	1+	0,5+	"	"	"
" 12	Blende (galène; marcassite en traces)	"	"	Minéralisation fiss. au-dessus de C.I	0	1,5+	5+	4+	0,5+	t	"	0,5+	0	"	"	"
" 13	Blende (galène; marcassite en traces)	"	"	Minéralisation fiss. au-dessous de C.S	0	0,5+	7+	4+	0	0	"	1+	0 à t	"	"	"
" 14	Blende (galène; marcassite en traces)	"	SW	A-CI	0 à t	1+	6+	4+	0,5+	0	"	1+	0,5+	"	"	"
" 15	Blende (galène et marcassite)	"	SE	"	0 à t	1+	5,5+	5+	t	t	"	0,5+	0,5+	"	"	"
" 16	Blende (galène et dolomite en traces)	Cabaña	District	-	0 à t	0,5+	5,5+	2+	0	t	"	1+	1+	"	"	t
" 17	Blende (galène; marcassite en traces)	Madroño	d'Udias	-	2+	1+	6+	3+	0,5+	t	"	1+	2,5+	"	"	0
F _{III} 1	Blende (galène)	Vacierno	"	-	1+	t	6+	2+	0	0	"	2+	2+	"	"	"
" 2	Blende (galène; marcassite en traces)	Jufresno	"	-	0	1+	6+	2,5+	0	t	"	2+	1+	"	"	"
I " 3	Blende (galène et dolomite en traces)	Braña	District de Escandida	-	0 à t	1,5+	6+	2+	1,5+	0	"	2+	0	"	"	"
" 4	Blende caramélisée pure	Aliva	Calcaire Carbonifère	-	2+	0 à t	6+	t	0	0 à t	"	2+	0	0 à t	0,5+	"
F _{IV} 13	Blende caramélisée (galène et calcite en traces)	"	(Pics d'Europe)	-	2+	t	6+	2+	0	0	"	2+	2+	t	0	"
" 14	Blende (galène)	"	"	-	2+	0 à t	6+	3+	0	0	"	2+	3+	0	0	"
F _V 5	Blende (galène et calcite en traces)	Caldas de Besaya	(sud de Torrelavega)	-	3+	1+	4+	2+	t	0	t	2+	2+	0	0	"

Eléments recherchés et non détectés

Hg, Sb, Ni, Co, Bo, Ba, Sr, Bi, Au, In, Y₂, W, Be, Ta, Pt, Zr, Mo, Te, Nb, Cr, U, Th.

Eléments non dosés

Cl, P, Se, Na, Si, Al, Ca, K.

S.C : secteur central
S.W : secteur occidental

S.E : secteur oriental
C.I : couche inférieure exploitée

C.M : couche moyenne exploitée
C.S : couche supérieure exploitée

Analyses spectrographiques: arc continu.
Fr... = n° du film.
1, 2, ... = n° des spectres.

TABIEAU XIII. — OLIGO-ELEMENTS DANS LES GALÈNES

Nos	Degré de pureté	Mines	Secteurs	Horizons	Cu	Fe	Zn	Pb	Mn	Ag	Cd	Sb	Sr
			Districts										
F _{III} 9	Galène (blende en traces)	Reocin	S.C	B-C.I	0	1+	2+	6+	t	0	0,5+	0	0
" 10	Galène (blende en faibles traces)	"	"	B-C.I/C.M	0 à t	0,5+	t	6+	0	0	t	0	0
F _{IV} 8	Galène (blende en traces)	"	"	B-C.M	1+	2+	2+	4+	0	0	0	0	0
" 9	Galène (blende et marcassite en traces)	"	"	E-C.S	0	"	2+	6+	0	t	0,5+	t	0
" 10	Galène (blende et marcassite en traces)	"	S.W	B-C.I	0	"	3+	6+	t	0,5+	0,5+	t	0
" 11	Galène (blende en traces)	"	S.C	G-C.S	t	"	1,5+	5+	0	0	t	0	0
" 12	Galène (blende en traces)	"	S.W	B-C.I	0	"	1,5+	5+	0	0	t	0	0
F _{III} 11	Galène (blende en faibles traces)	Toporias	District d'Udies (N)	-	0	0	t à 0,5+	3+	t	0	0	0	0
" 12	Galène (blende et dolomite en traces)	Cabaña	"	-	0 à t	0,5+	2+	6+	1+	1+	1+	t	0
" 13	Galène (blende en traces)	Madrño	"	-	1+	1,5+	2+	"	1+	2+	1,5+	t	0
" 14	Galène (blende en traces)	Nacidero	"	-	0	1,5+	2+	"	t	1+	0,5+	0 à t	0
F _{IV} 1	Galène (blende en traces)	Jufresno	"	-	0	t	1+	"	0	0	0	0	0
F _{IV} 2	Galène (blende et dolomite en traces)	Isidra	District de la Florida	-	1+	1+	2+	"	0	2+	t	0,5+	0
F _{IV} 3	Galène (blende en traces)	Braña	"	-	0	0 à t	1+	"	0	0 à t	0	0,5+	0
F _{IV} 4	Galène (blende en traces)	Aliva	Calcaire carbonifère	-	3+	1+	4+	"	0	3+	t	0	0
" 5	Galène très pure (calcite en traces)	Puente	"	-	0 à t	0	0	"	0	3+	0	0	0,5+
" 6	Galène très pure (barrytine en traces)	Nieves	"	-	3+	t	0	"	0	3+	0	0	1+

Elements recherchés et non détectés

Ge, Ti, Hg, As, Ni, Co, Sn, Bi, Au, In, Va, W, Be, Ta, Pt, Zr, Mo, Te, Nb, Cr, U, Th.

Elements non dosés

Cl, P, Se, Na, Si, Al, Ca, K.

S.C : secteur central
S.W : secteur occidental

C.I : couche inférieure exploitée
C.M : couche moyenne exploitée

C.S : couche supérieure exploitée

Analyses spectrographiques: arc continu.
F_{III} ... = n° du film.
1, 2, ... = n° des spectres.

TABIEAU XIV. — OLIGO-ELEMENTS DANS LES MARCASSITES, LES PYRITES ET LES BARYTINES

Nos	Formes cristallographiques et degré de pureté	Mines	Secteurs Districts	Horizons	Cu	Fe	Zn	Pb	Mn	Tl	Cd	Ag	As	Ni	Co	Ga	Sr
F _I 1	Marcassite (melnikovite-pyrite; blende et galène en traces)	Reocin	S.C	A	1+	6+	1+	2+	2+	0	0,5+	0	0,5+	0,5+	†	0	0 à †
" 2	Marcassite pure	"	"	"	†	"	1+	2+	2+	0	"	0	"	2+	1+	0	"
" 3	Marcassite pure (dolomite de remplissage)	"	"	B-C-I	0	"	1+	2+	1,5+	0	"	0 à †	"	0,5+	†	0	"
" 4	Marcassite (blende en traces)	"	"	Brèche au-dessus de CI	0	"	2+	2+	1+	0	"	0 à †	0	0 à †	0	0	"
" 5	Marcassite (melnikovite-pyrite; blende en traces)	"	"	B-C-M	1+	"	2+	2+	1,5+	0	"	0	1+	0,5+	†	0 à †	"
" 6	Marcassite (melnikovite-pyrite; pyrite en traces)	"	"	"	0,5+	"	0	2+	3+	0	"	0	0,5+	2+	1+	0	†
" 7	Marcassite (melnikovite-pyrite; blende en traces)	"	"	G-C-S	0 à †	"	2+	2+	3+	0	"	0	"	1+	0,5+	0 à †	†
" 8	Marcassite (melnikovite-pyrite)	"	"	B-C-M	0 à †	"	0 à †	2+	2+	0	"	0	"	2+	1,5+	0	0 à †
" 9	Pyrite pure	"	"	Prélevée à proximité d'une fracture	0	"	0	0 à †	0,5+	0	"	0	0	0	0	"	"
" 10	Marcassite (melnikovite-pyrite)	"	Limite S.C/S.W	A	0	"	2+	2+	1+	0	†	0	1,5+	0,5+	0,5+	"	0
" 11	Marcassite pure	"	"	"	1+	"	1+	2+	0	0	0,5+	0,5+	0 à †	0	†	"	0 à †
" 12	Marcassite (melnikovite-pyrite; blende en traces)	"	S.W	"	0	"	2+	2+	0,5+	0	†	0	1,5+	3+	1,5+	"	0
" 13	Marcassite (dolomite de remplissage blende et galène en traces)	"	"	"	0,5+	"	1,5+	2+	1,5+	0	0,5+	0,5+	0 à †	0	†	"	0 à †
F _{II} 1	Marcassite (melnikovite-pyrite)	"	"	B-C-I	0	"	1,5+	2+	1+	0	0,5+	0	2+	2+	1+	"	0
" 2	Marcassite (melnikovite-pyrite)	"	"	Prélevée dans la fosse de l'axe d'une zone stérile	0	"	†	2+	1,5+	0	†	0	2+	1,5+	0,5+	"	0
" 3	Marcassite (blende en traces)	"	S.E	Prélevée dans une faille	0	"	2+	2+	1+	0	0,5+	0	1+	0,5+	†	"	0
" 4	Marcassite pure	"	District San José Oreaña	Prélevées dans une fracture	0	4+	†	2+	1,5+	0	0 à †	0	0	†	0	"	0
F _{III} 7	Marcassite pure	"	"	"	0	4+	0,5+	1,5+	1+	0	0	0	0	0 à †	0	"	0
F _{III} 5	Pyrite pure	Cuerre	District de la Florida	Prélevée dans une faille	2+	6+	0	†	1,5+	1+	0,5+	†	1+	†	0	"	0
F _{III} 6	Pyrite pure	Primera	"	Nodule associé à la blende	0 à †	"	1+	2+	0	0	0,5+	†	2+	0,5+	0 à †	"	0

BARYTINES

Nos	Mines - Districts	Cu	Fe	Zn	Pb	Cd	Ag	Ba	Sr
F _{III} 6	Barytine (blende et galène en traces)	3+	0 à †	2+	1,5+	0,5+	2+	3+	1+
" 7	Barytine (galène en traces)	2+	0	0	0,5+	0	†	"	"
" 8	Barytine pure (calcaire carbonifère au sud de Torrelavega)	0	0	0	0	0	0	"	"

Éléments recherchés et non détectés
 Ge, Hg, Sb, Bi, Au, Sn, In, Y₂, W, Be, Ta, Pt, Mo, Zr, Tl, Nb, Cr, Ba, U, Th, Bo.

Éléments non dosés
 Cl, P, Se, Na, Si, Al, Ca, K.

Éléments recherchés et non détectés
 Ge, Hg, Ga, Mn, Tl, As, Ni, Co, Bo, Sb, Bi, Au, Sn, In, Va, W, Be, Ta, Pt, Mo, Zr, Te, Nb, Cr, U, Th.
Éléments non dosés
 Cl, P, Se, Na, Si, Al, Ca, K.

S.C : secteur central
 S.W : secteur occidental

S.E : secteur oriental
 C.I : couche inférieure exploitée

C.M : couche moyenne exploitée
 C.S : couche supérieure exploitée

Analyses spectrographiques: arc continu.
 Ft ... = n° du film.
 1, 2, ... = n° des spectres.

TABLEAU XV

Détermination de la température de formation des blendes (16)

Types de blende	Mines	Secteurs	Horizons	a (en A°)
Blende claire	Reocin	(17) S.C.	(17) B; C.I.	5,4087
Blende foncée	Reocin	S.C.	B; C.M.	5,4116
Blende foncée	Reocin	S.C.	D; C.M./C.S.	5,4084
Blende foncée	Reocin	S.C.	Minéralisation fissurale	5,4097
Blende claire	Reocin	S.W.	B; C.I.	5,4086
Blende foncée	Reocin	S.E.	?	5,4091
Blende foncée	Cabaña	} Udias	—	5,4101
Blende foncée	Madroño		—	5,4076
Blende foncée	Jufresno		—	5,4097
Blende claire	Braña Escondida	La Florida	—	5,4108
Blende très claire	} Aliva Caldas de Besaya	Pics d'Europe (Calcaire carbonifère) Au sud de Torrelavega (Calcaire carbonifère)	—	5,4102
Blende très claire				5,4099
Blende très claire				5,4095
Blende très claire				5,4098
Blende foncée				5,4082
Blende foncée				5,4097

(16) Ces analyses ont été faites par A. LUTTS, Chargé de Recherches au Centre National de Recherche Métallurgique à Liège; je lui exprime ma profonde reconnaissance.

(17) Pour la signification de ces abréviations, voir pages 60 et 63.

V. CONCLUSIONS

1. LES CONDITIONS DE MILIEU

A Reocin, lors du dépôt de la seconde barre urgonienne, le milieu marin (marnes à illite et chlorite) se caractérisait par un Eh faible (eaux oxydantes) et une capacité réductrice [90, p. 189] peu importante d'après les analyses (sauf pour les marnes) actuelles qui toutefois ne représentent pas la réalité contemporaine du dépôt (voir p. 55).

Les sédiments carbonatés, pauvres en insolubles, se sont déposés lors d'une vaste transgression se traduisant par une réduction de puissance depuis Reocin jusqu'à La Florida (voir tableau XVI). A une certaine distance du rivage, vraisemblablement en bordure du Massif asturien, les organismes (*Madrépores*, *Rudistes*, *Orbitolines*) ont édifié d'importantes masses tabulaires sur la plate-forme épicontinentale. Ces masses (18), ainsi que les calcaires environnants, ont été plus ou moins dolomitisés au cours de la diagenèse comme le montrent:

1. La présence de calcaire au sein des roches dolomitiques recoupées par sondages; l'existence dans les dolomies calcari-fères de niveaux fossilifères identiques à ceux rencontrés dans les calcaires; l'absence d'anhydrite associée à ces roches;

2. L'indépendance entre dolomitisation et minéralisation par failles; à Reocin et à Udias, ces dernières sont postérieures aux dolomies;

3. Bien que la dolomitisation soit irrégulière latéralement et verticalement, les puissances maxima diminuent depuis Reocin jusqu'à La Florida, en harmonie avec l'allure transgressive de la mer aptienne.

(18) Dans la région étudiée, la dolomitisation n'est pas nécessairement associée aux masses tabulaires ou aux lentilles organiques (déclaration orale de P. RAT).

TABLEAU XVI. — PUISSANCES COMPAREES DE L'APTIEN POUR LES REGIONS DE REOCIN, UDIAS ET LA FLORIDA

		Est		Ouest			
		Ech. stratigr.	Reocin	Udias	La Florida		
Seconde barre urgonienne	8	Calcaires	0 m	270 m	Puissance variable	125 m à 165 m	75 m
	7	Dolomies	220 m		0 à 150 m		50 à 90 m*
	6	Calcaires	0 m		Puissance variable		
Intercalation terrigène et marnes	5	Calcaires marneux à <i>Exogyra latissima</i>	40 m	30 m			0 m
	4	Marnes, schistes avec un ou deux bancs calcaires en intercalation	75 m	65 m			3 m
Première barre urgonienne	3	Calcaires	60 m	55 m			25 m
Niveaux marins inférieurs	2	Marnes et schistes	66 m	75 m			20 m
	1	Calcaires, marnes et argiles sableuses	60 m	60 m			23 m
Puissance totale			521 m	555 m			196 à 236 m

* 90 m. d'après J.M. VERDEJO [101] à la mine Isidra.

Certains auteurs estiment que les environnements sédimentaires favorisant le développement des dolomies sont variés: milieu continental, intermédiaire ou marin [35], mais par contre d'autres les restreignent à la zone côtière [97]. On admet généralement que les dolomies primaires ou secondaires naissent dans des conditions proches des milieux d'évaporites.

Nous pensons que le site régional étudié ici correspond à un environnement normal avec circulation ouverte [51] ou partiellement réduite, intermédiaire entre la pleine mer et un environnement compatible avec des dépôts évaporitiques ou lagunaires.

2. CONDITIONS DE GISEMENT DES MINÉRAIS

Le dépôt en *couches* dans les dolomies de l'Aptien supérieur de Reocin n'est pas propre à ce gisement; il se retrouve à l'échelle régionale. En effet, à Udias (zone de Rasa-Madroño) comme à La Florida, des couches minéralisées ont été reconnues; mais tandis que dans la première région, les phénomènes karstiques importants ont provoqué leur dégradation en dépôts calaminaires, dans la seconde, l'allure stratiforme est masquée par la concentration du minerai en bandes ou colonnes disposées approximativement suivant la ligne de plus grande pente.

Là où la minéralisation est stratiforme, elle présente des caractères structuraux communs aux trois secteurs: blende zonaire en lits à Reocin et à La Florida (La Primera, La Cuerre); blende zonaire nodulaire à Reocin, à Udias et à La Florida.

Si dans les zones d'Udias et de La Florida, la position stratigraphique des minéralisations n'est pas établie avec certitude, on peut penser qu'elles occupent une situation plus élevée que la couche inférieure exploitée à Reocin pour les raisons suivantes:

a) A Udias, la dolomitisation n'apparaît généralement qu'à une certaine distance au toit du calcaire marneux à *Exogyra latissima*;

b) A La Florida, les premières minéralisations se situent à environ 30 m de la base des dolomies.

Enfin, si l'on tient compte de l'amenuisement de l'Aptien et de la diminution correspondante de la puissance de la dolomitisation depuis Reocin jusqu'à La Florida, on conçoit que les minéralisations d'Udias et de La Florida doivent se situer à un niveau plus élevé dans la seconde barre urgonienne.

A Reocin, si l'évolution sédimentologique dans le sens vertical est peu sensible, il apparaît cependant que:

a) La couche inférieure exploitée se situe à un changement caractéristique de faciès: augmentation du grain du matériau et modification de la teinte de la roche;

b) Le sommet de l'horizon A est le mieux minéralisé, c'est-à-dire que les conditions les plus favorables ont été réunies durant une période précédant une brève sédimentation terrigène: lit marneux minéralisé et renfermant des traces de matières organiques.

Dans le secteur occidental de Reocin, la paragenèse, identique à celle du secteur central, confirme le caractère régional de la minéralisation.

A Udias et à La Florida, la galène a une tendance plus marquée qu'à Reocin à développer ses formes propres et à se déposer avant la blende; par contre, la blende claire et surtout la marcassite sont mieux représentées à Reocin que dans les deux autres secteurs. La pyrite est davantage présente à La Florida où elle est associée aux failles; la barytine et la melnicovite-pyrite caractérisent respectivement La Florida et Reocin; la dolomite blanche clôture partout les dépôts.

	ouest ←	→ est	
MINÉRAUX	LA FLORIDA	UDIAS	REOCIN
Blende foncée	●	●	●
Blende claire	●	●	●
Galène	←	←	→
Melnicovite-pyrite			→
Marcassite	?	?	→
Pyrite	?	→	→
Dolomite	→	→	→
Barytine	→		

FIG. 7. — Paragenèse pour les différents secteurs.

Pour les trois régions, il n'existe aucune relation entre la localisation des minerais et le degré de dolomitisation. Les

phénomènes d'imprégnation des sulfures dans la roche encaissante sont mieux marqués à Reocin et à La Florida qu'à Udias où les minéralisations, dans la zone de Pilurgo, sont surtout de remplissage.

Les trois gisements se sont formés à basse température mais l'abondance de marcassite, la présence de melnicovite-pyrite ainsi que les textures zonaires et colloformes mieux développées à Reocin, conduisent à admettre pour ce dernier gisement une température de formation plus basse.

Les conditions de gisement dans ces trois districts ayant en commun les aspects les plus significatifs: localisation dans les dolomies de l'Aptien supérieur, structures du minerai très semblables, paragenèses voisines, abondance de dolomite, nous pouvons considérer qu'ils appartiennent à une même unité métallogénique.

Les solutions minéralisatrices intervenant à Reocin étaient légèrement basiques pour les raisons suivantes: l'altération dans les roches encaissantes est peu développée; la wurtzite n'a pas été décelée; l'association marcassite-dolomite, correspondant au stade tardif du processus minéralisant, n'est pas en faveur d'un milieu acide; le cheminement des solutions au travers des roches carbonatées a pu permettre leur neutralisation.

3. CONSIDÉRATIONS GÉNÉTIQUES

a) *Arguments en faveur de l'hydrothermalisme*

1. Le minerai de Reocin affecte des roches dolomitiques de caractères texturaux et structuraux très différents; cependant les minéralisations s'amenuisent vers l'ouest lorsque le faciès des dolomies est relativement moins profond;

2. Certaines minéralisations de failles à Reocin témoignent de réouvertures répétées de ces dernières durant la mise en place du minerai;

3. Les puissances des trois couches de Reocin, comprises entre 4,20 m et 6,75 m, sont plus considérables que celles signalées dans les gisements syngénétiques (ex.: niveau schisteux renfermant la pyrite cuivreuse de Mansfeld: 0,60 m);

4. La somme des teneurs du minerai en sulfures métalliques (blende: 10 % Zn; galène: 1,5 %; marcassite: 12 % Fe) est très constante mais la zone centrale du gisement est plus riche en zinc et plomb, alors que les zones bordières sont plus riches en fer [72].

b) *Arguments en faveur du syngénétisme*

1. Le gisement de Reocin est stratiforme et le contrôle stratigraphique l'emporte nettement sur le contrôle tectonique;

2. A Reocin, une épigénie par solutions minéralisatrices ascendantes est peu probable car elles auraient dû traverser les grès et les argiles du Wealdien sur une puissance de 650 m;

3. Dans les marcassites, pyrites et melnicovites de Reocin, dans la marcassite de San José (district d'Oreña) et dans la pyrite de La Cuerre, le rapport Co/Ni étant inférieur à 1 avec Co inférieur à 100 p.p.m., constitue, d'après C.W. CARSTENS [20], un argument en faveur de leur origine sédimentaire; il est en effet reconnu que dans les roches sédimentaires anciennes et actuelles, le Co est moins abondant que le Ni. Par contre, le rapport Co/Ni supérieur à 1, milite pour une origine épigénétique; les gisements cuprifères katango-rhodésiens obéissent à cette règle [24];

4. L'absence de Tl dans ces mêmes sulfures, sauf dans la pyrite de La Cuerre (La Florida) confirme leur origine sédimentaire. En effet, d'après N.T. VOSKRESENSKAJA [102] et E.A. DUNIN-BARKOVSKAJA [31], les sulfures de fer collomorphes, sédimentaires ne contiennent du Tl, en quantité notable, que dans la mesure où ils ont été soumis à l'influence de venues intrusives. Pour J.C. DUCHESNE [28], les fortes concentrations en thallium dans le sulfure de fer sont en faveur d'une origine hydrothermale de ce minéral. Cet élément peut donc servir de guide pour distinguer les minéralisations syngénétiques et téléthermales;

5. Les lits marneux à Reocin caractérisent, par leur fine structure, des dépôts sédimentaires;

6. Le minerai témoigne de déformations évidentes au cours même du dépôt dans un matériau non consolidé. A ce sujet,

M. I. de MAGNEE a remarqué que « la dolomie avait localement une consistance boueuse, alors que le minerai riche était déjà solide et se brisait dès lors sous l'effet de la compaction progressive ». Toutefois, l'évocation d'une « action de venues fumeroliennes sous-marines, débouchant dans une vase calcaireuse » pour justifier cette observation, paraît peu probable en l'absence de trace de pareil phénomène dans la région étudiée [68];

7. La plupart des micro-textures ou micro-structures décrites suggèrent l'intervention de la sédimentologie;

8. L'existence de chenaux d'accès pour les solutions hydrothermales n'est nullement démontrée à Reocin et à Udias. A La Florida, la question doit être revue car la faille mettant en contact anormal les dolomies aptiennes et le Wealdien ainsi que la proximité du Calcaire carbonifère peuvent avoir joué un rôle sur la localisation du minerai; c'est l'avis de J.M. VERDEJO.

c) *Arguments d'une interprétation délicate*

1. On ne peut s'appuyer sur les conditions physico-chimiques (pH - Eh) telles qu'on les déduit des observations sur les échantillons de roches prélevés; nous avons montré page 56 les difficultés de reconstituer, à partir de ces données, les conditions réelles contemporaines du dépôt.

Si même les résultats d'analyse ne sont pas de ceux qui favoriseraient le dépôt des sulfures, nous pensons cependant qu'à l'intérieur d'une zone dolomitisée existait à l'époque aptienne une aire plus ou moins restreinte où les conditions de pH et d'Eh dans les boues du fond (19) étaient réalisées pour permettre la précipitation des différents métaux à partir des solutions imprégnant les sédiments meubles;

2. Les fissures minéralisées reliant entre elles les couches de Reocin peuvent s'expliquer soit par remplissage hydrothermal soit par sécrétion latérale; dans ce dernier cas, il est plus facile d'attribuer la gangue de dolomite aux roches dolomitiques encaissantes qu'à des solutions hydrothermales ascendantes;

3. L'association paragénétique blende — galène — marcas-

(19) Les matières organiques actuellement détruites (parties molles de fossiles, etc.) ont pu être abondantes à l'intérieur même de ces boues et les rendre réductrices.

site, valable pour l'ensemble du gisement de Reocin, caractérise un unique processus de minéralisation soit hydrothermal soit sédimentaire;

4. L'existence de phénomènes de métasomatose est certaine: blende, galène et marcassite renferment des vestiges de roches dolomitiques; cependant ces remplacements peuvent être épigénétiques ou diagénétiques [90, p. 86 à 89];

5. La présence de barytine à La Florida n'est pas la preuve absolue d'une origine téléthermale; ce minéral existe aussi dans les roches sédimentaires exemptes de métamorphisme [90, p. 431]. Toutefois, le passage de la blende à la barytine en surface semble souligner une zonalité verticale fréquente dans les gisements hydrothermaux.

Sur la base des arguments tirés de nos observations, ceux en faveur d'une origine syngénétique pour le gisement de Reocin l'emportent assez nettement.

Les gisements de Reocin, d'Udias et de La Florida constituent une entité métallogénique dans laquelle les dépôts de La Florida semblent marquer un terme de transition aux minéralisations des Pics d'Europe, ces dernières étant susceptibles d'avoir constitué la source première des concentrations plombo-zincifères dans l'Aptien supérieur. Cependant, nous n'ignorons pas que les caractères originels des calcaires du gisement de Reocin nous sont inconnus par suite de leur dolomitisation contemporaine du dépôt même des minerais.

La complexité des problèmes investigués fait que l'étude actuelle n'apporte pas de solution définitive bien que par comparaison avec les recherches antérieures, mes résultats récents rendent plus acceptable l'hypothèse sédimentaire syngénétique.

Au terme de mes investigations, je tiens à exprimer ma vive gratitude à M. P. LALOUX, Président de la Compagnie Royale Asturienne des Mines et à M. J. SITGES, Directeur pour l'Espagne qui m'ont autorisé à étendre mes études aux gisements d'Udias et de La Florida.

Ma reconnaissance va aussi à M. A. LAMARCHE, Inspecteur des Affaires Minières de la C.R.A.M., qui m'a fait bénéficier

de sa connaissance du gisement d'Udias; à M. F. PINEDA, Directeur de la Mine de Reocin, qui m'a facilité la tâche lors de mes missions en Espagne; à M. J.M. VERDEJO, Géologue à la C.R.A.M., qui m'a orienté lors des visites effectuées aux mines de La Florida; à M. J. BALCON, Ingénieur Géologue en Chef de la C.R.A.M. qui n'a cessé de me conseiller; à M. le Professeur L. CALEMBERT qui m'a conduit à amplifier mes recherches et m'a guidé dans l'élaboration du présent travail.

Je veux également remercier très sincèrement: M. R. ANTON, Chef du Service Géologique de la Mine ainsi que M. B. SANCHEZ « Facultativo de Minas y Fabricas » avec qui j'ai toujours travaillé en étroite collaboration; MM. N. LARDINOIS, P. SIMON et R. ANCIEN, préparateurs-techniciens qui ont collaboré aux travaux de laboratoire et à l'illustration.

Laboratoires de Géologie de la
Faculté des Sciences Appliquées
de l'Université de Liège.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] AMSTUTZ, G.C.: Some basic concepts and thoughts on the space-time-analysis of rocks and mineral deposits in orogenic belts (*Géol. Rundschau*, Stuttgart, 1960, Bd. 50, p. 165-180).
- [2] — : Syngeneses and epigenesis in petrography and the study of mineral deposits (*Internat. Geology Rev.*, Washington, 1961, vol. 3, n° 2, p. 119-140, n° 3, p. 202-226).
- [3] — : Evolution des concepts fondamentaux en pétrologie et métallogénie (*Chron. Mines et Rech. Minière*, Paris, 1961, n° 302, p. 8-9).
- [4] — : L'origine des gîtes minéraux concordants dans les roches sédimentaires (*Chron. Mines et Rech. Minière*, Paris, 1962, n° 308, p. 115-126).
- [5] BAAS-BECKING, L.G.M., KAPLAN, I.R. and MOORE, D.: Limits of the natural environment in terms of pH and oxidation — reduction potentials (*Jour. Geology*, Chicago, 1960, vol. 68, n° 3, p. 243-284).
- [6] BAILEY, S.W. et CAMERON, N.E.: Temperatures of mineral formation in bottom-run lead-zinc deposits of the Upper Mississippi Valley, as indicated by liquid inclusions (*Econ. Geology*, Urbana, 1951, vol. 46, n° 6, p. 626-649).
- [7] BALCON, J.: Compte rendu de mission aux gisements de la Province de Santander (inédit, novembre-décembre 1953).
- [8] — : Applications de la sédimentologie à la recherche et à l'exploitation des gisements plombo-zincifères stratiformes (*Bull. Direct. Mines Géologie*, Rabat, 1959, n° 6, p. 61-62).
- [9] — : Minéralisations plombo-zincifères de l'Entre-Sambre et Meuse (inédit, 1963).
- [10] BARON, G.: Sur la synthèse de la dolomite. Application au phénomène de la dolomitisation (*Rev. Inst. Fr. pétrole*, Paris, 1960, vol. XV, n° 1, p. 1-3).
- [11] BATEMAN, A.M.: The formation of mineral deposits (J. Wiley, New York, 1951, 371 p.).
- [12] — et JENSEN, M.L.: Notes on the origin of the Rhodesian Copper deposits isotope composition of the sulfides (*Econ. Geology*, Urbana, 1956, vol. 51, n°, p. 555-564).

- [13] BEHRE, C.H. Jr.: Types of evidence for genesis of ore deposits in the east Tennessee and other lead zinc deposits (*Econ. Geology*, Urbana, 1962, vol. 57, n° 1, p. 115-118).
- [14] BERNARD, A.: Contribution à l'étude de la province métallifère sous-cévenole (Thèse, Nancy, 1958).
- [15] —: Contribution à l'étude de la province métallifère sous-cévenole (*Sci. Terre*, Nancy, 1959-1960, tome VII, n° 3-4, p. 123-403).
- [16] — et FOGLIERINI, F.: Aperçu sur le Trias métallifère en France (Mém. Bur. Rech. Geol. et Min., Paris, 1963, n° 15, p. 635-650).
- [17] BROTZEN, O.: The Reocin deposits, Santander, Spain and their bearing on the Mississippi — Alpine type of lead-zinc deposit (*Econ. Geology*, Urbana, 1963, vol. 58, n° 2, p. 294).
- [18] BUBENICEK, L.: Recherches sur la constitution et la répartition du minerai de fer dans l'Aalénien de Lorraine (*Sci. Terre*, Nancy, 1961, tome VIII, n° 1-2, p. 11-193).
- [19] CAHEN, L., EBERHARDT, P., GEISS, J., HOUTERMANS, F.G., JEDWAB, J. et SIGNER, P.: On a correlation between the common lead model age and the trace-element content of galenas (*Geochim. et Cosmochim. Acta*, London, 1958, vol. 14, p. 134-149).
- [20] CARSTENS, C.W.: Über sedimentäre Schwefelkies vorkommen (*Kgl. Norske Vidensk. Selsk. Förh.*, Trondhjem, 1941, vol. 15, p. 1-4).
- [21] CHAZAN, W. et FAUVELET, E.: Facteurs de répartitions de certains indices téléthermaux de plomb, zinc, cuivre au Maroc (*Chron. Mines Outre-Mer*, Paris, 1958, n° 269, p. 311-320).
- [22] CLOKE, P.L.: Role of sulfide and polysulfide complexes in the formation of ore deposits (Geol. Soc. America spec. paper 68, New York, 1961, p. 152-153).
- [23] DAUGHTRY, A.C., PERRY, D. et WILLIAMS, M.: Magnesium isotopic distribution in dolomite (*Geochim. Cosmochim. Acta*, London, août 1962, vol. 26, p. 857-866).
- [24] DAVIDSON, C.F.: On the cobalt: nickel ratio in ore deposits (*Mining Mag.*, London, févr. 1962, vol. 106, n° 2, p. 78-85).
- [25] DEICHA, G.: Les lacunes des cristaux et leurs inclusions fluides (Masson et Cie, Paris, 1955, 126 p.).
- [26] DEVIGNE, J.P. et NICOLINI, P.: Les minéralisations plombifères stratiformes de la région de Florac-Meyrueis (Lozère) (*Chron. Mines et Rech. Minière*, Paris, 1963, n° 319, p. 151-174).

- [27] DOE, B.R.: Distribution and Composition of Sulfide Minerals at Balmat, New-York (*Geol. Soc. America, Bull.* New-York, July 1962, vol. 73, p. 833-854, 4 fig.).
- [28] DUCHESNE, J.C.: Contribution à l'étude des oligo-éléments dans la pyrite et la marcassite (Thèse inéd. Université de Liège, 1962).
- [29] DUNHAM, K.C.: Geology, paragenesis and reserves of the ores of lead and zinc (Internat. Geolog. Cong., 18th Sess. 1948, London, 1950, p. 11-39).
- [30] — : Neptunist concepts in ore genesis (*Econ. Geology*, Urbana, 1964, vol. 59, n° 1, p. 1-21).
- [31] DUNIN, E.A. et BARKOVSKAJA: Le thallium dans les minerais et minéraux de Lachin-Khan, Tian-shan occidental, crête Ugam (*Geokhimiya*, Moscou, 1961, n° 8, p. 684-692).
- [32] DURAND, G. et LAY, C.: Détermination de l'âge de quelques galènes de la vallée du Niari (Moyen Congo) (*Acad. Sci. Paris Comptes rendus*, 1960, 251, p. 750-751).
- [33] EVRARD, P.: Premiers résultats d'une étude spectrographique des sulfures de Moresnet, Engis, Vedrin (*Acad. Royale Belgique, Bull. cl. sci.*, Bruxelles, 1943, n° 1-3, p. 37-45).
- [34] — : Minor elements in sphalerite from Belgium (*Econ. Geology*, Urbana, 1945, vol. XL, n° 8, p. 568-574).
- [35] FAIRBRIDGE, R.W.: The dolomite question in regional aspects of carbonate deposition (*Soc. of Econ. Paleont. and Miner.*, Tulsa, 1957, special publ. n° 5, p. 125-178).
- [36] FINCH, W.I.: Peneconcordant uranium deposit. A proposed term (*Econ. Geology*, Urbana, 1959, vol. 54, n° 5, p. 944-946).
- [37] FLEISCHER, M.: Minor elements in some sulfide minerals (*Econ. Geology*, Urbana, 1955, 50th anniv., part II, p. 970-1024).
- [38] GARLICK, W.G.: Reflections on prospecting and ore genesis in Northern Rhodesia (*Bull. Inst. Mine Metall.*, London, 1953-54, n° 563, 63, part 1, p. 9-20).
- [39] GARRELS, R.M.: The Mississippi Valley type lead-zinc deposits and the problem of mineral zoning (*Econ. Geology*, Urbana, 1941, vol. 36, n° 7, p. 729-747).
- [40] — : Solubility of metal sulphides in dilute vein forming solutions (*Econ. Geology*, Urbana, 1944, vol. 39, n° 7, p. 472-483).

- [41] — : Les équilibres des minéraux à basses température et pression (Conférence à l'Univ. Libre de Bruxelles, janvier-février 1963, diagr. extraits de: Equilibrium diagrams for minerals at low temperature and pressure, H.H. Schmitt, Harvard, 1962).
- [42] GEOFFROY, J.: Métallogénie hydrothermale et remaniements ascendants dans la Lozère. Extension possible des processus (*Soc. Géol. France Bull.*, Paris, 1951, t. 1, 6^e série, p. 389-411).
- [43] GRATON, L.C.: The depth-zones in ore deposition (*Econ. Geology*, Urbana, 1933, vol. 28, n^o 6, p. 514-551).
- [44] HAWLEY, J.E. et NICHOL, I.: Trace elements in pyrite, pyrrhotite and chalcopyrite of different ores (*Econ. Geology*, Urbana, 1961, vol. 56, n^o , p. 467-487).
- [45] HENSON, F.R.S.: Cretaceous and tertiary reef formations and associated sediments in Middle East (*Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.*, New-York, 1950, vol. 34, n^o 2, p. 215-238).
- [46] HOLMES, A.: A revised geological time scale (*Edinburgh Geol. Soc. Trans.*, Edinburgh, 1959, vol. 17, p. 183-216).
- [47] HOUTERMANS, F.G.: Die Blei-Methoden der Geologischen Altersbestimmung (*Geol. Rundschau*, Stuttgart, 1960, Bd 49, p. 168-196).
- [48] JENSEN, M.L.: Sulfur isotopes and hydrothermal mineral deposits (*Econ. Geology*, Urbana, 1959, vol. 54, n^o 3, p. 374-394).
- [49] KENDALL, D.L.: Ore deposits and sedimentary features Jefferson City Mine Tennessee (*Econ. Geology*, Urbana, 1960, vol. 55, n^o 5, p. 985-1003).
- [50] KRAUSKOPF, K.B.: Sedimentary deposits of rare metals (*Econ. Geology*, Urbana, 1955, 50th Anniv. vol., part. I, p. 411-463).
- [51] KRUMBEIN, W.C. et GARRELS, R.M.: Origin and classification of chemical sediments in terms of pH and oxidation — reduction potentials (*Jour. Geology*, Chicago, 1952, vol. 30, p. 1-33).
- [52] KULLERUD, G.: The FeS-ZnS system. A geological thermometer (*Norsk. Geol. Tidsskr.*, Oslo, 1953, vol. 32, p. 61-147).
- [53] LAMARCHE, A.: Note sur l'état des recherches minières dans le secteur d'Udias (inédit, 1958).
- [54] LAUNEY, Ph. et LEENHARDT, R.: Les brèches sédimentaires zincifères du Sinémurien du Lot (*Soc. Geol. France Bull.*, Paris, 1959, 7^e série, 1, n^o 5, p. 467-484).
- [55] LENKER, E.S.: A trace element study of selected sulfide minerals from the Eastern United States (*Econ. Geology*, Urbana, 1962, vol. 57, p. 1012).

- [56] LOMBARD, J. et NICOLINI, P.: Courtes notes de sédimentologie à l'usage des géologues miniers (*Chron. Mines et Rech. Minière*, Paris, 1959, n° 274, p. 111-119).
- [57] LOUGNON, J. et HORON, O.: Contribution à l'histoire géologique du détroit Poitevin vue d'un point particulier de ce détroit; le cap granitique de Melle (Deux-Sèvres). Réflexions sur la minéralisation (87° Congrès des Sociétés Savantes, Paris, 1962, p. 721-743).
- [58] LOUGNON, J.: Etude géologique du gisement de zinc et plomb de la Miniera de Valauria (Tende, Alpes Maritimes) (*Bur. Rech. Géol. et Minières Bull.*, 1963, n° 4, p. 1-61).
- [59] LOVE, L.G.: Microorganisms and the presence of syngenetic pyrite (*Geol. Soc.*, London, 1957, *Quart. Jour.*, vol. 113, p. 429-437).
- [60] — et ZIMMERMAN, D.O.: Bedded pyrite and microorganisms from the Mount Isa shale (*Econ. Geology*, Urbana, 1961, vol. 56, n° 5, p. 873-896).
- [61] LOVE, L.G.: Primary sulfide of the Permian Kupferschiefer and marl slate (*Econ. Geology*, Urbana, 1962, vol. 57, n° 3, p. 350-366).
- [62] LOVERING, T.S.: Epigenetic, diplogenic, syngenetic and lithogene deposits (*Econ. Geology*, Urbana, 1963, vol. 58, n° 3, p. 315-331).
- [63] MANGIN, J.P. et RAT, P.: L'évolution post-hercynienne entre Asturies et Aragon (Livre à la mémoire du Prof. P. FALLOT, Paris, 1960-1962, tome I, p. 333-349).
- [64] MENGAUD, L.: Recherches géologiques dans la région cantabrique (Thèse inaug., Toulouse, 1920).
- [65] MILLOT, G.: Relations entre la constitution et la genèse des roches sédimentaires argileuses (Thèse Sci. Nancy et *Geol. Appl. Prosp. Min.*, 1949, 2, n° 2, 3, 4, p. 1-352).
- [66] — : Géologie des Argiles (Masson et Cie, Paris, 1964, 499 p.).
- [67] MONSEUR, G.: Observations sur des gisements métallifères de la région de Torrelavega (Province de Santander, Espagne) (*Ann. Soc. Géol. de Belg.*, Liège, 1960, t. 83, p. 209-223).
- [68] — : Etude métallogénique du secteur central du gisement de zinc de Reocin (Province de Santander, Espagne) (*Ann. Soc. Géol. de Belg.*, Liège, 1962, t. 85, mém. n° 1, 70 p.).

- [69] NECHELYOSTOV, N.V. et POPOVA, N.N.: On the isomorphism of selenium and tellurium in galena (*Geochemistry*, New-York, 1962, n° 11, p. 1129-1135).
- [70] NEWHOUSE, W.H.: The temperature of formation of the Mississippi Valley lead-zinc deposits (*Econ. Geology*, Urbana, 1933, vol. 28, n° 8, p. 744-750).
- [71] NICOLINI, P.: L'utilisation des données sédimentologiques dans l'étude et la recherche des gisements stratiformes. Etablissement des courbes prévisionnelles (*Chron. Mines et Rech. Minière*, Paris, 1962, n° 309, p. 155-167).
- [72] NIGGLI, P.: Die Systematik der magmatischen Lagerstätten (*Schweiz. Min. Petr. Mitt.*, 1941, XXI, p. 161).
- [73] NOBLE, E.A.: Formation of ore deposits by water of compaction (*Econ. Geology*, Urbana, 1963, vol. 58, n° 7, p. 1145-1156).
- [74] PARK, C.F. Jr.: The zonal theory of ore deposits (*Econ. Geology*, Urbana, 1955, 50th anniv. Volume, part. I, p. 226-248).
- [75] PEL, J.: Observations sur le Givetien de la région de Hotton-Hampteau (*Acad. royale Belgique Bull. cl. sci.*, Bruxelles, 1962, tome XLVII, 5^e sér., p. 640-650).
- [76] — et MONJOIE, A.: La sédimentologie du Frasnien de Huccorgne (Bord Nord du Synclinorium de Namur) (*Ann. Soc. Géol. de Belg.*, Liège, 1964, à paraître).
- [77] PELISSONNIER, H.: Un contrôle géologique des grands gisements stratiformes de plomb, zinc et cuivre: la structure paléinsulaire (*Acad. Sci. Paris Comptes rendus*, 1961, tome 248, p. 1691).
- [78] — : Classifications métallogéniques: problèmes et essais de synthèse (*Chron. des Mines*, Paris, 1962, n° 306, p. 43-57, n° 307, p. 83-95).
- [79] PINEDA, F.: Monographie sur le gisement de Reocin (inédit, 1958).
- [80] PRIEM, H.N.A., BOELRIJK, N.A.I.M. et BOERBOOM, A.J.H.: Lead isotope studies of the lead-zinc deposits in Southern Limburg, The Netherlands (*Geol. en Mijnb.*, 's Gravenhage, 1962, 41 jaarg. oktober, p. 430-437).
- [81] RAGUIN, E.: Les gisements métallifères sédimentaires (discussions de leurs caractères à la lumière de quelques exemples) (Conf. Inst. de Géol. à l'Université de Liège, mai 1955).
- [82] — : Les convergences dans la classification métallogénique (*Neues Jb. Mineral. Abst.*, Stuttgart, 1957, t. 91, S. 271).

- [83] RAT, P.: Les pays crétacés basco-cantabriques (Espagne) (Publ. de l'Univ. de Dijon, 1959, XVIII, Presses Univ. de France, 525 p.).
- [84] — : Les milieux urgoniens-cantabriques (*Soc. Géol. France Bull.*, Paris, 1959, p. 378-384).
- [85] — : Structures et formes dans les calcaires urgoniens pyrénéo-cantabriques (3^e Congrès de l'Union Intern. d'études pyrénéennes, Pau, septembre 1962, fasc. ronéotypé, 12 p.).
- [86] RIOS, J.M. et ALMELA, A.: Estudio geológico — minero de la zona dolomítica de Udias (inédit, 1957).
- [87] RIOS, J.M.: Etude géologique de la zone Reocin-Oreña (Santander) (inédit, 1959).
- [88] ROEDDER, R., INGRAM, B. et HALL, W.E.: Studies of fluid inclusions III: extraction and quantitative analysis of inclusions in the milligram range (*Econ. Geology*, Urbana, 1963, vol. 38, n° 3, p. 353-374).
- [89] ROUTHIER, P.: Quelques orientations actuelles, en France, de la géologie des gîtes métallifères (*Chron. Mines et Rech. Minière*, Paris, 1961, n° 298, p. 3-14).
- [90] — : Les gisements métallifères. Géologie et principes de recherches (Masson et Cie, Paris, 1963, 1282 p.).
- [91] SALES, R.H.: Hydrothermal versus syngenetic theories of the deposition (*Econ. Geology*, Urbana, 1963, vol. 59, n° 1, p. 162-167).
- [92] SCHNEIDERHOHN, H.: Genetische Lagerstättengliederung auf Geotektonischer Grundlage (E. Schweizerbart'sche Verlag, Stuttgart, 1952, 42 p.).
- [93] SEGNIT, E.R.: The Petrology of the zinc lode, New Broken Hill Consolidated, Ltd, Broken Hill, New South Wales, Proc. Austral. (*Inst. Min. Metall.*, Melbourne, 1961, sept., n° 199).
- [94] SEIDL, K.: La genèse des gîtes plombo-zincifères de Haute-Silésie. II. Différents gisements de minerais dans les roches carbonatées comparées aux gisements de Haute-Silésie (*Neues Jb. Miner Abb.*, Stuttgart, 1961, vol. 97, n° 2, p. 165-274).
- [95] SKINNER, B.J., BARTON, P.B. Jr. et KULLERUD, G.: Effect of FeS on the unit cell edge of sphalerite a revision (*Econ. Geology*, Urbana, 1959, vol. 54, n° 6, p. 1040-1046).
- [96] STOIBER, R.E.: Minor elements in sphalerite (*Econ. Geology*, Urbana, 1940, vol. 35, n° 4, p. 501-519).

- [97] STRAKHOV, K.C.: Méthodes d'étude des roches sédimentaires, Moscou 1957 (*Bur. Rech. Géol. et Minière Ann.*, Trad. française, Paris, 1958, 447, p.).
- [98] THOREZ, J.: Sédimentation rythmique du Famenien supérieur dans la vallée du Hoyoux (Bassin de Dinant, Belgique) (*Ann. Soc. Géol. Belg.*, Liège, 1964, tome 87, mém. n° 1, 51 p.).
- [99] TITLEY, S.R.: Genesis and control of the Linckbury orebody, Socorro County, New Mexico (*Econ. Geology*, Urbana, 1961, vol. 56, n° 4, p. 695-722).
- [100] VATAN, A.: Pétrographie sédimentaire (Inst. français du Pétrole, Paris, 1954, 279 p.).
- [101] VERDEJO, J.M.: Estudio geologico de la zona minera de La Florida (Inédit, 1962).
- [102] VOSKRESENSKAJA, N.T.: Le thallium dans quelques gîtes hydrothermaux du Grand Caucase (*Geolhimiya*, Moscou, 1961, n° 8, p. 676-683).
- [103] VUKOTIC, S.: Contribution à l'étude de la solubilité de la galène, de la blende et de la chalcopryrite dans l'eau et présence d'hydrogène sulfuré entre 50 et 200° C. (*Bur. Rech. Géol. et Minière Bull.*, Paris, 1961, n° 3, p. 11-27).
- [104] WARREN, H.V. et THOMPSON, R.M.: Sphalerites from Western Canada (*Econ. Geology*, Urbana, 1945, vol. 40, n° 5, p. 310-334).
- [105] WEIL, R.: Reproduction expérimentale des sulfures métalliques des sédiments biogènes (80° Congrès des Sociétés savantes, Paris, 1955, p. 117-125).
- [106] — : La genèse des sulfures métalliques dans la biosphère. Aspects généraux et interprétations métallogéniques de recherches expérimentales (*Labor. Miner.*, Strasbourg, 1959, fasc. ronéotypé, 22 p.).
- [107] WILLIAMS, D.: Genesis of Sulfides Ores (*Geol. Assoc. Proc.*, London, 1960, vol. 71, part. 3, p. 245-285).

TABLE DES MATIERES

RÉSUMÉ	3
SAMENVATTING	4
I. <i>Introduction</i>	5
II. <i>Etudes sédimentologiques</i>	8
1. Définition de la zone étudiée et du cadre géologique régional	8
2. Descriptions sédimentologiques détaillées	12
A. Description de la série minéralisée	12
B. Description de la série stérile occidentale	18
C. Description des zones stériles du secteur occidental et des brèches marginales	20
D. Conclusions	21
III. <i>Etudes minéralogiques</i>	26
1. Gisement de Reocin	26
2. Gisements d'Udias	40
3. Gisements de La Florida	45
IV. <i>Recherches spéciales sur les sédiments et les minerais</i>	55
1. Etude des sédiments	55
A. Teneur en matières organiques	55
B. Détermination des minéraux argileux	55
C. Dosage du strontium dans les dolomies	56
2. Etude des minerais	57
A. Analyses chimiques et spectrographiques	57
B. Détermination de la température de formation des blends	66
V. <i>Conclusions</i>	68
BIBLIOGRAPHIE	77
PLANCHES	<i>in fine</i>

PLANCHE 1

1. Dolomie psammique intercalée dans de la dolomie noire constituant le ciment d'une brèche; de nombreux débris de matières organiques soulignent la structure lenticulaire (M₂, *fig. 4* - secteur occidental - Ech).
2. Marcassite, en minces rubans, partiellement descendue, sous forme de pseudo-nodule, dans la blende claire zonaire sous-jacente; blende et marcassite, légèrement plissées, soulignent la stratification (structure parasédimentaire) (Coupe V, couche inférieure exploitée - secteur occidental - Ech).
3. Structure finement zonaire de la marne minéralisée coiffant l'horizon A (secteur central - Ech).
4. Pseudo-nodule de blende zonaire au sein d'une dolomie noirâtre (Udias - zone de Rasa Madroño - Ech).
5. Éléments de brèche cimentés par de la marcassite, de la melnicovite-pyrite et de la dolomie noire (M₂, *fig. 4* - secteur occidental - Ech).
6. Structure en cuvette de la blende, au sommet de l'horizon D (Coupe II, secteur central - Ech).
7. Structure caractérisée par une fine couronne de dolomite s'interposant entre le minerai et un bloc de dolomie participant à une brèche; ce dernier est partiellement remplacé et recoupé par la dolomite (Udias - zone de Pilurgo - Ech).
8. Nodule de blende finement zonaire avec galène de première cristallisation bien développée. La dolomie du coin inférieur droit est séparée du minerai par de la dolomite (Udias - zone de Pilurgo - S.P).
9. Blende zonaire dont la structure interne, soulignée par de fines bandes de blende claire, témoigne de remaniements et de déformations au cours même de la minéralisation (Coupe II, couche inférieure exploitée - secteur central - Ech).

Ech = échantillon macroscopique; S.P = section polie; Bl = blende; Bl. cl = blende claire; Bl. f = blende foncée; D = dolomite; Dol = Dolomie; Dol p = dolomie psammique; Dol n = dolomie noire; Ga = galène; M = marne; Ma = marcassite; Me = melnicovite-pyrite; Mo = matières organiques; les flèches indiquent le sens stratigraphique ascendant.

PLANCHE 2 - A

1. Distribution linéaire de sphérules de marcassite au sein d'une marne renfermant de minces bandes de blende (Coupe III, sommet de l'horizon A - secteur occidental - L.M.).
2. Structure para-sédimentaire dans l'horizon A (Niv. 16, *fig. 4*, secteur occidental - L.M.).
3. Blende déchiquetée localisée dans une dolomie à texture plus grossière que celle qui la surmonte (Udias, zone de Rasa-Madroño - L.M.).
4. Détail de la blendre zonaire observée dans le lit marneux soulignant le contact entre l'horizon A et la brèche bordant une zone stérile du secteur occidental; la galène, en grains, occupe la partie centrale de la structure (L.M.).
5. Détail d'une minéralisation finement litée (Coupe II, horizon B - secteur central - L.M.)

L.M. = lame mince, lumière naturelle; Bl = blende; Bl. cl. = blende claire; D = dolomite; Dol = dolomie; Dol n = dolomie noire; Ga = galène; M = marne; Ma = marcassite; Me = melnicovite-pyrite; Py = pyrite; la flèche indique le sens stratigraphique ascendant.

PLANCHE 2 - B

1. Dans le coin inférieur gauche, microfossile dont les contours sont soulignés par de la marcassite; dans la partie centrale, marcassite localisée au contact d'un îlot dolomitique à texture plus grossière que la dolomie encaissante (coupe II, horizon D - secteur central - L.M.).
2. Mince bande de blende déformée et fracturée durant la sédimentation; des grains individualisés de blende se rattachent encore à cette structure (coupe II, horizon G - secteur central - L.M.).
3. Détail de *la fig. 4, pl. 1* montrant que des intercalaires dolomitiques stériles séparent les fines bandes de blende zonaire; ces dernières passent vers le bas à des grains isolés de blende mais groupés en un mince liséré (Udias, zone de Rasa Madroño - L.M.).
4. Blende zonaire en lits (Coupe IV, couche minéralisée, partie supérieure - secteur occidental - L.M.).
5. Dolomie psammique, faiblement minéralisée, contenant quelques fragments de matières organiques (M₃, *fig. 4* - secteur occidental - L.M.).
6. Blende zonaire en lits dans l'horizon A (Niv. 16, *fig. 4* - secteur occidental - L.M.).

L.M. = lame mince, lumière naturelle; Dol = dolomie; Dol. n. = dolomie noire; Bl = blende; Ma = marcassite; Mo = matières organiques; Q = quartz; la flèche indique le sens stratigraphique ascendant.

PLANCHE I.

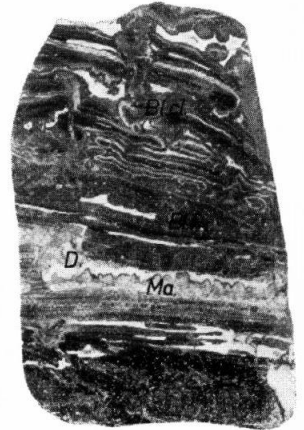
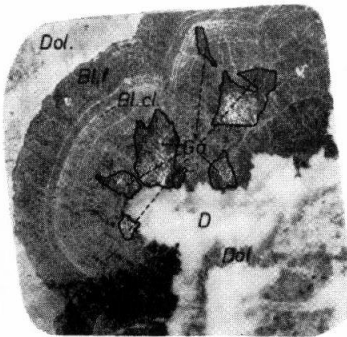
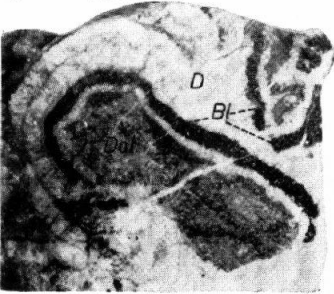
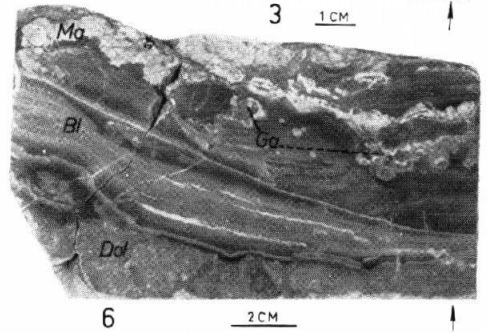
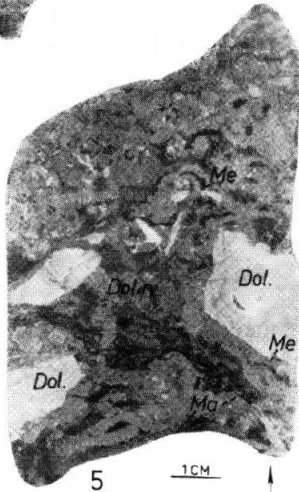
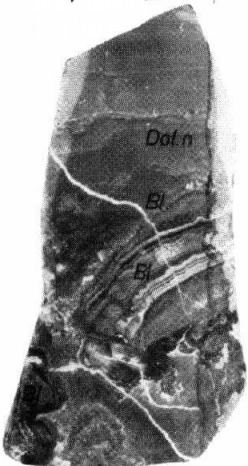
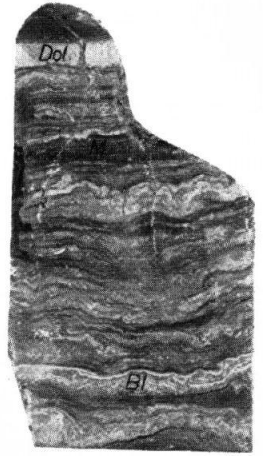
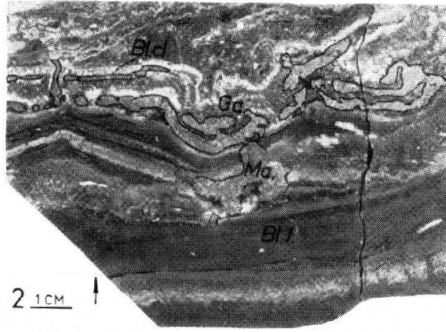
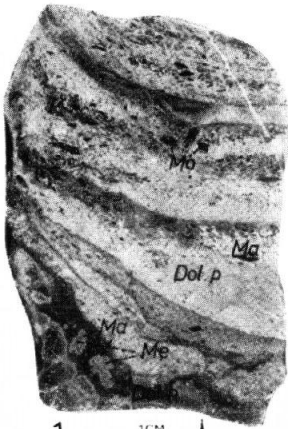
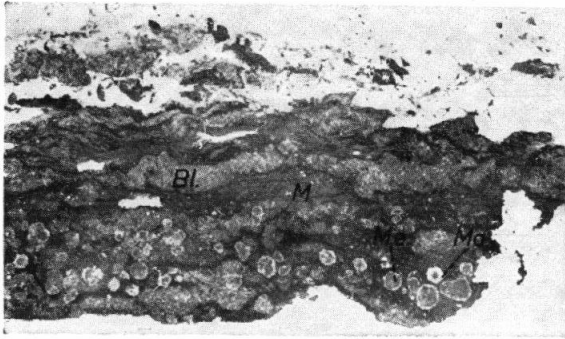
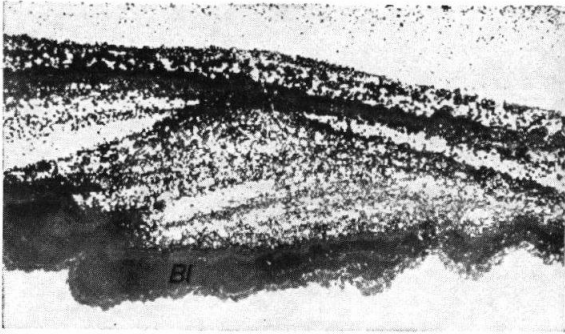


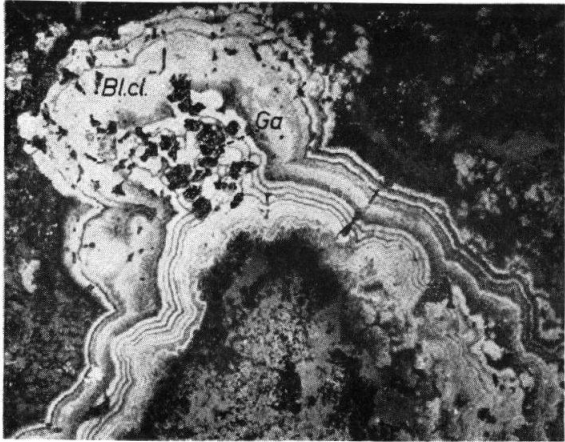
PLANCHE 2-A



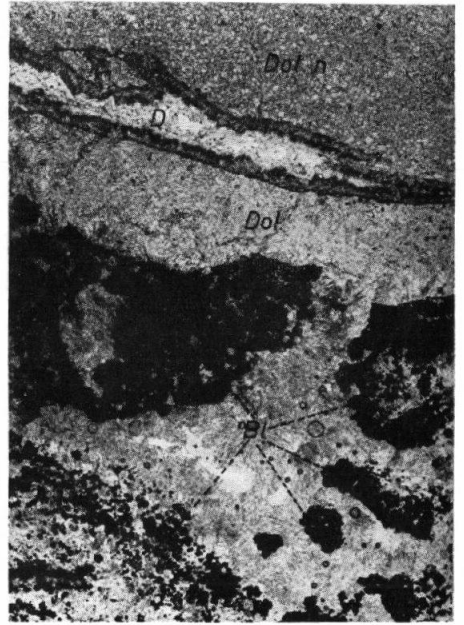
1 0.5CM



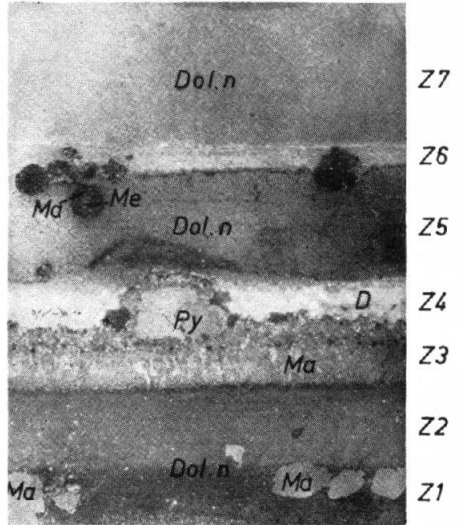
2 0.2CM



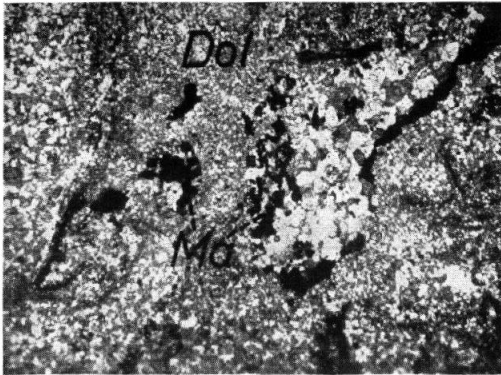
4 0.2CM



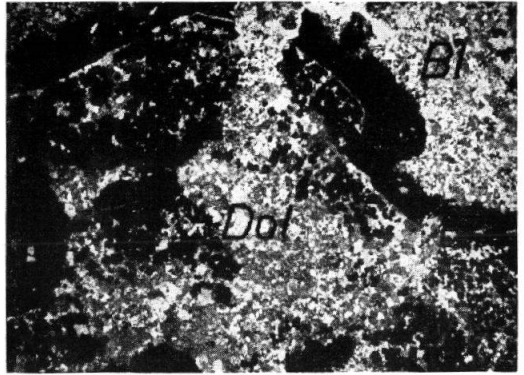
3 0.3CM



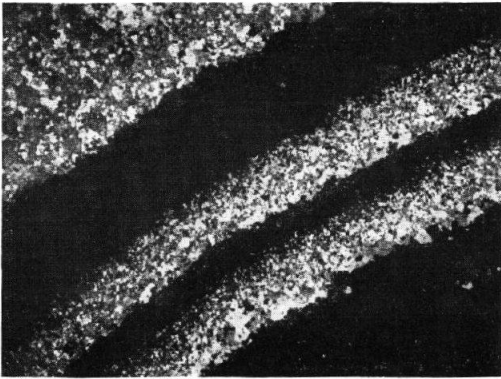
5 0.5CM



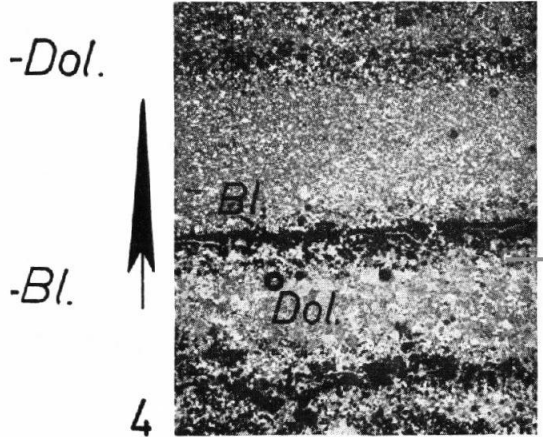
1 0,2 CM



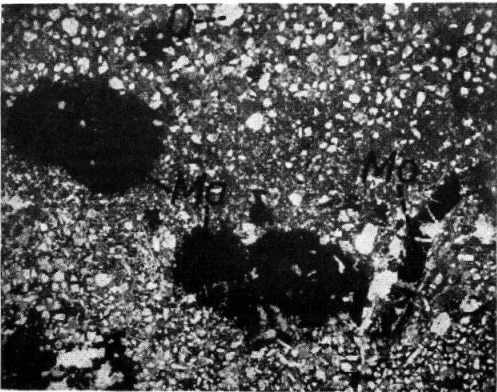
2 0,2 CM



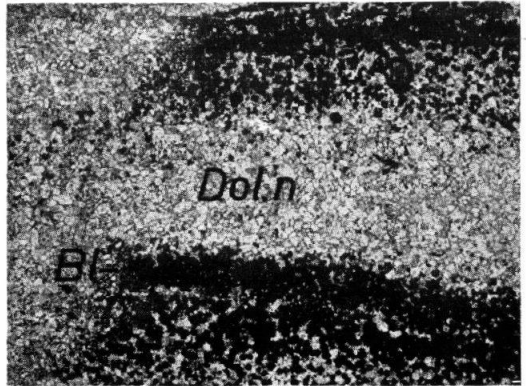
3 0,2 CM



4 0,2 CM



5 0,1 CM



6 0,1 CM



Achévé d'imprimer le 12 août 1966
par l'Imprimerie SNOECK-DUCAJU et Fils S.A., Gand-Bruxelles