

MINÉRALISATIONS DE GALENE ET DE PYRITE DANS LE RECIF F₂h DU FRASNIEN DE FRASNES (BELGIQUE)¹

par

J. PEL² & G. MONSEUR³

(1 figure, 2 planches et 1 tableau)

RESUME.- L'étude des minéralisations de galène et de pyrite dans la partie périphérique du bioherme F₂h de Frasnes ainsi que dans les sédiments envasants confirme, par rapport à un travail antérieur, la tendance du plomb à se concentrer dans les zones corticales des récifs et permet de discuter de la genèse des minéralisations.

ABSTRACT.- The investigation of galena and pyrite mineralisations in the peripheral part of Bioherm F₂h and its enveloping sediments at Frasnes provides confirmation of results reported earlier, i. e. the tendency of lead to concentrate in the outer zone of reefs. It allows further comments on the genesis of mineralisations.

RESUMEN.- El estudio de las mineralizaciones de galena y pirita en la parte periférica del biohermo F₂h de Frasnes (Belgica) así como en los sedimentos enlodados confirma, respecto a un trabajo anterior, la tendencia del plomo a concentrarse en las zonas corticales de los arrecifes y permite discutir la génesis de las mineralizaciones.

STRUCTURE DU RECIF

LA BASE DU RECIF

Par comparaison avec le récif de même âge exposé dans le front de taille de la carrière du Lion à l'est et avec le récif de Boussu à l'ouest, on peut admettre avec M. LECOMPTE (1959) que les calcaires stratifiés argileux à Brachiopodes largement dominants, Tabulés branchus et Rugueux solitaires surmontés de bancs à *Stromatactis*, Brachiopodes dominants, Tabulés branchus, *Hexagonaria*, Rugueux solitaires, Disphyllides et *Receptaculites* servent de base au massif construit.

LE BIOHERME

La structure du bioherme F₂h est bien mise en évidence dans le front de taille d'une centaine de mètres de hauteur. Rappelons brièvement que le récif a été construit, dans sa partie inférieure (30 m) par des Stromatoporoides en boules ou en épaisses lamelles, *Alveolites* lamellaires, *Thamnopora* et Rugueux solitaires, accompagnés de Crinoïdes, Brachiopodes et Gastéropodes. La partie supérieure (40 m), caractérisée par la présence d'abondants *Stromatactis* a été édifiée par des Stromatoporoides massifs, lamellaires et branchus et par des *Alveolites* branchus, accompagnés

de Brachiopodes et de Gastéropodes (LECOMPTE, 1954).

LA PARTIE CORTICALE DU RECIF

La formation calcaire d'allure stratifiée, recoupée dans le chemin d'accès au front supérieur, constitue la phase terminale du récif. Une analyse sédimentologique destinée à préciser les conditions de milieu s'imposait : non élucidées à l'heure actuelle, elles s'avèrent indispensables pour comprendre la localisation des minéralisations.

La base de la zone corticale du récif, encore massive ou substratifiée, a été construite en milieu de haute énergie par les Stromatoporoides massifs ou subglobuleux souvent dérangés de leur position de vie, par les Stromatoporoides lamellaires et branchus et les *Alveolites* massifs et lamellaires. La matrice est crinoïdique et le ciment, spathique. Les calcaires, de teinte très

- 1 Communication présentée le 2 juillet 1974, manuscrit déposé le 22 décembre 1978.
- 2 Laboratoires de Géologie générale, Université de Liège, place du XX Août, 7, B 4000 Liège.
- 3 Département de Géologie et Géochimie, Faculté des Sciences, Université autonome, Canto Blanco, Madrid 34, Espagne.

claire, sont dépourvus de quartz (teneur en SiO_2 de 0,2 à 0,6 ‰) et d'argiles.

On observe, ensuite, sur 20 m de puissance environ, la raréfaction progressive des Stromatoporoides massifs et lamellaires au profit des Stromatopores branchus (*Amphypora* et *Stachyodes*), des *Scoliopora* (Tabulés branchus) et des *Alveolites* lamellaires et branchus emballés dans une matrice de biosparite et de biosparrudite. La structure stratifiée tranche alors nettement avec la structure massive du récif.

La lithologie des couches calcaires (15 m de puissance) couronnant le complexe récifal diffère totalement des biolithites sous-jacentes : biopelsparites, pelsparites et micrites ne contenant que quelques Stromatoporoides rameux, des Ostracodes et de nombreuses calcispères. Ces sédiments et la faune associée sont typiques d'un milieu de faible profondeur d'eau, d'énergie moyenne à faible, que nous pouvons, par comparaison avec l'environnement récifal étudié dans le Synclinorium de Dinant, assimiler à celui d'un lagon. Ils sont recouverts par une forte épaisseur de schistes envasant le récif (F_{2i}).

UN SYSTEME DE JOINTS

De très nombreux joints ouverts constituent dans le récif un réseau de fractures de direction subméridienne. Ces joints de tension, relativement minces dans la partie massive du récif, s'ouvrent considérablement dans la partie corticale.

Ils sont dus à la résultante des poussées lithostatiques agissant sur le milieu rigide que constitue le récif et le milieu relativement plastique qui l'entoure.

La flexion composée qui en résulte peut, à notre avis, expliquer ce système de joints en éventail connus dans plusieurs récifs et notamment bien visibles dans les biohermes de marbre rouge du massif de Philippeville.

MINERALISATIONS

DESCRIPTION

Les minéralisations se distribuent dans deux formations bien distinctes : la partie corticale de la masse récifale et les schistes F_{2i} recouvrant celle-ci. Dans la première, la galène et la pyrite apparaissent en plusieurs endroits tandis que la covelline se présente en traces et très localement. La pyrite domine dans la seconde où

la **chalcopryrite** et la **galène** disséminées n'existent qu'en traces.

La galène et la pyrite ont subi une forte altération météorique qui se traduit par leur corrosion, l'apparition de minéraux secondaires et le remplissage calcitique de fissures et de géodes affectant les minéraux primaires. Bien que les rares grains de chalcopryrite n'aient pas souffert de l'altération, il paraît cependant logique d'attribuer les traces de covelline à une lixiviation de la chalcopryrite.

MINERALISATIONS DANS LE RECIF

Partie corticale du bioherme

La galène, en petits grains, rarement en amas (fig. 1), se rencontre soit dans les joints largement ouverts de la partie corticale du récif associée à des structures microbréchiques, soit dans de très fines cassures subparallèles aux précédentes et à remplissage de calcite.

Les grains de galène, de formes (pseudo-cubique, cubique, irrégulière), de dimensions (0,5 à 6 mm) et de fréquences variables, sont contigus aux parois des joints ou distribués dans la calcite elle-même (Pl. I : 1, 2). La majorité de ces grains sont altérés en cérusite* suivant les plans de clivage, les fissures, les contours cristallographiques ou les géodes (Pl. I : 3 à 6).

Dans la roche encaissante, on relève la présence à l'état disséminé de fins grains de pyrite (5 à 10 microns), de petites mouches limonitiques (30 à 200 microns) dont certaines contiennent encore des vestiges de pyrite originelle (Pl. I : 7), de galène dans les microfissures ou en disposition intergranulaire.

Le Bioherme

Dans le bioherme même, on observe des plages très riches en pyrite se présentant soit en grains disséminés (3 à 90 microns), soit en cristaux cubiques ou pseudo-cubiques corrodés et altérés à des degrés divers (Pl. I : 8). Les échantillons recueillis peuvent contenir jusqu'à 10 ‰ de pyrite.

On observe localement des fossiles épigénisés, des mouches limonitiques à résidus de pyrite originelle et de la covelline dans les cavités de la pyrite.

* Il s'agit ici de cérusite et non d'anglésite, vu la nette biréflexion et la forte anisotropie du minéral. D'autre part, le milieu neutre ou alcalin est en faveur de la formation de la cérusite.

MINERALISATIONS DANS LES SEDIMENTS ENVASANTS

Dans les schistes envasants, des nodules et de minces lits de calcaires (micrites finement dolomitisées à menus débris de Crinoïdes et de Brachiopodes) contiennent des concrétions pyriteuses atteignant jusqu'à 4 centimètres.

La pyrite de formes (allongée, cubique, pseudo-cubique, rectangulaire) et de dimensions variables, le plus souvent corrodée s'y présente sous quatre aspects distincts : très petits grains disséminés dans masse (3-5 micr.); petits grains (100-200 mic.) groupés (Pl. 2 : 1); amas bien développés (Pl. 2 : 2); enfin remplissage de microfractures (Pl. 2 : 3).

Une couronne de calcite de recristallisation formée durant les processus diagénétiques entoure fréquemment les grains de pyrite (Pl. 2 : 4) tandis qu'à l'intérieur ou en périphérie de quelques grains, l'altération en marcassite est nette (Pl. 2 : 5). Cette dernière observation témoigne d'une modification de "micromilieu" (passage d'un pH alcalin ou neutre à un pH acide) permettant une transformation très partielle de la pyrite en marcassite.

Comme dans la partie corticale du récif, on observe également des mouches ou veinules limonitiques. Enfin, la micrite contient à l'état de traces, de très petits grains de chalcopryrite (Pl. 2 : 6, 7) et de galène (Pl. 2 : 8) de formes très irrégulières.

ORIGINE DES MINERALISATIONS

La pyrite, la chalcopryrite et la galène des sédiments envasants se sont formées dans des boues calcaires et argileuses riches en matières organiques, soit dans un milieu euxinique relativement profond ainsi qu'en témoigne la faune associée. Au cours de la diagenèse, la pyrite est restée à l'état disséminé dans les boues ou s'est concentrée, sous l'effet des contraintes tectoniques, en amas disposés subparallèlement à la microfracturation.

En ce qui concerne les minéralisations observées dans la partie corticale, le problème est de savoir d'où viennent les ions métalliques et pourquoi ils se sont concentrés dans cette zone. L'hypothèse d'une origine hydrothermale des minéralisations ne peut être retenue en l'absence de failles majeures affectant le récif, d'autant que les circulations per ascensum et per descensum sont très réduites du fait des écrans imperméables que constituent les schistes F_{2g} sous-jacents et F_{2i} sus-jacents au complexe récifal.

Tout en tenant compte des conditions physico-chimiques de formation des sulfures, les faits d'observation conduisent à l'interprétation suivante : au départ, les ions Fe, Cu, Pb et S se sont concentrés dans le milieu de lagon, correspondant à la phase terminale de l'édification du complexe récifal; au cours de la diagenèse, les ions Fe (abondants) et Cu ont été remobilisés les premiers pour cristalliser ensuite dans les boues calcaires respectivement sous forme de pyrite et de chalcopryrite (en traces), altérée ultérieurement en covelline. Ces boues calcaires, riches en matières organiques constituaient en effet un milieu de capacité réductrice très élevée.

Plus tard, la galène-moins soluble que la pyrite aurait subi les mêmes processus de remobilisation et recristallisé dans les joints de tension de la partie corticale. Ainsi s'expliquerait la succession normale de C. BANDY : pyrite, chalcopryrite, galène.

Bien que nous ayons souligné l'imperméabilité des schistes F_{2i}, nous ne pouvons rejeter d'emblée l'idée qu'une certaine migration ionique per descensum ou latérale se soit produite, au contact F_{2i}-F_{2h}, des schistes vers le bioherme, car il est remarquable de noter que les mêmes ions Fe, Cu et Pb s'observent à la fois dans les sédiments envasants et dans la partie corticale du récif.

COMPARAISON AVEC D'AUTRES GISEMENTS

Les minéralisations de galène et de pyrite de Frasnes présentent une analogie frappante avec celles décrites par BAZIN & LEBLANC (1968) dans les gisements de Bou Dahar, Tagount et Bou Arhous dans le Lias du Haut Atlas oriental marocain.

Bien qu'économiquement négligeables, l'intérêt de ces gisements réside dans la constante relation entre les minéralisations et les faciès récifaux ou péri-récifaux : les minéralisations de galène, blende et pyrite se sont mises en place dans l'écorce du récif formée de débris d'organismes constructeurs, où elles sont accompagnées parfois de phénomènes de silicification et de dolomitisation (Bou Arhous). Le gisement de Bou Dahar, plus complet, contient en outre des mouches cubiques de galène dans les faciès oolithiques du back-reef.

La présente étude confirme - par rapport à un précédent travail de synthèse (MONSEUR & PEL, 1973) - la tendance du plomb à se concentrer dans les zones corticales des récifs.

AGE	GISEMENTS	LITHOLOGIE		ORGANISMES CONSTRUCTEURS	MINÉRALISATIONS		
		Dolom.	Calc.		RECIF	BACK a	REEF b
LIAS MOYEN	Bou Dahar		+	<u>Opisoma</u>		Pb	
	Tagount		+	--		Pb(Fe,Zn)	
LIAS INFÉRIEUR	Tagount		+	--		Pb	
	Bou Arhous	+		Gervillia Polypiers branchus		Pb	
	Bou ahar	+		<u>Opisoma</u>			Pb
FRASNIEN	Frasnes		+	Stromatopo- roïdes Tabulés		Fe(Pb)	

Tableau synthétique des gisements comparables à Frasnes
(a : bioclastique; b : oolithique)

Nous devons à l'extrême amabilité de Monsieur LHOEST, Directeur de la carrière du Lion (CARMEUSE) d'avoir pu étudier les minéralisations dans les fronts de la carrière. Nous l'en remercions vivement.

BIBLIOGRAPHIE

- AMSTUTZ, G.C. & BERNARD, A.J., 1973. Ores in sediments. International Union of Geological Sciences, Series A, Number 3 - VIII International Sedimentological Congress Heidelberg, August 31 - September 3, 1971, 350 pp., Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- BAZIN, D. & LEBLANC, M., 1968. Récifs et minéralisations plombo-zincifères. Exemples empruntés au Haut-Atlas Oriental (Maroc). Chron. Mines Rech. min. Paris, 372 : 115-120.
- LECOMPTE, M., 1954. Quelques données relatives à la genèse et aux caractères écologiques des "récifs" du Frasnien de l'Ardenne. Vol. Jubilaire V. VAN STRAELEN, 1 : 153-181, Bruxelles.
- LECOMPTE, M., 1959. Session extraordinaire de la Société Géologique de Belgique consacrée à l'étude du phénomène récifal dévonien dans la partie occidentale du bassin de Dinant et du bassin de Namur. Ann. Soc. Géol. de Belg., LXXIII : 1-134, Liège.
- MONSEUR, G. & PEL, J., 1973. Reef environment and stratiform ore deposits (Essay of a synthesis of the relationship between them). In : G.C. AMSTUTZ & A.J. BERNARD (op. cit) : 195-207.

Figure 1.- Agrégat de cubes de galène (2 à 7 mm) concentrés dans un joint de tension à remplissage calcitique (rhomboédres de 1 à 3 cm réunis par un ciment argileux de décalcification), au contact de la roche encaissante (biosparite crinoïdique). Celle-ci contient sur une épaisseur de 10 cm environ de la galène très finement disséminée (inf. à 1 mm).

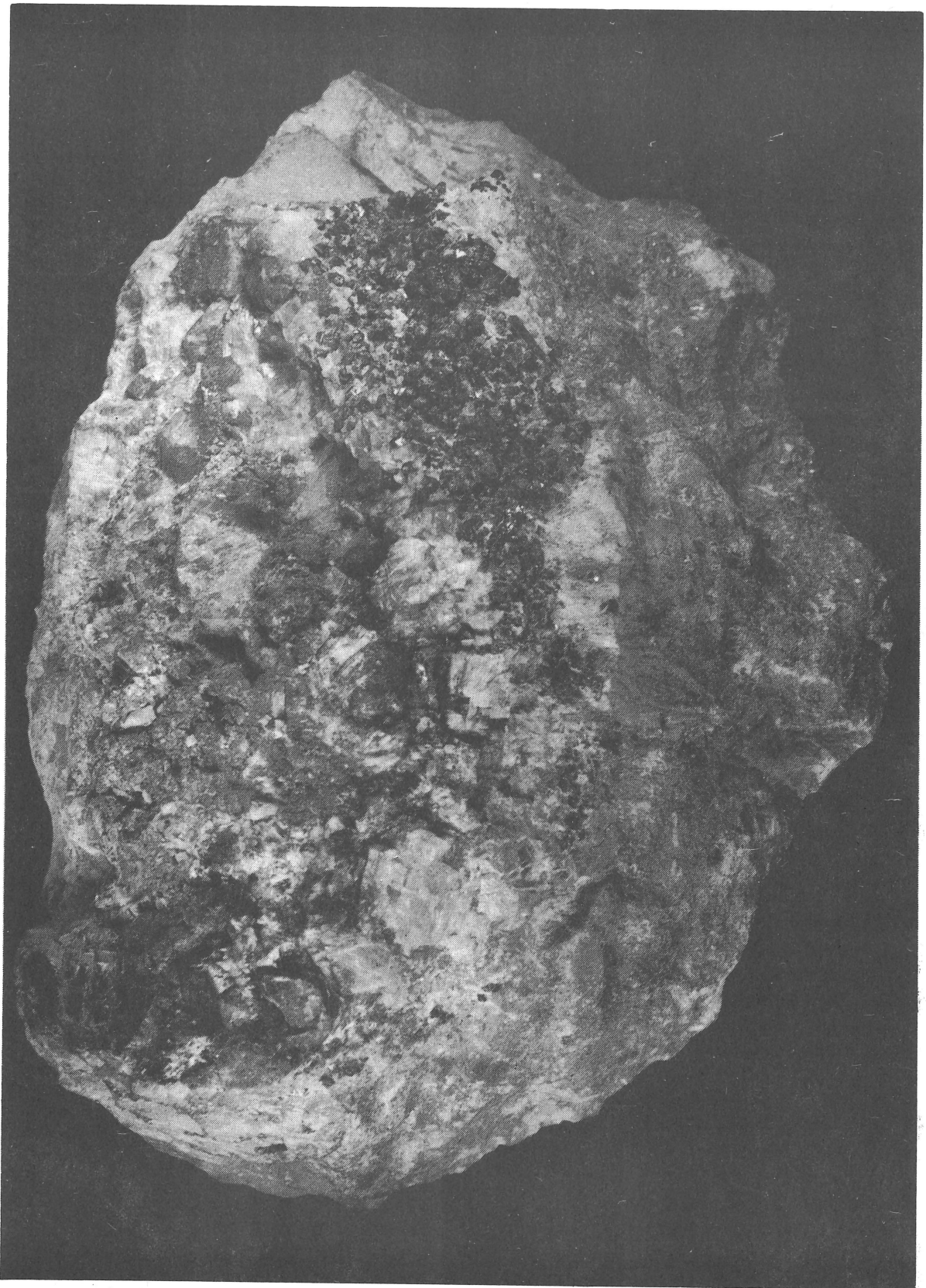


PLANCHE I

MINERALISATIONS DANS LA PARTIE CORTICALE DU RECIF

1. Grains de galène (Ga) démantelés et corrodés dans un joint à remplissage de calcite grenue (Tg) et cristalline (Tc).
2. En contact avec la roche encaissante (Re) (biosparite), grain de galène (Ga) fracturé avec remplissage de calcite.
3. Altération de galène (Ga) en cérusite (Ce) suivant un réseau de microfractures (Ca : Calcite; Ge : Géodes).
4. Altération de la galène (Ga) en cérusite (Ce) selon ses contours cristallographiques (Ca : calcite; Re : roche encaissante).
5. Nodule de cérusite (Ce) résultant de l'altération de la galène (Ga) en bordure d'une géode.
6. Altération périphérique de la galène (Ga) en cérusite (Ce) avec vestige en son sein de petits grains de galène. (Li : limonite).
7. Mouches limonitiques dans la roche encaissante avec vestiges de petits grains de pyrite originelle.
8. Pyrite (Pi) limonitisée et corrodée. (Li : limonite).

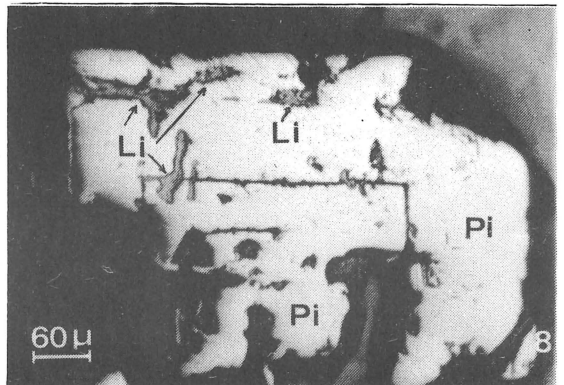
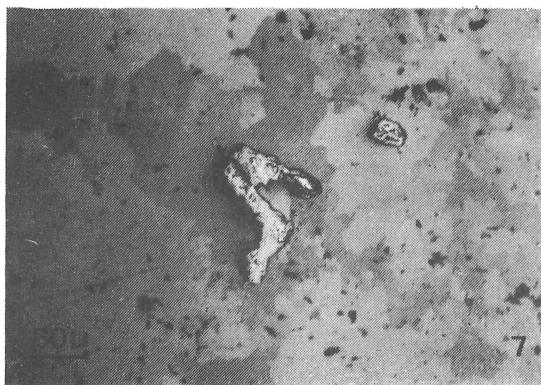
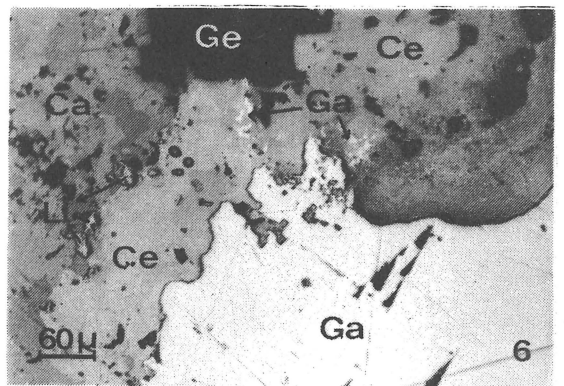
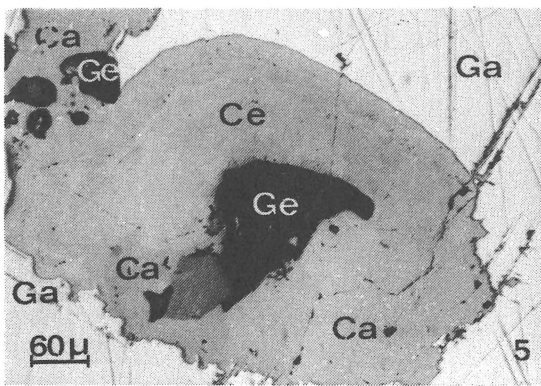
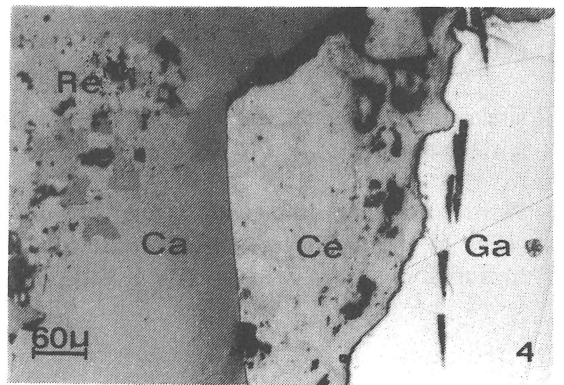
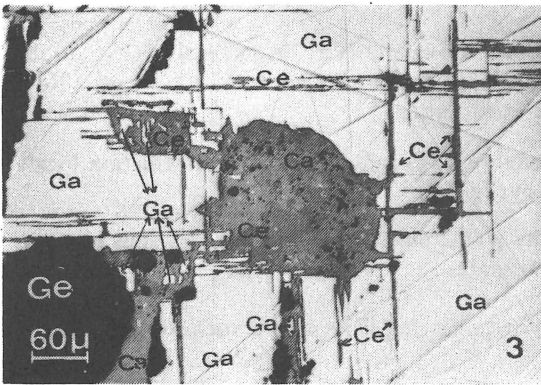
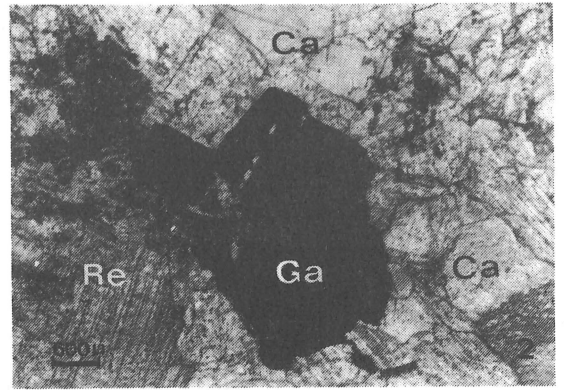
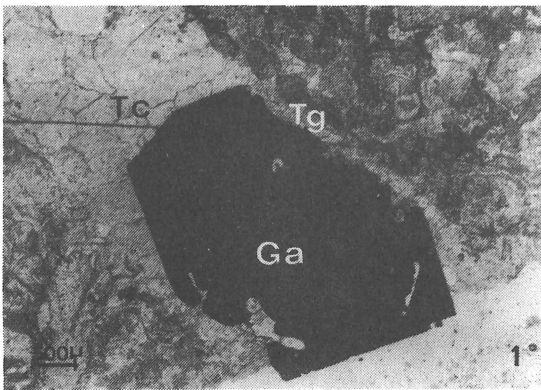


PLANCHE 2

MINERALISATIONS DANS LES SEDIMENTS ENVASANTS

1. Petits cubes de pyrite en amas.
2. Grain de pyrite ayant enrobé un bioclaste durant sa cristallisation.
3. Micrite finement dolomitisée contenant de petits grains de pyrite disposés parallèlement à la microfracturation.
4. Couronne de calcite (Ca) de recristallisation autour d'un grain de pyrite (Pi) corrodé et fracturé. Re : roche encaissante.
5. Marcassite (Ma) résultant de la transformation locale de la pyrite (Pi).
- 6-7. Petits grains de chalcoppyrite (Ch. pi) dans la roche encaissante.
8. Amas irrégulier de galène dans la roche encaissante.

