

SUR LA PRESENCE DE CHALCOPYRITE ET DE PYRITE NICKELIFERE DANS LES MARBRES ROUGES FRASNIENS

par NETELS, V. (*) et DERIE, R. (*)

RESUME. - En Belgique, les biohermes frasniens sont principalement connus par les marbres appelés "Rouge des Flandres", qui y sont exploités depuis des siècles. Dans ces mêmes terrains des concentrations en galène ont été exploitées; elles étaient principalement localisées dans les biohermes F2h; des travaux récents montrent que des indices cuprifères existent au sein de ces massifs organogènes. (15) (18)
Dans ce contexte, la présence de minéraux cuprifères dans les biohermes F2j, qui n'y ont jamais été observés jusqu'à présent, peut permettre de mieux préciser la métallogénie frasnienne.

1. LOCATION DU PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS.

Les échantillons étudiés ont été prélevés dans la carrière de Malplaquet, et plus précisément dans le compartiment supérieur droit de la paroi Nord. Cette célèbre carrière, ouverte dans un bioherme F2j, est située sur le territoire de l'ancienne commune de Merlemont (à présent Philippeville) à environ 1 km à l'Est de l'église de Merlemont et a été exploitée, jusqu'il y a peu encore, pour marbre. (V. figure 1)

2. CONTEXTE GEOLOGIQUE.

Le bioherme est localisé sur le flanc Sud de la voûte anticlinale de Merlemont (V. figure 2) qui s'étend de Franchimont à Bois-Lambert, près de Sautour, suivant une direction ENE-OSO. L'axe de la voûte est constitué de calcaire gris à *Pachystroma* appartenant au niveau F2g.

La paroi Nord de la carrière contient des schistes F2i très noduleux. Leur direction est Est-Ouest et leur pendage 60°N. Le plan incliné donnant accès à la carrière est dirigé Sud-Nord. Nous y observons des schistes verts foncés F3

à *Buchiola palmata* (formation de Matagne, Etage Frasnien) dont la schistosité est très compliquée; ils ont été pincés et chiffonnés entre le sommet du bioherme et le flanc Nord d'un petit anticlinal et constituent la phase terminale de l'envasement du récif. (21)

3. ANALYSE DES MINERALISATIONS.

3. 1. EXAMEN MACROSCOPIQUE.

Les échantillons de calcaire sont gris rose, localement gris noir; on y distingue de nombreux joints stylolithiques et quelques passées argilo-calcaires verdâtres. Deux familles distinctes de veines et veinules de calcite cristalline blanche traversent les échantillons :

- la famille A est constituée de veines aux contours ondulants formant des lentilles centimétriques à décimétriques, et entièrement remplies par de la calcite blanche largement cristalline. Ces lentilles sont bordées d'un côté par de la calcite bien cristallisée grise et, du côté opposé, par de la calcite rougeâtre finement cristalline;
- la famille B est constituée de veines et veinules au parcours rectiligne, remplies

(*) Service Exploitation des Mines de l'Université Libre de Bruxelles,
50, avenue F. D. Roosevelt - B-1050 Bruxelles (Belgique)

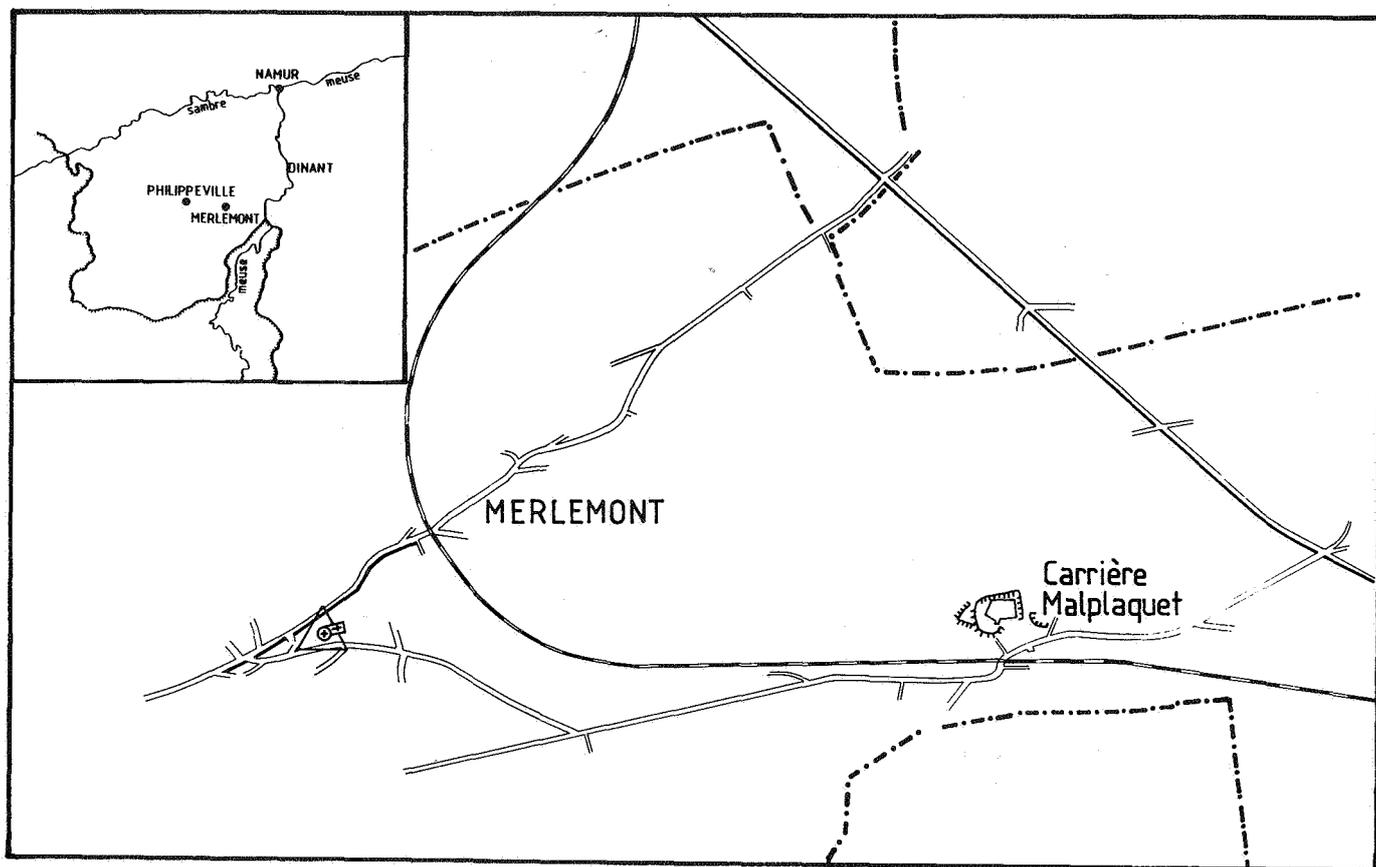


Fig. 1 - Localisation de la carrière Malplaquet, Merlemont (Philippeville). Echelle 1/10.000.

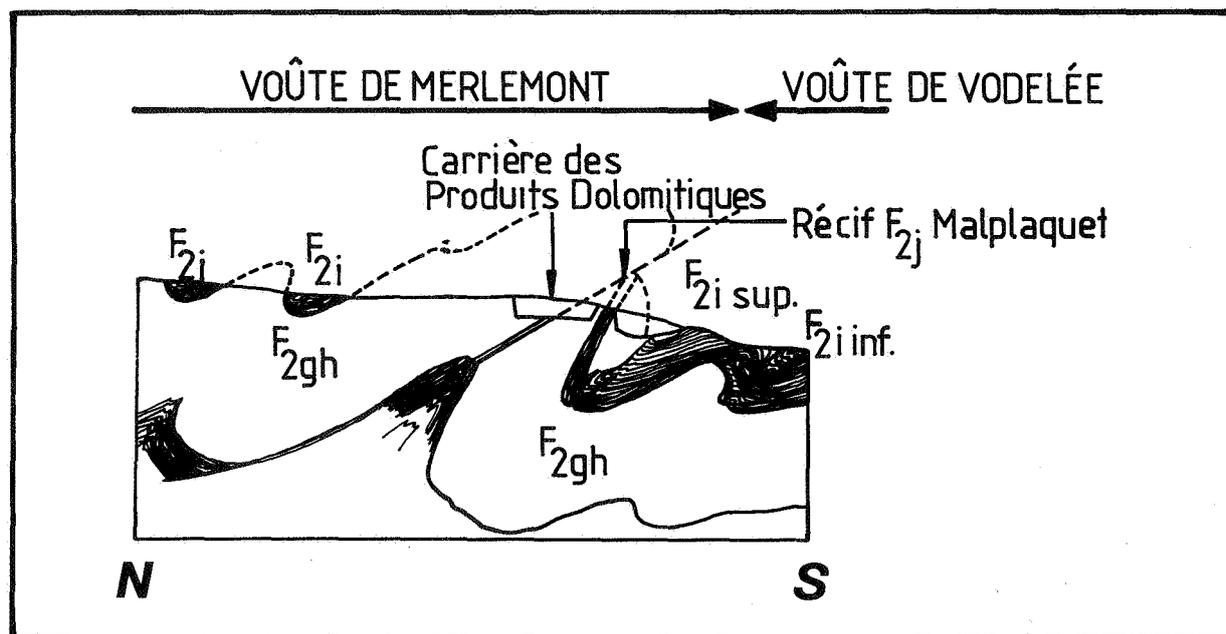


Fig. 2 - Coupe schématique N-S au travers de la voûte de Merlemont, au droit de la carrière de Malplaquet à Merlemont (Philippeville). D'après R. THONNARD (21).

dé calcite cristalline blanche: leurs limites sont nettes, et l'épaisseur est relativement constante, de l'ordre du centimètre. Parfois ces veines et veinules se recourent.

Les sulfures sont toujours localisés dans les veines de la famille A.

Les minéralisations observées dans les veines de calcite ont un éclat métallique franc. Les unes, de teinte jaune franc, sont plus grandes et ont les contours nets et rectilignes. Les autres, plus petites, se présentent sous forme de sphères ou sphérules fracturées et de couleur blanc jaunâtre.

3.2. EXAMEN MICROSCOPIQUE.

3.2.1. TABLEAU DES CARACTERES OPTIQUES.

Des surfaces polies comprenant une vingtaine d'inclusions sulfurées ont été examinées sous le microscope métallographique (V. figures 3 et 4). Elles se répartissent en deux types dont les principales caractéristiques sont reprises dans le tableau 1.

3.2.2. POUVOIR REFLECTEUR.

Les résultats des mesures de réflectance dans l'air sont repris sur le tableau 1.

Ces valeurs correspondent grosso modo à celles indiquées dans la littérature pour ces minéraux; ceci est particulièrement vrai pour le minéral I qui répond aux normes de la chalcopirite (22). Le minéral de type II présente un faciès de pyrite caractéristique mais le pouvoir réflecteur est anormalement bas (7) (22).

3.2.3. MICRODURETE.

La microdureté Vickers n'a pu être déterminée pour le minéral de type II (cfr tablea 1). Le minéral se fracture quand la charge le pénètre; il semble cependant que la microdureté Vickers soit supérieure à 100 kg/mm².

3.3. ANALYSE RADIOCRISTALLOGRAPHIQUE.

Un grain du minéral de type I a été isolé mécaniquement de la gangue carbonatée et examiné par diffraction de rayons X (rayonnement Co K α). Le diagramme Debye-Scherrer obtenu correspond à celui de la chalcopirite (ASTM 24-211).

3.4. ANALYSE ELEMENTAIRE AU MICROSCOPE A BALAYAGE.

Les minéralisations de type II pour la plupart de très petites dimensions ont été analysées au microscope - microsonde Jeol type Superprobe 733. Les éléments constitutifs sont le soufre, le fer et le nickel; les concentrations exprimées en fractions atomiques (atomes %) suggèrent (tableau 2) une pyrite nickélifère de formule Fe_{1-x}Ni_xS₂, avec x variant de 0,02 à 0,07.



Fig. 3 - Grain de chalcopirite avec une inclusion pyriteuse. Image en électrons rétrodiffusés. Grossissement x30.

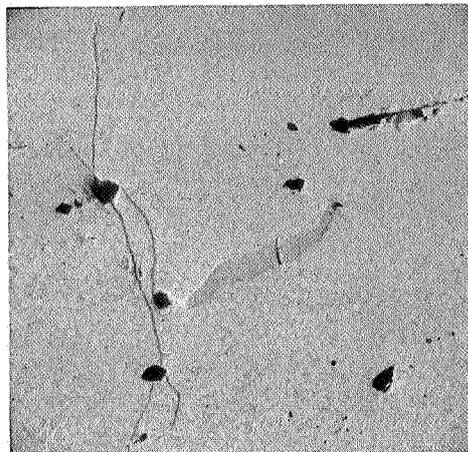


Fig. 4 - Inclusion pyriteuse dans un grain de chalcopirite. Image en électrons rétrodiffusés. Grossissement x200.

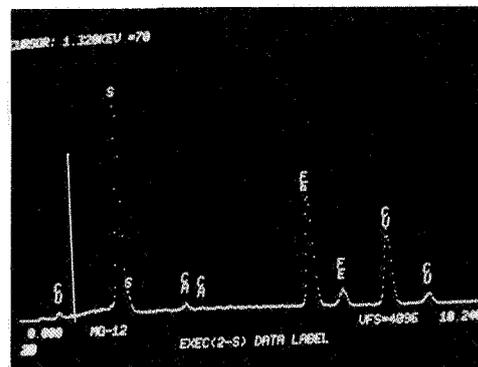


Fig. 5 - Analyse élémentaire du minéral de type I. (chalcopirite).

TABLEAU I Caractères des minéraux de types I et II

	MINERAL I	MINERAL II
Nombre d'échantillons étudiés	7	15
Couleur	jaune franc	blanc jaunâtre
pléochroïsme	néant	néant
Eclat	métallique	métallique
Distribution	Cristaux isolés au sein de la calcite blanche largement cristalline	Cristaux isolés au sein de la calcite blanche largement cristalline; cristaux à proximité du minéral I ou même inclus dans celui-ci.
Dimension	les dimensions maximales sont 3,1 mm x 3,0 mm	les dimensions maximales sont 1,3 mm x 0,9 mm
Forme	cristaux automorphes	cristaux subautomorphes à xénomorphes fracturés en tout sens
Dureté relative	minéral II plus dur que le minéral I; les griffes s'arrêtent ou s'amincissent au passage de I dans II.	
Entres nicols croisés :		
Anisotropie	très faible	isotropie
macles et réflexions internes	absentes	absentes
Réflectance dans l'air		
à λ 545 nm		
R(%) min	34,15	41,98
s	1,10	2,47
R(%) max	35,43	43,86
s	0,96	2,34
à λ 588 nm		
R(%) min	37,29	43,04
s	2,85	5,65
R(%) max	38,30	47,0
s	2,79	4,46
Microdureté Vickers (Kg/mm^2)		
charge 50 g	218	} ≥ 1100
100 g	141	
200 g	195	

Tableau 2. Analyse quantitative à la microsonde, des grains de pyrite.

	S(at%)	Fe(at%)	Ni(at%)
grains de pyrite	0,657	0,324	0,018
inclusion pyriteuse dans chalcoppyrite	0,657	0,336	0,006

Les grains de chalcoppyrite ont également été analysés; les éléments constitutifs de ces grains sont le soufre, le cuivre et le fer; aucun autre élément n'a été décelé (V. figure 5).

4. DISCUSSION.

Nous avons observé que les marbres F_{2j} de la carrière de Malplaquet contiennent une très faible quantité de minéraux sulfurés, chalcoppyrite et pyrite nickélicifère avec au maximum 7% du Fe substitué. Les grains de chalcoppyrite automorphes, sont d'assez grande dimension; les grains de pyrite, par contre, dépassent rarement 1 mm, leurs contours sont irréguliers et ils sont souvent fragmentés. Ce minéral peut également être présent sous forme d'inclusions dans les grains de chalcoppyrite. Ces différentes minéralisations sont localisées exclusivement dans la calcite de remplissage secondaire, blanche, largement cristalline.

Nos observations permettent de suggérer un ordre de cristallisation.

Le premier sulfure à se développer est la chalcoppyrite : sa croissance commence peu après le début du développement de la calcite; les deux minéraux seraient donc syngénétiques.

La pyrite nickélicifère, manifestement xénomorphe, se développe en dernier lieu, après le début de la cristallisation de la chalcoppyrite, au sein de laquelle elle peut se trouver piégée. La plupart des cristallisations de pyrite se forment dans des cavités ou géodes non encore comblées de calcite, et avant la fin du développement de cette dernière.

REMERCIEMENTS.

Nous remercions MM. les Professeurs J. JEDWAB, directeur du Laboratoire de Géochimie et R. WINAND, directeur du Service de Métallurgie et Electrochimie, qui nous ont permis d'effectuer les analyses au microscope à balayage, à la microsonde et au microscope métallographique.

BIBLIOGRAPHIE.

BUTTGENBACH, H. (1897-98) - Les minéraux du marbre noir de Denée. *Ann. Soc. Géol. de Belgique* T. XXV, pp. XXIV-CIX.

BUTTGENBACH, H. (1897-98) - La chalcoppyrite de Visé. *Ann. Soc. Géol. de Belgique*, T. XXV, pp. CIV-CVII.

BUTTGENBACH, H. (1898) - Cuprite et Malachite, azurite d'Engihoul. *Ann. Soc. Géol. de Belgique*, T. 25, pp. CVII-CXXIX.

BUTTGENBACH, H. (1921) - Description des éléments, des sulfures, des chlorures, fluorures et des oxydes des métaux du sol belge. *Mém. Acad. Royale de Belgique*, T. VI, 2^o série in 8^o.

BUTTGENBACH, H. (1947) - Les minéraux de Belgique et du Congo belge. *Dunod éd., Paris*. 573 p.

DEJONGHE, L. (1978) - Occurrence de Bravoïte dans la paragenèse Ba, Fe, S (Zn, Pb), du gîte de Chaudfontaine (Province de Liège). *Bull. Soc. belge de Géol.*, T. 87, pp. 73-85.

DEMIRSOY, S. (1969) - Untersuchungen über den Einfluss der chemischen Zusammensetzung auf die spektralen Reflexionsfunktionen und Mikroindurkärten in System FeS₂ - NiS₂ - CoS₂ an Zonen eines natürlichen Bravoït-Kristalls. *N. Jb. Miner. Mh.*, 7 pp. 323-333.

DEWEZ, L., ANCIEN, Ch., VAN LECKWIJCK, W., CALEMBERT, L., MACAR, I. et de MAGNEE, I. (1947) - Les minerais du sol belge. *Centenaire de l'A.I.Lg. Congrès 1947*. pp. 73-118.

DUMON, P. (1927-1928) - Présentation des minéraux provenant des carrières de Vodélé. *Ann. Soc. Géol. de Belgique*. T. LI, pp. B 152-154.

DUMON, P. (1927-1928) - Deuxième note sur les minéraux provenant des carrières de Vodélé. *Ann. Soc. Géol. de Belgique*. T. LI, pp. B 311-312.

FIRKET, A. (1878-1879) - Découverte de la chalcoppyrite au charbonnage des Six-Bonnières à Seraing. *Ann. Soc. Géol. de Belgique*, T. VI, pp. CXXXIX-CXL.

FLICK, L. (1928-1929) - Note sur quelques minéraux denses trouvés dans les calcaires dans la feuille d'Henri-Chapelle. *Ann. So. Géol. de Belgique*. T. 52, pp. 167-169.

FORIR, H. (1897-1898) - Chalcoppyrite, malachite et azurite à Chanly. *Ann. Soc. géol. de Belgique*. T. XXIV, pp. XXVIII.

FRANSOLET, A. M. et MELON, J. (1975) - Données nouvelles sur des minéraux de Belgique. *B.S.R.S. Liège*, T. 44, p. 157.

GUILLAUME, P. (1976) - Contribution à l'étude paléogéographique et métallogénique de la minéralisation du Bois des Corbeaux, à Sautour, Province de Namur. *Mémoire de Fin d'Etudes, U.C.L., inédit*.

LEGRAYE, M. (1925) - Relations de la chalcoppyrite, de la bornite et de la covellite dans un minerai de cuivre de Lierneux. *Ann. Soc. Géol. de Belgique*, T. 49, pp. B 70-72.

MELON, J., BOURGUIGNON, P. et FRANSOLET, A.M.
(1976) - Les minéraux de Belgique.
Ed. G. Lelotte, 280 p.

PEL, J. et MONSEUR, G. (1978) - Minéralisations de galène et de pyrite dans le récif F_{2h} du Frasnien de Frasnes (Belgique) (1978).
Ann. Soc. Géol. de Belgique T. 101, pp. 389-397.

STAINIER, X. (1890-1891) - Anthracite et blende dans les calcaires dévoniens de Rhisnes et de Bovesse. *Ann. Soc. Géol. de Belgique, T. XVIII, pp. LXVIII.*

STAUDI, E. (1976-1977) - La distribution des indices de cuivre dans les Ardennes belges luxembourgeoises. *Travail de fin d'études. Univ. de Liège, inédit.*

THONNARD, R. (1964) - Etude photogéologique classique de la région comprise dans le quadrilatère Villers-le-Jambon, Franchimont, Sautour, Merlemont. *Ing. Géol., Thèse de doctorat U.L.B., inédit.*

UYTENBOGAARDT, W. (1971) - Tables for microscopic identification of ore minerals. *Second revised edition. Elsevier, Amsterdam, London, New York.*

Manuscrit déposé
en juin 1983.