

Minéralogie de l'ancienne mine de plomb de La Roche-en-Ardenne, Belgique

Michel BLONDIEAU⁽¹⁾ et Frédéric HATERT⁽²⁾

(1) Val des Cloches, 131, B-6927 Tellin, Belgique, michelblondieau@freegates.be

(2) Laboratoire de Minéralogie, Université de Liège, B.18, B-4000 Liège, Belgique, fhatert@ulg.ac.be

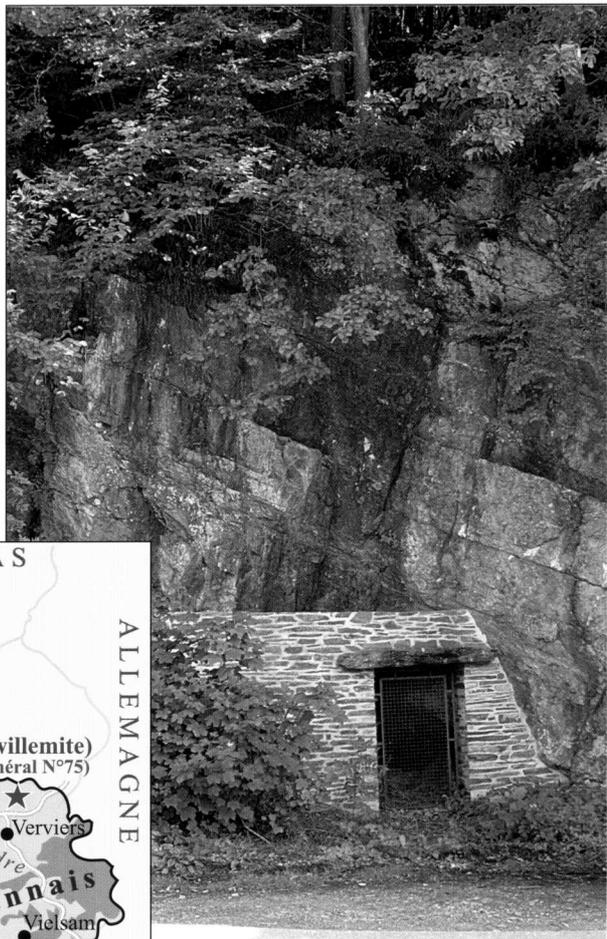
"Mineralogy of the old lead mine of La Roche-en-Ardenne, Belgium" - The road works conducted in 2006 near the old lead mine of La Roche-en-Ardenne (Province of Luxembourg, Belgium) enable us to significantly increase the number of mineral species identified in the area. Previously, only two species were known : pyrite and epsomite in efflorescence on sandstone. This work increases the number to thirty species, three of which are new occurrences for Belgium : erythrite, plumbojarosite and hydrocerussite. Several other mineral species not widespread in Belgium, especially aurichalcite, rosasite, mimetite, linarite and todorokite, were also observed. The ore mineralizations are embedded in tectonic breccias, which affected the Lower Devonian (Praguian) rocks of the Ardenne massif, and more precisely those of the "Villé Formation".

Keywords: Ardenne massif, Belgium, cobalt, copper, Devonian, Formation de Villé, galena, La Roche-sur-Ardenne, lead mine, Praguian, zinc.

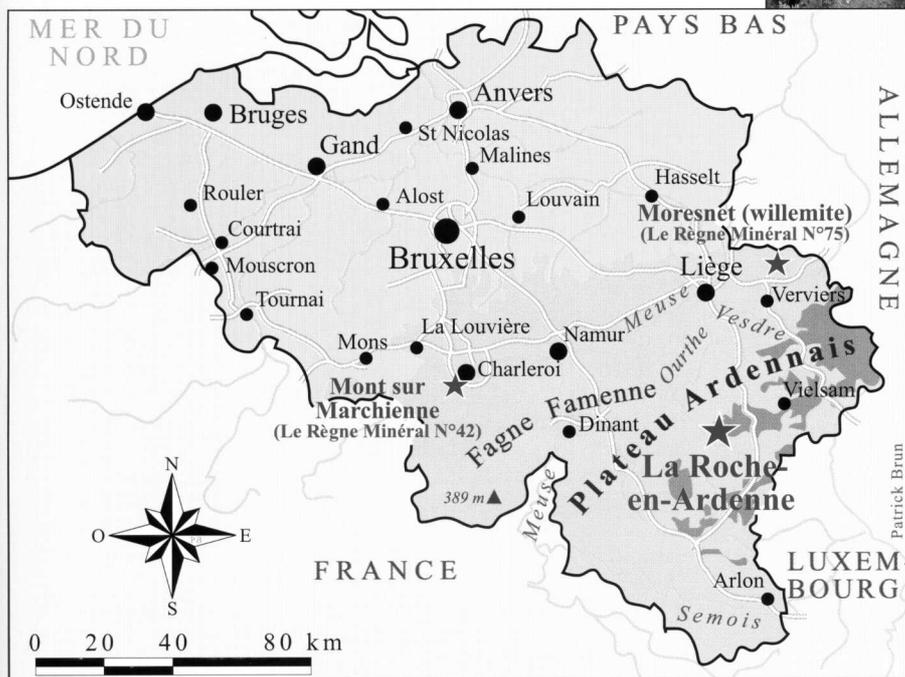
La Roche-en-Ardenne est une petite ville touristique située en province de Luxembourg, Belgique, à une vingtaine de kilomètres à l'est de Marche-en-Famenne et à une trentaine de kilomètres au nord-ouest de Bastogne.

La commune de La Roche-en-Ardenne, soit la ville elle-même et les villages environnants, ne compte guère plus de 4000 habitants. Contrairement au nord du pays, l'Ardenne, région naturelle où se trouve La Roche, est peu peuplée.

Une ancienne mine de plomb est localisée juste à la sortie de la localité, du côté droit de la route qui conduit à Samrée. L'entrée bien visible de la mine a été maçonnée et fermée par une grille solide il y a déjà quelques années pour des raisons de sécurité. En effet, cette ancienne mine est particulièrement dangereuse du fait de la présence de puits communiquant avec des niveaux inférieurs et de l'existence, paraît-il, de planchers pourris sur certaines ouvertures...



Entrée principale de l'ancienne mine de plomb (août 2005), sécurisée par une grille
Photo : M. Blondieau



Localisation de la mine dans le massif ardennais en Belgique, région de Wallonie



Vue aérienne de la ville de La Roche-en-Ardenne - Photo : © La Roch'ailes, P.-E. Leclercq

Voici ce que disait déjà Luc Van Bellingen à propos de cette cavité :

“La mine de La Roche comporte 6 niveaux distincts. Près de l’entrée, un niveau supérieur (NS) formé d’une galerie de prospection fortement remontante. Au niveau de l’entrée (NO), une galerie de travers banc de 130 mètres de long avec sur la droite une galerie de prospection formant une boucle. C’est à environ 70 mètres de l’entrée que s’ouvre le puits menant aux niveaux inférieurs. On y rencontre successivement : en N1, une amorce de travers banc avec descente vers le niveau 2. En N2, une amorce de travers banc plus importante avec descente vers le niveau 3. En N3, une galerie de travers banc retournant vers l’extérieur du massif, avec, au fond, à gauche un petit dépilage latéral. Il est possible que cette galerie sortait en surface avant la construction du mur de soutènement de la route actuelle. Le sol de ce niveau 3 est percé de plusieurs ouvertures, dont une recouverte d’un plancher pourri, présentant un danger certain, laissant supposer qu’il existe un quatrième niveau (N4) sous le niveau de l’Ourthe et donc complètement noyé”.

Il faut toutefois signaler que cette grande cavité constitue aujourd’hui un important refuge pour les chauves-souris qui peuvent y hiberner en toute tranquillité. Les cavités de cette dimension sont rares en Ardenne.

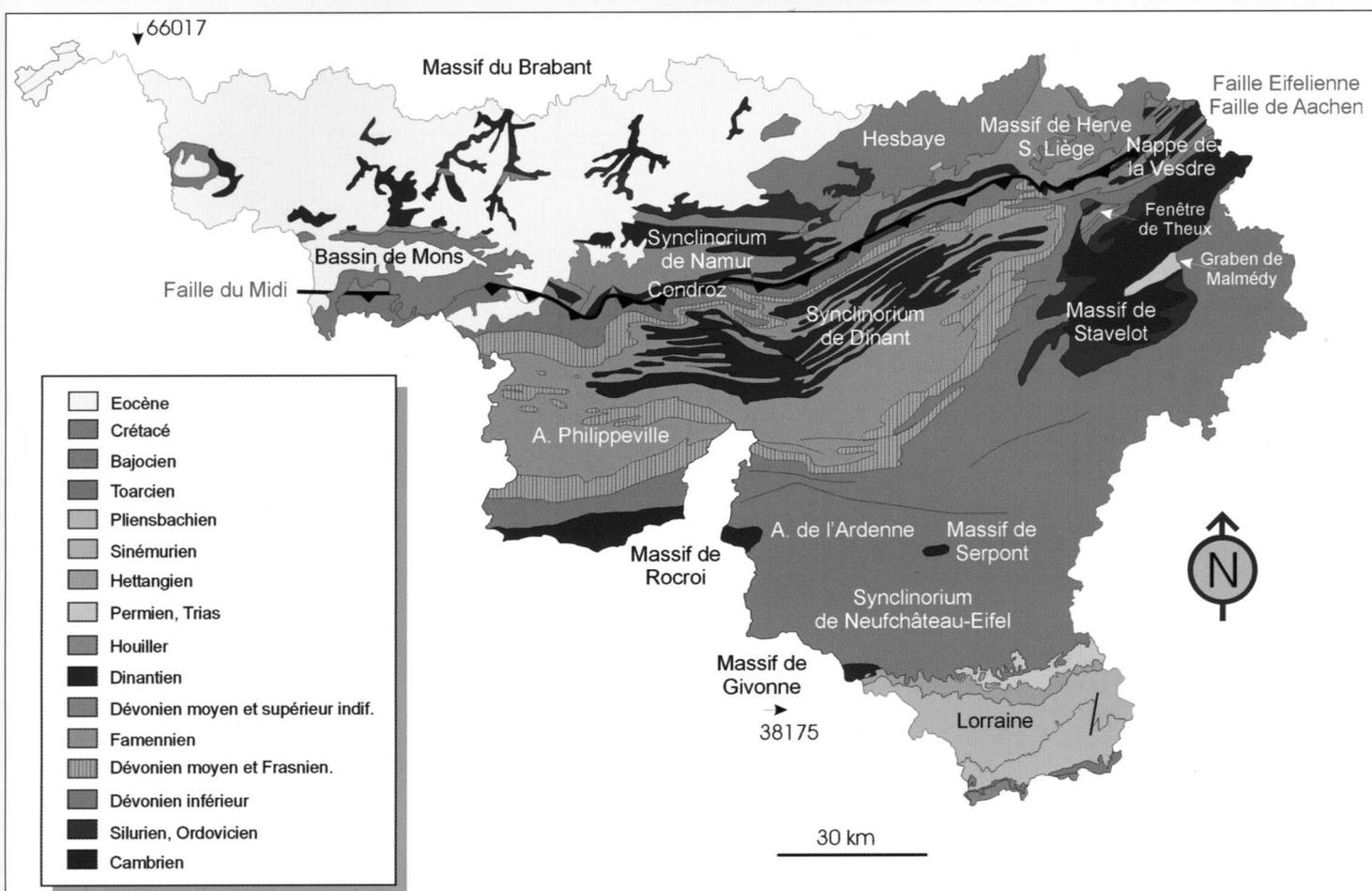
On dispose de peu d’informations sur l’historique de la mine. Tous les détails historiques repris ici ont été extraits d’un article réalisé par Van de Roy (1983). Ce dernier signale que d’autres renseignements doivent se trouver dans les archives de l’Etat.

Mais avant de parler de la mine elle-même, voici des précisions sur les gîtes métallifères en Belgique et sur la géologie du Plateau ardennais.

LOCALISATION DES MINÉRALISATIONS PLOMBO-ZINCIFÈRES EN BELGIQUE

En Belgique, les métaux non ferreux, plomb et zinc, se rencontrent essentiellement dans des encaissements dévoniens et carbonifères. Toutes les anciennes mines métalliques sont situées à l’affleurement, c’est-à-dire en Wallonie, la partie sud de la Belgique. Dans la partie nord du pays affleurent des roches meubles, argiles et sables du Tertiaire et du Quaternaire, dans lesquelles ne se trouvent que peu de minéralisations. Trois districts miniers ont été exploités en Belgique: *Meuse-Vesdre, Fagne-Famenne* et *Ardenne*.

Le district Meuse-Vesdre, grossièrement centré autour de la Meuse et de la Vesdre, est le plus riche (Dejonghe et *al.*, 1993). On y a principalement trouvé de la sphalérite zonaire ou “schalenblende” et des “calamines” dans le Carbonifère. Le district Fagne-Famenne, directement au nord de l’Ardenne, est caractérisé par une multitude de petits gisements de plomb, zinc et barytine, parfois fluorine, localisés dans le Dévonien moyen ou le Dévonien supérieur. Le district de l’Ardenne se caractérise par un encaissant constitué de roches du Dévonien inférieur. Il ne montre en Belgique qu’un seul gisement métallique d’importance notable : le gisement de Longvilly, à une dizaine de kilomètres à l’est de Bastogne. Le district se prolonge en Allemagne et au Grand-Duché de Luxembourg. En Allemagne, différentes mines assez importantes ont été exploitées dont notamment celles de Bleialf. Au Grand-Duché, on trouve deux gisements assez insolites par rapport à la partie belge du district : le gisement d’antimoine de Goesdorf (région d’Esch-sur-Sûre) et le gisement de cuivre de Stolzenbourg (région de Vianden).



Carte géologique de la Wallonie, d'après F. Boulvain
(cours de "Géologie de la Wallonie", Université de Liège, <http://www2.ulg.ac.be/geolsed/geolwal/geolwal.htm>)

Signalons que ces deux gisements viennent de faire récemment l'objet d'une publication (Philippo, 2007).

Au 19^{ème} siècle, de nombreux travaux miniers ont été réalisés partout dans le pays et les moindres indices de galène ont été fouillés de manière obstinée. Cette dernière avait en effet beaucoup de valeur à cette époque et une petite dizaine de kilogrammes de ce minerai suffisait à couvrir largement la charge salariale d'une journée de travail (Blondieau, 1993). Du fait de sa grande densité, cela correspondait en fait à un volume assez faible, de l'ordre de 1 à 2 dm³ (litres) seulement, soit, pour mieux visualiser, un volume équivalent à celui d'une bouteille d'eau minérale d'aujourd'hui !

Dans les conditions économiques de l'époque, il n'est donc pas étonnant que tous les gisements, même les moins riches, ont été fouillés, souvent même de manière vraiment déraisonnable. En Ardenne, la galène a également été recherchée activement en de nombreux autres endroits dont Amonies, Hoursinne, Lignière, Longvilly, Masbourg, Tellin et Wisembach.

Tous ces gisements, excepté celui de Longvilly, n'ont donné, dans le meilleur des cas, qu'une cinquantaine de tonnes de minerai. Le gisement de Longvilly, le plus gros filon métallique non ferreux d'Ardenne, n'a fourni au total qu'un peu moins de 10 000 tonnes de minerai (Moërynck, 1984). Essentiellement de la galène, mais aussi un peu de sphalérite et des "pyrites". Ainsi, on signale pour 1887 une production de 900 tonnes de galène, 800 tonnes de sphalérite et 1800 tonnes de pyrite (Dewez, 1947). Inutile de dire qu'aujourd'hui, ces gisements ne seraient plus du tout rentables !

LE MASSIF ARDENNAIS

Les limites entre l'Ardenne et les autres régions naturelles peuvent être établies sur base géologique : les roches du sous-sol ardennais sont anciennes et datées d'au moins 385 millions d'années (Emsien, début du Dévonien inférieur).

L'affleurement étudié à La Roche est attribué plus exactement au Praguien (Dévonien inférieur) et se rattache à la "Formation de Villé". C'est l'une des grandes séries sédimentaires paléozoïques de cette région, composée d'une alternance de schistes et de grès, ces derniers étant particulièrement calcaires et fossilifères (Bultynck et Dejonghe, 2001 ; Dejonghe et Hance, 2001).

Rappelons que l'Ardenne se caractérise essentiellement par des roches sédimentaires détritiques et marines du Dévonien inférieur, ayant subi un plissement et un métamorphisme estimé à 500°C pour 3-4 kbar dans la région de Libramont (Theye et Fransolet, 1993). On y trouve essentiellement des phyllades, des quartzo-phyllades et des quartzites (Bultynck et Dejonghe, 2001). Les phyllades étant une variété de schiste faiblement métamorphique et les quartzites des grès métamorphisés. Quant aux roches carbonatées, si elles sont fréquentes dans le reste de la Wallonie, ici elles sont généralement peu représentées. Cette déformation a eu lieu lors de l'orogénèse varisque, à l'époque permo-carbonifère qui a vu s'ériger des montagnes hautes de plusieurs milliers de mètres (chaîne varisque, anciennement appelée "chaîne hercynienne"). Notons que les roches anté-dévonniennes (cambriennes à siluriennes) avaient elles aussi subi des plissements lors de l'orogénèse calédonienne. Le socle paléozoïque ardennais a donc enregistré deux événements géologiques majeurs.

Au début de l'ère secondaire, l'érosion a ramené les reliefs varisques au niveau de la mer, époque connue sous le nom de "pénéplation post-varisque". Au Crétacé et au Tertiaire, l'Ardenne connaît ensuite plusieurs épisodes d'invasions marines. Ensuite, l'orogénèse alpine provoque un bombement du massif ardennais, notamment des parties sud et sud-est qui sont relevées à plusieurs centaines de mètres d'altitude. Les forces d'érosion ont alors rapidement éliminé les couches sédimentaires tendres des ères tertiaires puis secondaires, exhumant ainsi les roches dures du Dévonien. L'érosion continue d'entailler le massif ardennais et de creuser des vallées encaissées dont l'altitude varie de quelques 400 mètres à l'ouest (plateau d'Oignies) à près de

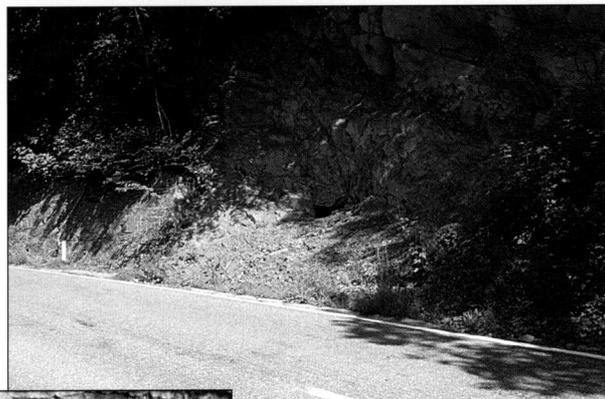
700 mètres à l'est (plateau des Hautes Fagnes), dont l'orientation est nord-sud. L'Ourthe, la rivière qui passe à La Roche, entaille le massif et isole à l'ouest le plateau de Saint-Hubert-Recogne (560 m) du plateau des Tailles (650 m) à l'est. Les régions au nord et au sud de l'Ardenne, constituées de roches moins résistantes ont été soumises à une érosion différentielle plus agressive et leur altitude est donc moins élevée. Le socle ardennais est également observé plus à l'ouest en France dans la région de Champagne-Ardennes, et plus à l'est en Allemagne (Eifel) et au Grand-Duché de Luxembourg (région d'Oesling).

Enfin, il convient de rappeler aussi que ce massif a prêté son nom à un minéral, l'ardennite, dont le pôle arsenic, l'ardennite-(As), a été découvert pour la première fois à Salm-Château près de Vielsam. D'autres espèces trouvent leur localité-type autour de Vielsam : la graulichite-(Ce) de Hourt, la davreuxite et l'ottrélite à Ottré, la stavelotite-(La) de Coreux et la vantassélite de Bihain pour le massif de Stavelot.

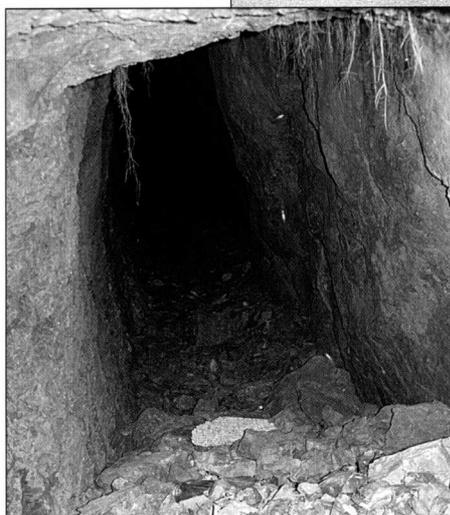
HISTORIQUE DE LA MINE DE LA ROCHE

En 1843, au cours des travaux de construction de la route de La Roche à Vielsalm, on découvre de la galène au lieu-dit "Plumeterie". Entre 1846 et 1858, la société Urban-Nicolay & Cie fonce quelques puits et creuse trois galeries de recherche. Celles-ci s'effectuent à un rythme plus ou moins régulier jusqu'en 1852 puis elles reprennent de 1854 à 1858, date de l'abandon des travaux. Le 30 septembre 1862, la demande en concession introduite précédemment par Urban-Nicolay & Cie est rejetée par arrêté royal. En 1890 et en 1921-1922, quelques recherches sont encore effectuées par Delsalle puis Zimmer. Peu de données existent quant aux productions de minerai de plomb. Dans un rapport, l'ingénieur des mines Clément signale qu'on a retiré 40 à 50 tonnes de galène jusqu'en 1848 et presque 5 tonnes de 1854 à 1858. Il précise également l'existence d'un petit fourneau qui aurait traité localement le minerai extrait et qu'ainsi 9150 kilogrammes de plomb

métal auraient été produits en 1848 (Van de Roy, 1983). Il y a quelques années (hiver 1998-1999), à quelques dizaines de mètres plus au nord-est de l'entrée de l'ancienne mine, des blocs s'étaient déjà détachés de la paroi rocheuse et certains d'entre eux étaient tombés sur la route nationale 89. Plus récemment, après encore quelques petits éboulements, on a vu réapparaître l'orifice d'une ancienne petite galerie de recherche minière réalisée au 19^{ème} siècle. Il s'agit très certainement de la galerie signalée par Van de Roy en 1943.



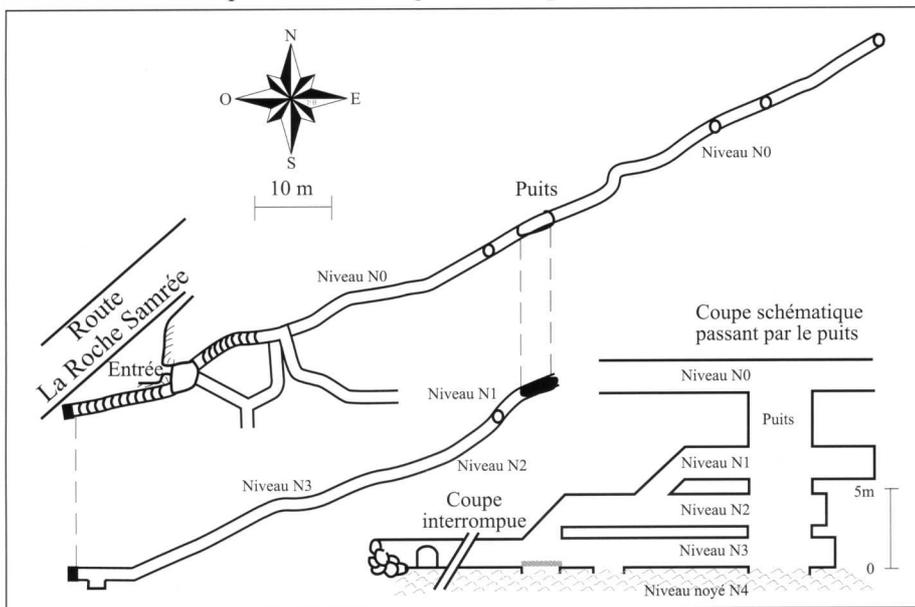
La petite galerie de recherche avant les travaux de sécurisation (Août 2005). Devant l'orifice de la galerie se trouve le petit éboulis dans lequel ont été observés les blocs de brèche minéralisée en mimérite
Photo : M.Blondieau.



A son propos, Van de Roy écrivait : "... j'avais retrouvé à 35 m vers Vielsalm, de la galerie... une autre galerie creusée au niveau de la route, de direction N.70° E également. Elle suivait un filon de quartz sur une longueur de 20 m".

DES TRAVAUX DE SÉCURISATION UTILES

Afin de sécuriser pour une longue période la route nationale 89, des travaux ont été décidés par le Ministère belge de l'Équipement et des Transports et ils viennent d'être effectués par la société "Galère" de Chaudfontaine (octobre-novembre 2006). Ils ont essentiellement consisté à "peigner" les rochers et à arracher tous les blocs mal stabilisés. De plus, un beau mur en moellons a été construit devant l'affleurement rocheux afin de protéger définitivement la chaussée. Les travaux de sécurisation routière réalisés fin 2006, non loin de l'entrée de l'ancienne mine de La Roche, ont permis d'abattre d'importantes masses de roches encaissant le filon anciennement exploité. On a pu y observer de minces filons de galène et même, localement, quelques cristaux de plusieurs centimètres de côté, souvent inclus dans des lits argileux. Mais le plus intéressant est sans doute d'avoir pu observer les minéraux satellites du filon



Plan des galeries souterraines de l'ancienne mine de La Roche, d'après Van de Roy (1983). La carte numérisée a été reprise de <http://environnement.wallonie.be>



*Calcite et dolomite sur quartz - 5 mm - La Roche-en-Ardenne, Belgique
Coll. : M. Blondieau - Photo : D. Schläfli*



*Aragonite sur quartz - 6 mm - Petites sphères blanches hérissées de cristaux
La Roche-en-Ardenne, Belgique - Coll. : M. Blondieau - Photo : D. Schläfli*



*Aragonite - 8,5 mm - La Roche-en-Ardenne, Belgique
Coll. : M. Blondieau - Photo : D. Schläfli*



*Aragonite - 6 mm - La Roche-en-Ardenne, Belgique
Coll. : M. Blondieau - Photo : D. Schläfli*



*Ensemble de cristaux de
sphalérite sur quartz, avec des
zones internes translucides de
couleur brun miel. Quelques
petits cristaux de marcasite
sont également visibles sur le quartz.
- 6 mm -
La Roche-en-Ardenne, Belgique
Coll. : M. Blondieau - Photo :
D. Schläfli*

principal, anciennement exploité et non recoupé par les nouveaux travaux. Seuls des travaux de ce type pouvaient permettre de telles observations.

Outre des minéraux de plomb, fer, manganèse et cuivre déjà observés antérieurement, ces travaux ont permis de mettre en évidence l'existence, dans les roches satellites du filon localement très bréchiques et carbonatées, d'autres minéraux métalliques dont certains de zinc (Zn) et de cobalt (Co). C'est la description minéralogique de ces associations minérales remarquables que nous allons présenter ici.



*Etat de l'affleurement après les travaux de sécurisation et avant l'édification du mur de protection (novembre 2006)
Photo : M. Blondieau.*



*Etat actuel de l'affleurement, après édification du mur (décembre 2006).
Photo : M. Blondieau.*



La petite galerie de recherche derrière le mur de protection (décembre 2006) - Photo : M. Blondieau.

LA RÉCOLTE DES ÉCHANTILLONS

Il y a plus d'une dizaine d'années, un échantillonnage avait été réalisé par l'un des auteurs (M. B.) dans les parois rocheuses, près de l'entrée de la grande galerie de la mine de La Roche. Celui-ci avait permis de recueillir quelques cristaux de galène centimétriques, parfois recouverts de cérusite, d'anglésite et de linarite. Au début de l'année 1999, on a pu observer des fragments d'une brèche bien minéralisée en cuivre et en plomb dans l'éboulement situé à une cinquantaine de mètres de l'entrée de la grande galerie. Les fissures de cette brèche étaient couvertes de todorokite et de petites cavités renfermaient des minéraux d'oxydation, principalement de la malachite et de la cérusite, avec un peu de mimétite et d'érythrite. On y a également observé quelques minéraux de cémentation comme la covellite.

Avant les travaux de sécurisation, la brèche, de puissance métrique, était encore visible en place. Localement très compacte, elle montrait nettement une partie supérieure minéralisée en cuivre (grains de chalcopryrite) et une partie inférieure plutôt minéralisée en plomb, avec de nombreuses mouches de galène. Cette brèche constituait vraisemblablement "le filon de quartz" qui avait été suivi par la petite galerie.

C'est au début du mois d'octobre 2006 que débutent les travaux de sécurisation. Les premiers matériaux enlevés constituaient la "brèche à chalcopryrite" et ont été conduits à quelques kilomètres plus au nord, au lieu-dit "Col de la Haussire". Ils ont été rapidement étalés pour enrocher des chemins forestiers. L'échantillonnage de ces déblais n'a donc pas pu se faire, faute de temps.

Les autres déblais, constitués de roches plus "fraîches", moins soumises aux altérations de surface, ont été utilisés pour enrocher également des chemins forestiers à Hives, petit village au sud de La Roche. C'est là que l'échantillonnage systématique a été réalisé. C'est là aussi qu'a été remarquée une belle brèche bien carbonatée et bien minéralisée en sphalérite. Mais ceux-ci ont été étalés au début du mois de décembre 2006, rendant difficile de nouvelles trouvailles.

DESCRIPTION DES BRÈCHES ASSOCIÉES AU FILON

Trois types de brèche ont pu être observés : la "brèche à chalcopryrite", la "brèche à galène" et la "brèche à sphalérite".

Les deux premières avaient déjà été observées anciennement dans la zone de l'éboulement alors que la dernière ne l'a été qu'à la faveur des travaux de sécurisation.

Ainsi, la "brèche à sphalérite", trouvée en abondance, montre de jolies minéralisations sulfurées déposées directement sur le quartz microcristallin et protégées par de la calcite qui les encapuchonne. La calcite ne renferme aucune minéralisation sulfurée, et de petits cristaux de dolomite s'observent directement au contact entre le liseré de quartz et les sulfures. Les sulfures observés dans cette brèche sont la marcasite, la pyrite, la sphalérite, la galène et la chalcopryrite. Toutes ces espèces se présentent en petits cristaux bien nets.

Souvent, les sulfures se développent les uns sur les autres. L'association la plus fréquente est constituée par des cristaux de chalcopryrite emballés par de la galène, elle-même emballée par de la sphalérite. Des associations en sens inverse sont également observées mais plus rarement, comme par exemple des cristaux de chalcopryrite sur galène, des cristaux de sphalérite sur chalcopryrite, ou des cristaux de galène sur sphalérite. De minuscules framboïdes ou de petits



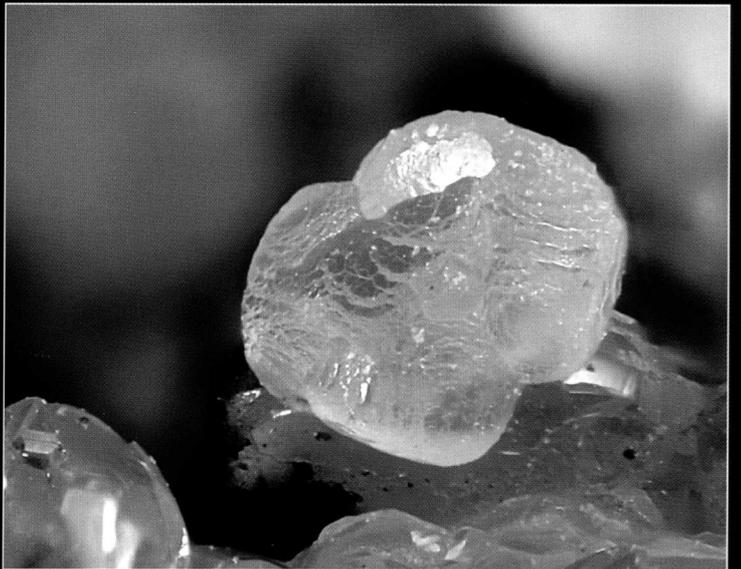
*Sphalérite sur quartz - 4 mm - La Roche-en-Ardenne, Belgique
Coll. : M. Blondieau - Photo : D. Schläfli*



*Sphalérite et chalcopyrite sur quartz - 4 mm - La Roche-en-Ardenne, Belgique
Coll. : M. Blondieau - Photo : D. Schläfli*



*Sphérules d'hydrozincite - 4 mm - La Roche-en-Ardenne, Belgique
Coll. : M. Blondieau - Photo : D. Schläfli*



*Smithsonite sur calcite - 3 mm - La Roche-en-Ardenne, Belgique
Coll. : M. Blondieau - Photo : D. Schläfli*



*Aurichalcite, elle se présente habituellement en lattes bleu pâle naérées - 2,5 mm
La Roche-en-Ardenne, Belgique - Coll. : M. Blondieau - Photo : D. Schläfli*



*Chalcopyrite cristaux en intercroissance avec des cristaux de galène - 9 mm
La Roche-en-Ardenne, Belgique - Coll. : M. Blondieau - Photo : D. Schläfli*



*Chalcopyrite irisé sur sphalérite et quartz. Sur le cristal de droite,
la coloration plus blanche est due à la présence d'un film de marcasite - 6 mm
La Roche-en-Ardenne, Belgique - Coll. : M. Blondieau - Photo : D. Schläfli*

cristaux de marcasite sont fréquents, directement sur le quartz mais aussi quelquefois sur des cristaux de sphalérite ou de galène. La marcasite se présente également en très fines pellicules sur les autres sulfures. De minuscules dodécaèdres pentagonaux de pyrite ("pyritoèdres") sont parfois observés sur les cristaux de sphalérite. La galène a été observée une fois en minuscules germes cristallins sur des cristaux de dolomite. On reconnaît également sur certains rares échantillons des cristaux de dolomite développés sur des cristaux de pyrite. Enfin, dans les parties les plus altérées de la brèche, on observe de nombreux minéraux secondaires : malachite, cérosite, aurichalcite, hydrozincite, rosasite, aragonite, ainsi que des oxydes/hydroxydes de fer et de manganèse. Les roches les plus oxydées sont souvent recouvertes d'aragonite.

LES ESPÈCES MINÉRALES

Les échantillons décrits dans cet article ont été examinés sous la loupe binoculaire et l'identité de plusieurs espèces a été confirmée par diffraction des rayons-X au laboratoire de minéralogie de l'Université de Liège. Pour ce faire, une caméra de Debye-Scherrer (diamètre 114,6 mm) a été utilisée, montée sur un générateur de rayons-X Philips PW-1730/10 équipé d'un tube $\text{CuK}\alpha$ ($\lambda = 1,5418 \text{ \AA}$). Les photos au microscope électronique à balayage ont été obtenues sur un instrument Philips ESEM XL30, équipé d'un détecteur EDS qui a permis d'obtenir une analyse chimique qualitative des minéraux observés.

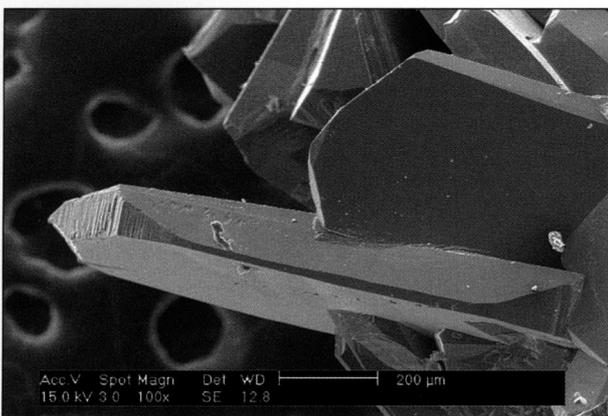
Les minéraux de gangue

Calcite

C'est le principal minéral du ciment de la brèche. Elle est fluorescente en rouge sous les ultraviolets courts, ce qui est une caractéristique fréquente des calcites encaissant des filons métalliques. Elle se présente en cristaux rhomboédriques de plusieurs millimètres, parfois isolés mais le plus souvent en groupes sur des surfaces importantes. Apparemment, la calcite est le carbonate le plus abondant qui a colmaté la brèche, en cristallisant sur les petits cristaux de sulfures déposés sur le quartz microcristallin, le tout emballant les éléments de la brèche.

Aragonite

Elle se présente en jolis petits cristaux incolores à blancs de plus de 5 mm. Les plages, parfois pluricentimétriques, montrent, sous les ultraviolets courts, une fluorescence blanc jaunâtre.



Aragonite - Cliché MEB : F. Hatert

Dolomite

Elle forme de beaux cristaux rhomboédriques incolores, légèrement rosés ou blancs. Dans les parties les plus altérées de la brèche, ces cristaux fournissent un produit brun rouille indiquant également la présence de fer. Cette information est confirmée par le spectre EDS qui indique, à côté du calcium (Ca) et du magnésium (Mg), dominants, la

présence de quantités significatives de fer (Fe) et de manganèse (Mn). Notons que les dolomites riches en fer sont assez habituelles dans la région. Les cristaux, souvent isolés ou en petits agrégats, sont directement posés sur le quartz microcristallin. La dolomite est sans doute le carbonate qui s'est déposé en premier sur les éléments de la brèche.

Quartz

C'est un minéral très abondant des roches ardennaises où il s'exprime fréquemment en petits cristaux. C'est le cas aussi à La Roche où les individus sont généralement minuscules et emballent les éléments des brèches filoniennes. Exceptionnellement, ils peuvent atteindre une taille de 5 mm. On ne les trouve pas isolés mais en groupes compacts où seules les pyramides sont visibles (le prisme ne se développe quasiment pas). Des veines de quartz blanc lardent également la roche. Quelquefois, le quartz apparaît légèrement fumé.

Les minéraux de zinc (Zn)

Sphalérite

La sphalérite a un éclat adamantin. A La Roche, on l'observe en cristaux automorphes atteignant 5 mm dans la brèche cimentée par la calcite. Pour dégager ces cristaux, la calcite est dissoute dans l'acide chlorhydrique et on observe alors la sphalérite implantée sur un liseré de quartz microcristallin. La sphalérite de La Roche est assez sombre, parfois presque noire. Il s'agit vraisemblablement d'une variété riche en fer. Parfois, des réflexions internes permettent d'observer une couleur brun miel. La sphalérite se développe souvent autour d'un germe de pyrite ou de chalcopyrite.

Hydrozincite

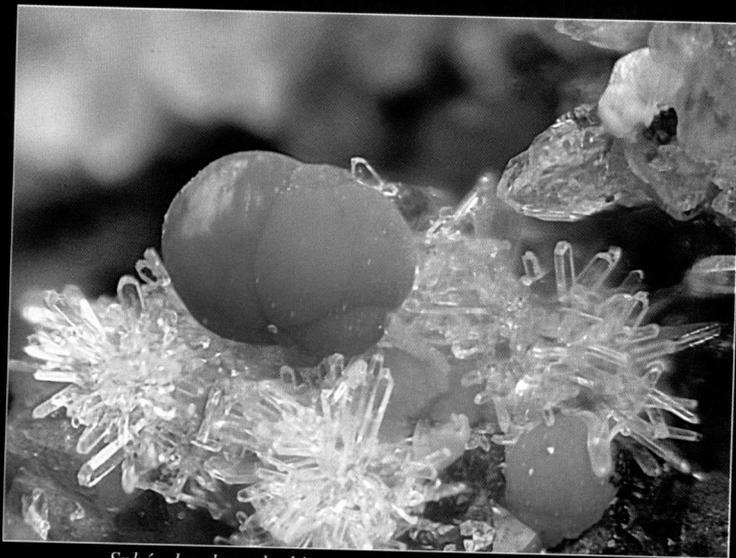
L'hydrozincite est un minéral classique des parties altérées des gisements de zinc. A La Roche, elle forme des petites boules blanches ou des petits enduits blancs fibreux qui, sous les ultraviolets courts, donnent une fluorescence blanc bleuté assez caractéristique. L'identification est confirmée par le spectre EDS qui montre la présence de zinc (Zn), carbone (C) et oxygène (O). L'hydrozincite accompagne fréquemment l'aurichalcite et la smithsonite. Les plages où elle se développe peuvent parfois être centimétriques. L'hydrozincite n'est pas rare en Belgique, mais on ne la rencontre généralement qu'en plages assez réduites. Elle n'avait pas encore été signalée dans le district ardennais belge.

Smithsonite

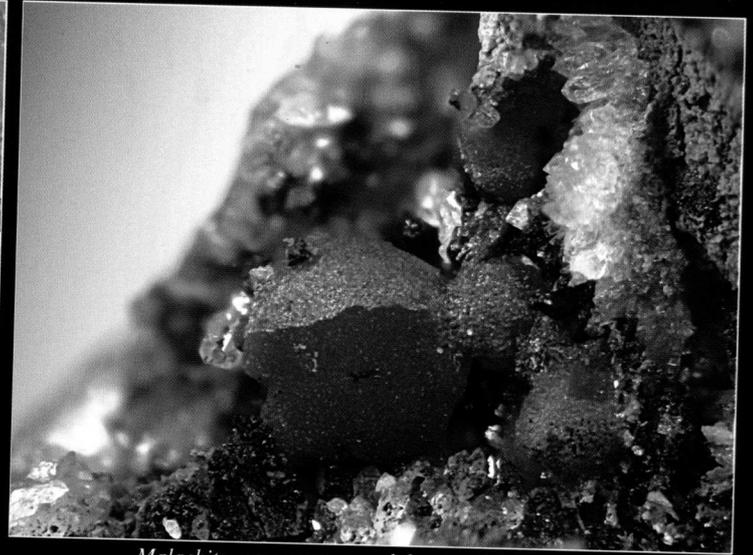
Ce minéral classique des parties oxydées des filons métalliques en milieu carbonaté est une surprise ici en Ardenne, où les roches calcaires sont plutôt rares. Sa présence à La Roche s'explique cependant fort bien par le ciment très carbonaté de la brèche ainsi que par l'existence de niveaux plus calcaires dans les couches géologiques de la Formation de Villé. La smithsonite s'observe en petits cristaux incolores, blancs laiteux, gris ou vert pâle, dans les parties altérées de la brèche. L'aspect en "œufs de fourmi" ou "grains de riz" est habituel mais quelques petits cristaux automorphes ont également été observés. Leur dimension est toutefois fort réduite, de l'ordre de 0,15 mm environ. On les rencontre soit isolés, soit en groupes nombreux sur la calcite dans les parties détériorées de la brèche, là où la sphalérite est bien altérée. Quelquefois, on observe des petites plages botryoïdales caractéristiques, pouvant atteindre plus de 5 millimètres de longueur.

Aurichalcite

L'aurichalcite est un carbonate de zinc et de cuivre dont la teneur en zinc est supérieure à celle en cuivre. Le minéral se forme dès lors dans un environnement où le zinc prédomine. L'association avec l'hydrozincite et la smithsonite est classique. L'aurichalcite se présente en cristaux lamellaires formant de petites touffes, dont la couleur varie du bleu pâle au vert pâle. Leur identification est



*Sphérules de malachite sur cristaux d'aragonite - 2 mm
La Roche-en-Ardenne, Belgique - Coll. : M. Blondieau - Photo : D. Schläfli*



*Malachite sur quartz avec dolomite altérée - 4 mm
La Roche-en-Ardenne, Belgique - Coll. : M. Blondieau - Photo : D. Schläfli*



*Rosasite sur quartz - 3,5 mm - La Roche-en-Ardenne, Belgique
Coll. : M. Blondieau - Photo : D. Schläfli*

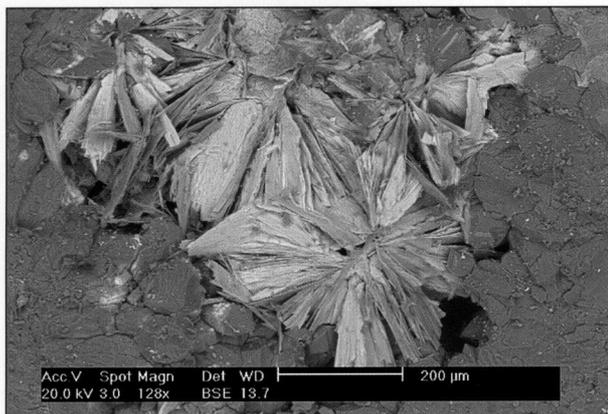


*Rosasite sur quartz - 4,5 mm - La Roche-en-Ardenne, Belgique
Coll. : M. Blondieau - Photo : D. Schläfli*



*Galène, cristal
en cuboctaèdre.
Notez également la
présence de deux petits
cristaux de sphalérite
sur la galène.
Echantillon obtenu
par dissolution
à l'acide du ciment
de la brèche
à sphalérite
- 8,5 mm -
La Roche-en-Ardenne,
Belgique
Coll. : M. Blondieau
Photo : D. Schläfli*

confirmée par le spectre EDS qui indique la présence de zinc (Zn), cuivre (Cu), carbone (C) et oxygène (O), le zinc dominant sur le cuivre. L'aurichalcite est un minéral peu fréquent en Belgique. Bien que déjà recensée à Flémalle et à Chokier (Hatert *et al.*, 2002), elle n'a pas encore été signalée dans le district ardennais belge.



Aspect foliacé de l'aurichalcite - Cliché MEB : F. Hatert

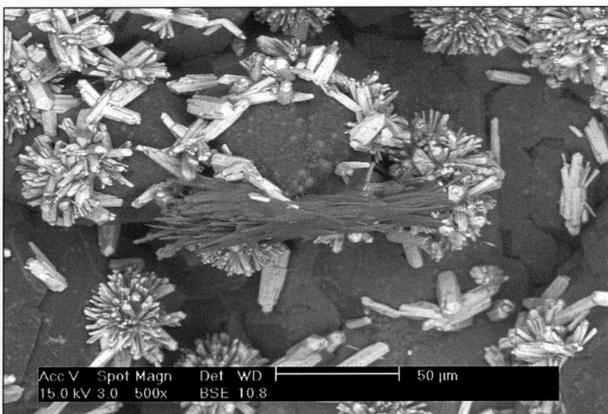
Les minéraux de cuivre (Cu)

Chalcopyrite

La chalcopyrite se présente souvent en mouchetures jaune or ou en petits cristaux souvent irisés. Dans la "brèche à sphalérite", l'association avec la galène est fréquente, à tel point qu'un cristal de chalcopyrite est fréquemment emballé par un cristal de galène ou inversement. Par dissolution du ciment carbonaté de la brèche, de jolis petits cristaux de chalcopyrite ont pu être extraits, souvent avec de la marcasite. Là aussi, l'imbrication de ces sulfures est extrême. Ainsi, un liseré blanc métallique de marcasite peut recouvrir les cristaux de chalcopyrite.

Malachite

Dans la "brèche à cuivre" observée dans l'éboulement, la malachite était très abondante. Elle se présente en boules pouvant atteindre plus de 2 millimètres et en cristaux terminés dont la taille avoisine les 0,3 mm. Dans les roches extraites du chantier de sécurisation, on observe aussi ce minéral dans les parties les plus oxydées de la "brèche à sphalérite". Elle se présente généralement en enduits, en gerbes ou en petites boules à proximité des petites plages de chalcopyrite autour desquelles s'observent aussi la rosasite et parfois l'aurichalcite et la mimétite. A La Roche, la malachite est fréquemment associée à la cérusite, du fait de l'imbrication intime de la galène et de la chalcopyrite.



Gerbe de malachite sur mimétite - Cliché MEB : F. Hatert

Rosasite

La rosasite s'observe dans les parties de la "brèche carbonatée" bien minéralisées en chalcopyrite. Ce minéral est un carbonate de cuivre et de zinc mais le cuivre s'y trouve plus abondant que le zinc, ce qui est confirmé par le spectre EDS qui montre également la présence de traces de fer. Il n'est donc pas étonnant de voir la rosasite se former plutôt là

où le cuivre est majoritaire. La rosasite se présente en sphérules souvent fibreuses d'un bleu turquoise assez soutenu. Elle se trouve fréquemment à proximité des plages de chalcopyrite où des enduits de plus de 1 mm ont pu être observés. En Belgique, la rosasite n'a jusqu'à présent été signalée qu'à Ambly dans un petit gisement contenant principalement du plomb et du cuivre (Blondieau, 1997). Ce petit gisement est situé tout au sud de la Famenne, non loin de l'Ardenne.

Covellite

Ce sulfure de cuivre secondaire bleu violacé se forme dans les zones de cémentation. Il est souvent associé à la galène, car le minéral s'est formé aux dépens de la chalcopyrite se trouvant dans la galène. L'observation est assez classique en Ardenne et en Famenne.

Cuprite

La cuprite se présente en petits cristaux oxydés en surface par de la malachite. Elle a été observée une fois dans la "brèche à chalcopyrite" sous forme de cristaux rouges d'une centaine de micromètres seulement. Le minéral n'est pas fréquent.

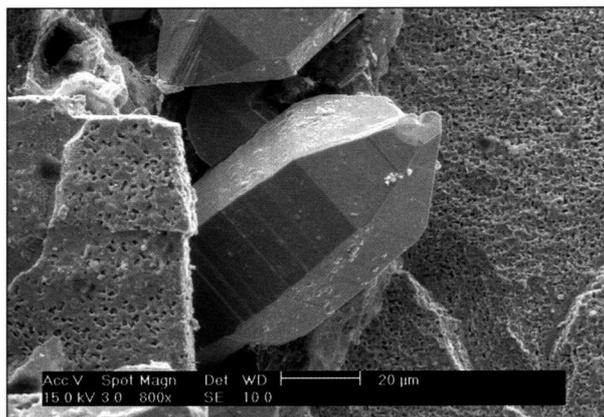
Azurite

Ce beau carbonate de cuivre a été observé dans les parties les plus riches en cuivre de la "brèche à cuivre", plus précisément dans la zone de l'éboulement. Il forme des cristaux automorphes bleu azur dont la taille peut atteindre 0,3 mm. Le spectre EDS montre la présence de cuivre (Cu), carbone (C) et oxygène (O), confirmant ainsi la présence du minéral.

Les minéraux de plomb (Pb)

Cérusite

Elle est relativement abondante à La Roche en enduits microcristallins sur les cristaux de galène, supportant des mouchetures de malachite. Ce minéral forme également de beaux cristaux millimétriques incolores à gris, notamment dans les fossiles de brachiopodes présents dans les roches de l'encaissant. La cérusite est le seul minéral de La Roche à être fluorescent aux ultraviolets longs, avec une émission jaune assez pâle. Les cristaux forment des tablettes atteignant 2 mm, présentant fréquemment la macle pseudo-hexagonale qui regroupe trois individus formant entre eux un angle de 60°. Sur certains cristaux trapus, on ne peut distinguer les trois individus et la macle prend alors l'aspect d'un monocristal d'aspect hexagonal, surmonté d'une pyramide.



Cérusite formant une macle pseudo-hexagonale
Cliché MEB : F. Hatert

Galène

La galène est très fréquente à La Roche, il s'agit aussi d'ailleurs du minerai recherché par les exploitants de la mine qui en auraient tiré une cinquantaine de tonnes. Sur cassure fraîche, la galène a un éclat blanc métallique. Lorsqu'elle est altérée, elle a plutôt un aspect "gris de plomb" voire blanchâtre lorsqu'elle est recouverte de cérusite. Des cristaux en cubes, ou plus fréquemment présentant la combinaison du cube et de l'octaèdre ne sont pas rares. On a pu en trouver



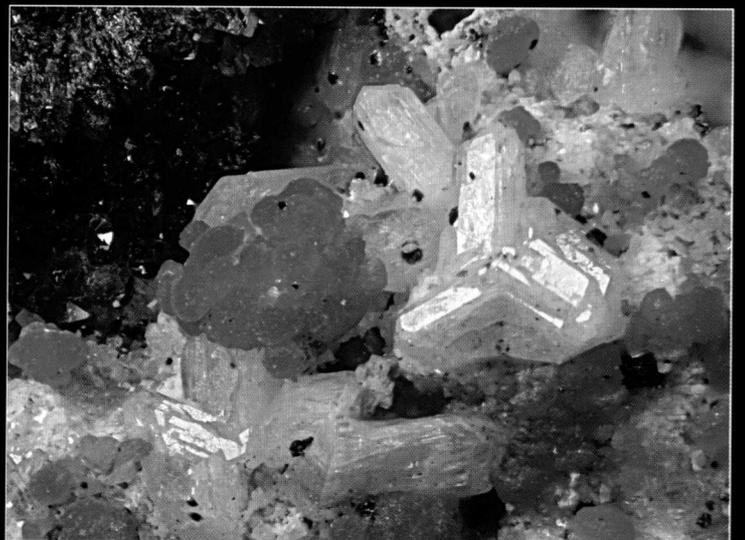
*Cristal de galène sur quartz montrant les faces de l'octaèdre - 3 mm
La Roche-en-Ardenne, Belgique - Coll. : M. Blondieau - Photo : D. Schläfli*



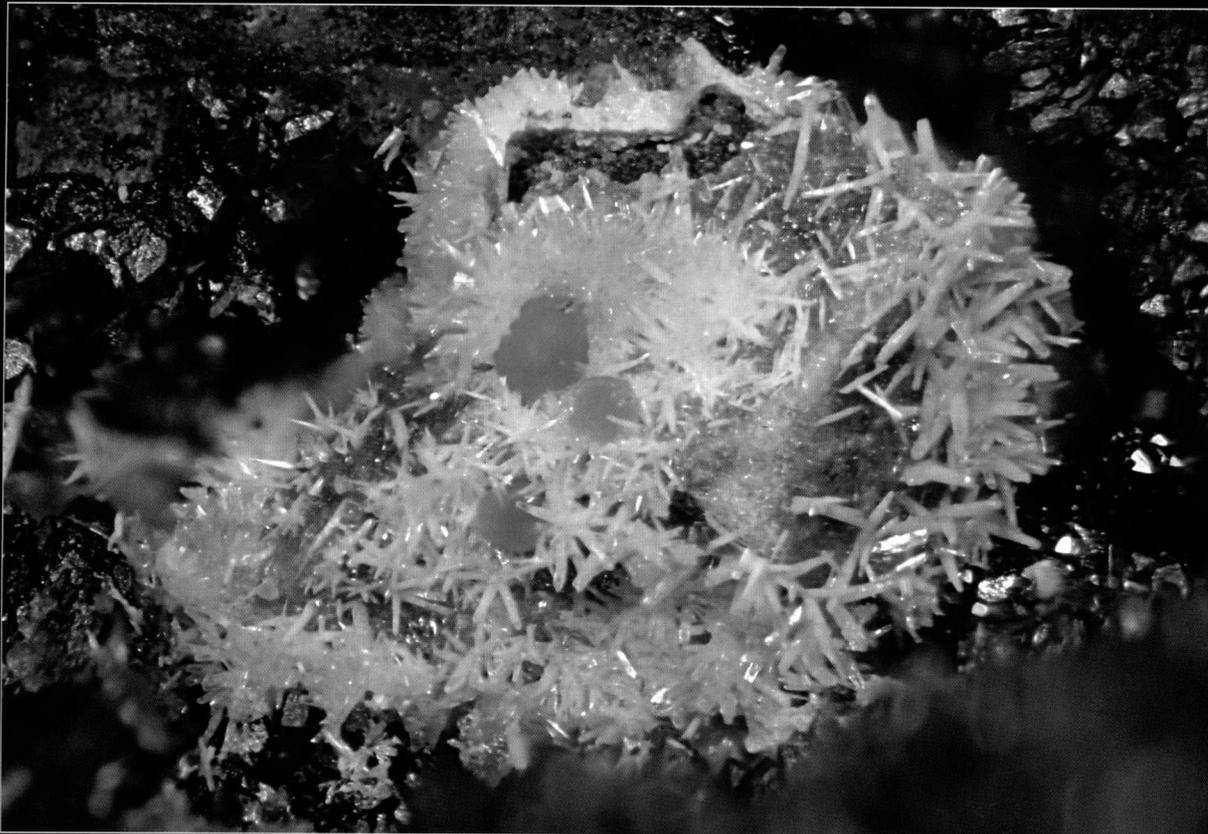
*Cuboctaèdre de galène associé à de la chalcopyrite - 3,5 mm
La Roche-en-Ardenne, Belgique - Coll. : M. Blondieau - Photo : D. Schläfli*



*Cérusite tabulaire - 7 mm
La Roche-en-Ardenne, Belgique - Coll. : M. Blondieau - Photo : D. Schläfli*



*Cérusite maclée avec malachite - 3 mm
La Roche-en-Ardenne, Belgique - Coll. : M. Blondieau - Photo : D. Schläfli*



*Mimétite en association
avec malachite
Exemple typique de
l'altération d'une galène
en cérusite dont elle a pris
la forme, puis de
l'altération en mimétite
- 3 mm -
La Roche-en-Ardenne,
Belgique
Coll. : M. Blondieau
Photo : D. Schläfli*



Mimétite avec malachite sur quartz teinté par des oxydes de manganèse - 7 mm
La Roche-en-Ardenne, Belgique - Coll. : M. Blondieau - Photo : D. Schläfli



Mimétite sur sphalérite brune avec galène corrodée en cérusite blanche et covellite bleu violacé foncé - 6 mm - La Roche-en-Ardenne, Belgique
Coll. : M. Blondieau - Photo : D. Schläfli



Pyrite sur quartz - 5 mm
La Roche-en-Ardenne, Belgique - Coll. : M. Blondieau - Photo : D. Schläfli



Erythrite et mimétite avec dolomite et quartz - 3 mm
La Roche-en-Ardenne, Belgique - Coll. : M. Blondieau - Photo : D. Schläfli

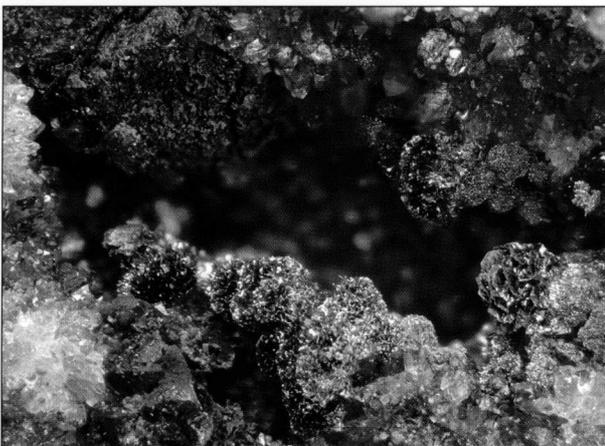


Pyrite sur quartz,
- 7 mm -
La Roche-en-Ardenne,
Belgique
Coll. : M. Blondieau
Photo : D.Schläfli

en minuscules framboïdes ou en cristaux dont la taille avoisine les 0,3 mm seulement. Les cristaux sont soit isolés soit en groupes de deux ou trois individus seulement.

Todorokite

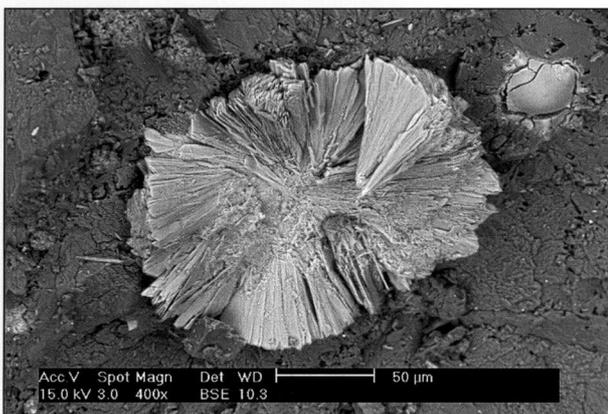
Des enduits noirs de todorokite, minéral de formule $(\text{Na,Ca,K,Ba,Sr})_{1-x}(\text{Mn,Mg,Al})_6\text{O}_{12}\cdot 3-4\text{H}_2\text{O}$, monoclinique, développés sur les fissures de la brèche à chalcoppyrite, ont été observés dans l'éboulement. Dans les déblais retirés du chantier, on observe plutôt des masses et des feuilletts bruns violacés très fragiles, s'écrasant au toucher. D'aspect spongieux, la todorokite est fréquemment développée sur l'aragonite dans les blocs brun rouille très oxydés. Des plages centimétriques ont été observées. Le radiogramme de poudres de rayons-X est comparable à celui de la todorokite de la mine de N'chwaning en Afrique du Sud (ICDD, 1993) et permet de confirmer son identification. Le spectre EDS révèle la présence de manganèse (Mn), calcium (Ca) et oxygène (O), indiquant qu'il s'agit d'une todorokite riche en calcium et pauvre en sodium, semblable aux échantillons analysés par Michailidis *et al.* (1997) et provenant de Kato Nevrokopi en Grèce. La todorokite n'avait été signalée en Belgique qu'à Ottré où elle forme selon Hatert *et al.* (2002) des enduits mamelonnés noirs sur le coticule (voir encadré page 20).



Todorokite en feuilletts brun violacé sur quartz. - La Roche-en-Ardenne, Belgique - Coll. : M. Blondieau - Photo : D. Schläfli.

Erythrite

L'érythrite en boules roses, parfois en très petits cristaux d'aspect monoclinique, a été localement observée dans une roche dure renfermant des rhomboédres de dolomite et de la mimétite. Cette observation est en tous points comparable à celle faite à Hoursinne, suggérant une certaine similitude entre ces deux gisements ardennais. Au microscope électronique à balayage, le minéral montre des agrégats fibroradiés constitués de petites aiguilles atteignant 0,1 mm de longueur. L'identification est confirmée par le spectre EDS qui met en évidence la présence de cobalt (Co), arsenic (As) et oxygène (O), associés à de plus faibles quantités de nickel (Ni), manganèse (Mn) et calcium (Ca),



Erythrite - Cliché MEB : F. Hatert

ainsi que par le radiogramme de poudres de rayons-X semblable à celui de l'érythrite synthétique (ICDD, 1993). L'érythrite n'ayant pas encore été signalée en Belgique, il s'agit donc d'une nouvelle occurrence pour notre pays.

Oxydes et hydroxydes de fer (goethite)

Les oxydes et hydroxydes de fer, dont la goethite, sont abondants à La Roche. On les a notamment observés en croûtes brunes, épaisses de plusieurs centimètres formant une limonite qui fut jadis un minerai de fer activement recherché.

Sidérite

Des cristaux bruns, formant des tablettes pseudo-hexagonales de 0,5 mm de diamètre, ont été observés une seule fois dans les cavités d'un corail fossile. Des petits cristaux de dolomite recouvrent partiellement ces cristaux.

Autres espèces

Soufre

Ce minéral s'observe en petits cristaux arrondis, notamment sur la galène recueillie bien avant les travaux de sécurisation, dans les parois exposées.

Kaolinite

Dans le ciment de la brèche, on rencontre des plages d'un matériel argileux blanc identifié comme étant de la kaolinite. Après dissolution de la brèche à sphalérite, on observe aussi un matériel argileux parfois rosé directement associé aux cristaux brillants de sphalérite. Cette kaolinite s'est donc déposée assez rapidement, bien avant le colmatage final par la calcite. L'identification du minéral est confirmée par son diffractogramme de poudres de rayons-X (ICDD, 1993) et par son spectre EDS qui met en évidence la présence de silicium (Si), aluminium (Al) et oxygène (O), associés à de plus faibles quantités de calcium (Ca) et de magnésium (Mg).

Hawleyite et greenockite

Des enduits verdâtres, observés sur la surface de la sphalérite, se sont révélés être de la greenockite ou de la hawleyite, deux sulfures de cadmium cubiques dimorphes, comme l'indique le spectre EDS qui confirme la présence de cadmium (Cd) en quantités significatives. En Belgique, les enduits verdâtres souvent observés sur la surface des roches riches en zinc et exposées aux agents météoriques sembleraient être de la hawleyite et non de la greenockite (Hatert *et al.*, 2002).

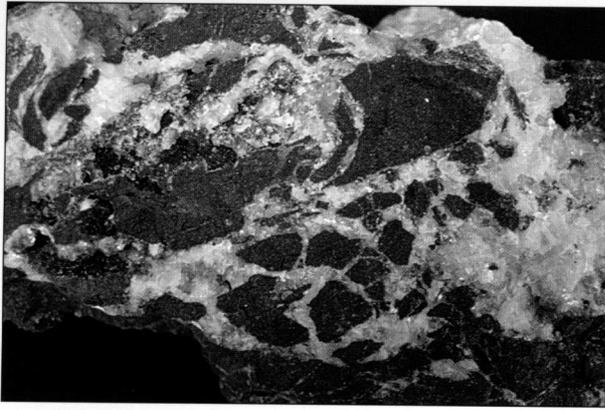
Une confirmation de cette identification par diffraction des rayons X n'a toutefois pas été possible vu les faibles quantités de matière disponibles.

LA MINÉRALISATION

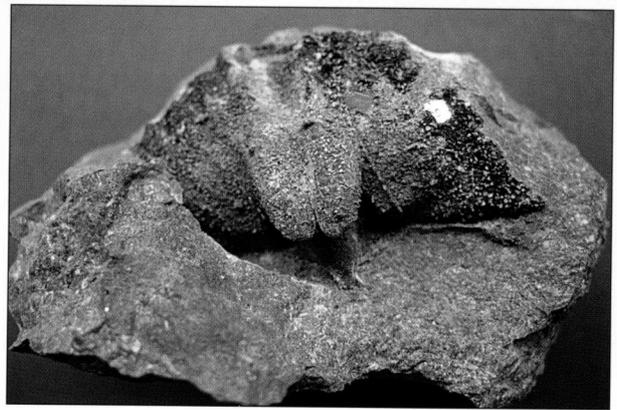
Jusqu'à présent, le zinc n'avait jamais été remarqué dans le filon de La Roche ou dans son encaissant. Nous pensons qu'il se concentre essentiellement dans les parties satellites de ce dernier. De beaux cristaux de sphalérite atteignant 5 mm ont pu être observés dans une brèche siliceuse cimentée par de la calcite. On observe également un cortège de minéraux d'oxydation très intéressants : smithsonite, aurichalcite, rosasite et hydrozincite, minéraux non encore signalés dans le district de l'Ardenne.

Le cobalt est nettement plus rare dans les gisements ardennais puisque seul le petit gisement de Hoursinne avait déjà produit de petites boules roses d'érythrite dont l'identification a été confirmée notamment par la présence de cobalt et d'arsenic (A. Hanson, *com. pers.*). Cette présence discrète du cobalt dans certains filons ardennais est, avec celle du zinc, l'autre enseignement intéressant de notre étude.

L'observation des associations minérales de l'ancienne mine de La Roche permet également d'élaborer une



Echantillon de brèche à sphalérite. La dissolution de la calcite permet d'observer les cristaux de sphalérite
Photo : M. Blondieau



Brachiopode fossile minéralisé en galène
Photo : M. Blondieau

séquence de cristallisation pour ces minéraux. Du fait qu'un fin liseré de quartz microcristallin emballé tous les matériaux de la brèche et que des sulfures se trouvent directement posés sur le quartz et ne se trouvent jamais dans la calcite, on peut raisonnablement considérer les grandes étapes suivantes pour la mise en place du filon :

- 1) création et ouverture de failles engendrées par des mouvements tectoniques ; remplissage des cavités par des blocs tombant par gravité et constituant ainsi les éléments de la brèche ;
- 2) circulation de fluides dans la faille principale, permettant la formation d'un premier liseré de petits cristaux de quartz autour des blocs. Cette silicification est parfois considérable, c'est notamment le cas de la brèche vue en place près de l'éboulement ;
- 3) dépôt de dolomite et de sulfures ;
- 4) colmatage des cavités par la calcite ;
- 5) formation de minéraux secondaires (aux dépens des sulfures métalliques) et dépôt d'aragonite.

L'ordre de dépôt des sulfures est cependant délicat. L'observation de certains échantillons a permis de remarquer des germes cristallins de galène sur des cristaux de dolomite. Pour ces échantillons la galène se serait déposée après la dolomite. Or, d'autres échantillons montrent plutôt la dolomite sur des cristaux de galène. Ce dépôt précoce de

dolomite atteste de modifications du pH dans un encaissant plutôt acide. Ces conditions ont très certainement joué un rôle significatif dans le dépôt ultérieur des sulfures de zinc, cuivre et plomb.

Bien qu'il ne soit pas toujours vérifié, l'ordre de dépôt des sulfures dans la brèche à sphalérite est souvent *chalcopryrite-galène-sphalérite*, ce que l'on observe sous forme de minéralisations emboîtées les unes sur les autres. Ces espèces ont sans doute été déposées à peu près au même moment.

Notons que la présence de chalcopryrite dans la galène est une observation fréquente en Ardenne, c'est le cas à Masbourg. De même, la présence habituelle dans la région de malachite sur la galène dans les parties les plus oxydées atteste également de la présence de cuivre (chalcopryrite) dans les galènes.

Il en est de même pour les auréoles de cérusite, digénite et covellite autour de la galène comme signalé à Ave-et-Auffe par Lannoy (1979). Des petits cubes de pyrite et des framboïdes de marcasite sont également observés dans la chalcopryrite.

Le dépôt initial de ces sulfures de fer sur le quartz microcristallin est vraisemblable. Toutefois, on observe aussi une autre génération de marcasite qui a vraisemblablement clôturé les séquences sulfurées en formant un enduit sur les petits cristaux de sphalérite et de chalcopryrite.

NOUVEAU CATALOGUE DE VENTE PRIVÉE DE LIVRES ANCIENS, RARES ET D'OCCASION

OFFRE EXCLUSIVE*

NOUS VOUS PROPOSONS À LA VENTE UNE GRANDE SÉRIE DE LIVRES D'OCCASION PLUS DE 600 TITRES (MODERNES, ANCIENS ET RARES) SUR LES SUJETS SUIVANTS :

Minéralogie - Mines - Géologie - Paléontologie
Revue - Or - Nos épuisés du RM - Volcans

La majorité de ces livres est en bon état.

Leur prix est souvent inférieur de -10% à -50% par rapport au prix affiché chez les bouquinistes !

Voire non disponibles sur le marché de l'occasion !

La plupart sont assez rares, à très rares et en un seul exemplaire.

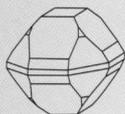
- Une offre à saisir rapidement -

Une liste complète et détaillée vous sera expédiée sur simple demande téléphonique au 04 71 66 54 67

* offre exclusivement réservée à nos abonnés individuels et de soutien - Le catalogue sera expédié vers le 10 août 2009

"DES PIERRES A CROQUER"

Minéraux & Fossiles - Objets Précieux & Gemmologie
Bijoux en pierres fines et précieuses Location de Collection pour Exposition



2 bis, Rue du Comte Komar - 60260 LAMORLAYE (35 km au nord de Paris)
Tél. : 03.44.21.55.56 - Fax : 03.44.21.05.04 - E-mail : multiaxes@wanadoo.fr

STE MULTIAXES



Présent sur de
nombreuses bourses
françaises et étrangères

ACHAT DE COLLECTIONS - PAIEMENT COMPTANT - DISCRETION ASSURÉE

MultiAxes propose des minéraux
sur le site Internet : spathfluorminerals.com

<http://www.spathfluorminerals.com>



Worldwide chosen specimens

& French minerals

Spathfluorminerals.com

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier vivement Messieurs Charles Racot, Marcel François, Alain Drion et Luc Van Bellingen, pour leur aide précieuse à différents stades de ce travail. Toute notre gratitude s'adresse également à Catherine Henrist et Emmanuelle Dinon, qui nous ont aidés lors des mesures au microscope électronique à balayage, ainsi que l'équipe du *Règne Minéral*, Alain Hanson et Simon Philippo pour leurs commentaires constructifs lors de la première lecture du manuscrit. Nos remerciements vont également à Dominik Schläfli pour les belles photographies qu'il a réalisées, J.M. Bodelet, Patrick Brun et Frédéric Boulvain (Université de Liège). Frédéric Hatert remercie le FRS-F.N.R.S. pour un poste de "Chercheur qualifié".

LE COTICULE ?

Le coticule est une roche métamorphique très particulière constituée de microscopiques grenats (spessartine), ce qui lui confère des qualités exceptionnelles pour l'aiguillage d'où son usage dans l'affûtage notamment des scalpels chirurgicaux.

Aujourd'hui, il n'y a plus qu'une seule carrière en Belgique qui l'exploite et les pierres extraites sont destinées à des usages très particuliers.

Par le passé, ces pierres ont été exportées partout dans le monde.

BIBLIOGRAPHIE

BLONDIEAU, M. (1993) - Les ressources minérales de la Caestienne et leur exploitation. *De la Meuse à l'Ardenne*, 16, pp. 35-54.

BLONDIEAU, M. (1997) - Recherches minières, mines et carrières de Famenne. *Edition d'auteur*, 111 pages.

BULTYNCK, P. et DEJONGHE, L. (2001) - Devonian lithostratigraphic units (Belgium). *Geologica Belgica*, 4, pp. 39-69.

DEJONGHE, L. et HANCE, L. (2001) - Carte géologique de Wallonie au 1 : 25000, n°60/1-2 - Champlon La Roche-en-Ardenne. Ministère de la Région wallonne - Description de la planchette : http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartegeologique/media5/60_1_2_Champlon.pdf

DEJONGHE, L., LADEUZE, F. et JANS, D. (1993) - Atlas des gisements plombo-zincifères du synclinorium de Verviers. *Mémoires explicatifs des cartes géologiques et minières de Belgique*, 483 pages.

DEWEZ, L. (1947) - Les gisements filoniens de plomb, zinc, cuivre, pyrites. *Centenaire de l'A.I.L.G. section géologie*, pp. 75-96.

HATERT, F., BLONDIEAU, M., DEHOVE, J. et FRANSOLET, A.-M. (1998) - Les minéraux secondaires en relation avec les sulfures de la région de Vielsalm, Belgique. *Bulletin de la Société royale des Sciences de Liège*, 67(6), pp. 281-289.

HATERT, F., DELIENS, M., HOUSSA, M. et COUNE, F. (2000) - Native gold, native silver, and secondary minerals in the quartz veins from Bastogne, Belgium. *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique*, 70, pp. 223-229.

HATERT, F., DELIENS, M., FRANSOLET, A.-M., VAN DER MEERSCH, E. (2002) - Les minéraux de Belgique, deuxième édition. Editions de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, 304 p. *ICDD, International Centre for Diffraction Data (1993) - Mineral Powder Diffraction File, Databook, Sets 1-42. Swarthmore, Pennsylvania, USA*, 782 pages.

LANNOY, J.P. (1979) - Minéralisations à barytine, fluorine, galène dans les calcaires givétiens de la région de Han-sur-Lesse. *Travail de fin d'études, Université de Liège*, 104 pages.

LEFÈVRE, P. et HATERT, F. (2003) - Or natif, arsénopyrite et minéraux secondaires dans les quartzites deviliens de Hourt, Massif de Stavelot, Belgique. *Geologica Belgica*, 6, pp. 193-200.

MICHAELIDIS, K.M., NICHOLSON, K., NIMFOPOULOS, M.K. et PATTRICK, R.A.D. (1997) - An EMPA and SEM study of the Mn-oxide mineralization of Kato Nevrokopi, Macedonia, northern Greece : Controls on formation of the Mn⁴⁺ oxides. In *Manganese Mineralization: Geochemistry and Mineralogy of Terrestrial and Marine Deposits*, eds. K. Nicholson, J.R. Hein, B. Bühl & S. Dasgupta. *Geological Society Special Publication*, 119, pp. 265-280.

MOËRINCK, R. (1984) - La mine de plomb de Longvilly. *Cercle d'Histoire de Bastogne*, 79 pages.

MUMME, W.G. et SCOTT, T.R. (1966) - The relationship between basic ferric sulphate and plumbojarosite. *American Mineralogist*, 51, pp. 443-453.

PHILIPPO, S. (2007) - Inventaire minéralogique du Luxembourg - Stolzenbourg, Schimpach, Goesdorf. *Ferrantia, travaux scientifiques du Musée national d'Histoire naturelle de Luxembourg*, 49, 146 pages.

THEYE, T. et FRANSOLET, A.-M. (1993) - Amphibolitfazielle Metamorphite im Rhenoharzynikum der Ardennen. *Berichte der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft, Beihefte zur European Journal of Mineralogy*, 5, 255.

VAN BELLINGEN, L. - <http://www.fossiliraptor.be/galene.htm> [consultation novembre 2006]

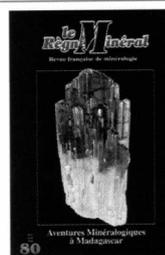
VAN DE ROY, J.-L. (1983) - L'ancienne mine de plomb de La Roche. *Soberes (Société belge de Recherche et d'étude des Souterrains)*, 2, pp. 19-21.

Le Règne Minéral N°80

"Aventures minéralogiques à Madagascar"

retrace l'histoire des minéralogistes et des géologues de la Grande Ile, l'époque d'Alfred Lacroix, dévoile la minéralogie et la géologie déroutantes de celle-ci, puis vous propose de suivre les découvertes inédites de prospecteurs et de scientifiques d'aujourd'hui.

Le Règne Minéral, par le biais de l'un de ses rédacteurs et la Société Polychrom France, a vécu la découverte très spectaculaire de tourmaline verte et gemme (liddicoatite) en juillet 2007, et vous en relate les faits sous forme d'un long carnet de voyage agrémenté de superbes photographies. Quand le rêve devient réalité...

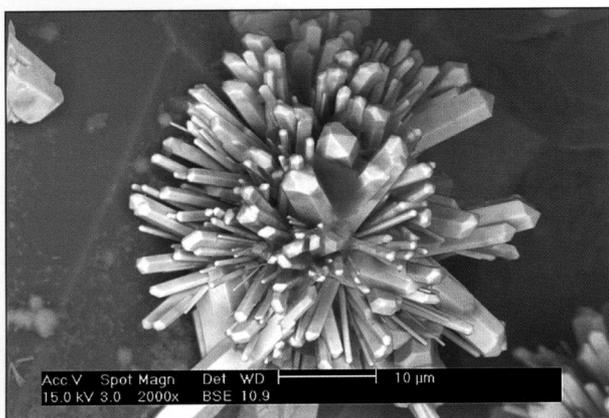


Plus de 80 pages !
20 €

de plusieurs centimètres de côté, souvent mêlés à de l'argile dans des petites diaclases de la roche. La galène s'y trouve disséminée et est bien couverte de cérusite parfois en croûtes d'épaisseur millimétrique. Dans la brèche à sphalérite, la galène est plus discrète. Toutefois, les cristaux observés, plus gros que ceux de sphalérite, dépassent toujours le millimètre et se développent très souvent sur un germe de chalcopryrite. Il n'est pas rare non plus d'observer des cristaux de sphalérite se développant dessus. A noter que certaines coquilles fossiles de grands brachiopodes sont transformées en galène (voir photo page 19). Dans les cavités de ces fossiles, on observe des cristaux de galène, le seul sulfure présent, et de la cérusite.

Mimérite

La mimérite se présente le plus souvent en aiguilles jaunes ou vertes, quelquefois blanches. Le minéral n'est pas vraiment abondant à La Roche et accompagne généralement l'érythrite. On l'a principalement observée dans les cavités de la brèche à chalcopryrite, visibles dans l'éboulement avant les travaux de sécurisation. La mimérite s'observe souvent en touffes de cristaux aciculaires jaune pâle. Elle forme également de petits prismes hexagonaux dont la taille n'excède pas les 0,2 mm mais dont la couleur est d'un jaune très vif. On a aussi observé des cristaux d'un vert très pâle et d'autres blancs. Dans la brèche à chalcopryrite, la mimérite est fréquemment associée à la malachite ; parfois même, elle se développe autour d'une petite boule de malachite. Les photographies au microscope électronique à balayage montrent que la mimérite associée à la malachite forme des agrégats fibroradiés constitués de petits cristaux atteignant 0,02 mm de longueur, caractérisés par la combinaison du prisme {10-10} et de la pyramide {10-11}. La mimérite est un minéral rare en Belgique (Hatert *et al.*, 2002), qui n'avait été signalé qu'à Cahay (Vielsam) (Hatert *et al.*, 1998) et à Hourt (Lefèvre & Hatert, 2003).



Agrégat fibroradié de mimérite - Cliché MEB : F. Hatert

Plumbojarosite

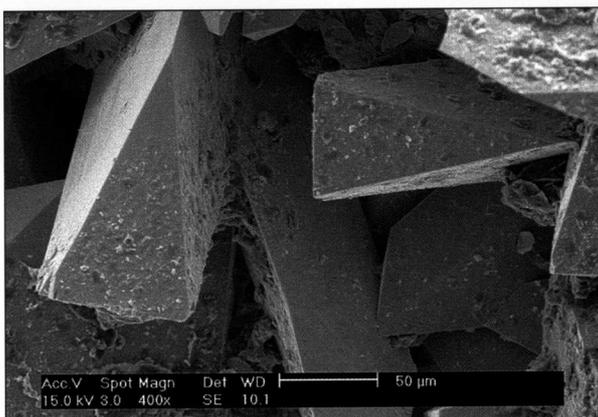
La plumbojarosite forme un enduit brun microcristallin associé à une plage de galène. Le spectre EDS a montré la présence de plomb (Pb), fer (Fe), soufre (S) et oxygène (O), confirmant ainsi l'identification du minéral. Le radiogramme de poudres est semblable à celui de la plumbojarosite de Cook's Peak au Nouveau Mexique (Mumme et Scott, 1966), et montre également des raies caractéristiques de l'hydrocérusite. La plumbojarosite n'était pas connue ailleurs en Belgique, il s'agit donc d'une nouvelle occurrence pour la Belgique.

Hydrocérusite

L'hydrocérusite a été identifiée par diffraction des rayons-X, en association intime avec la plumbojarosite. Le radiogramme de poudres du mélange montre, en plus des raies de plumbojarosite, des raies à 4,39 Å (faible), 4,23 Å (très faible), 3,56 Å (très fort), 2,582 Å (faible), 2,487 Å (fort), 2,004 Å (faible) et 1,841 Å (faible), caractéristiques de l'hydrocérusite (ICDD, 1993). L'hydrocérusite est une nouvelle espèce pour la Belgique.

Anglésite

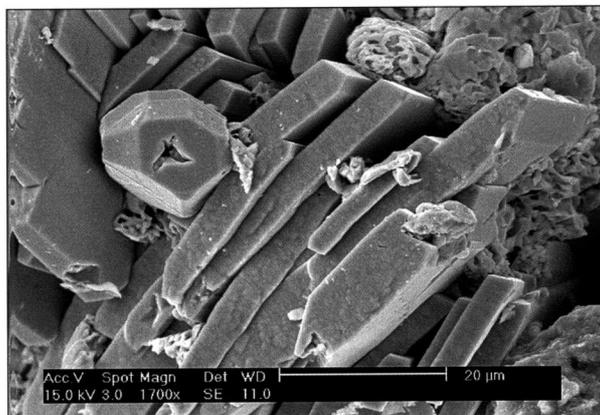
On a observé ce minéral en petits cristaux incolores sur la galène, dans les parois avant les travaux de sécurisation. Ces cristaux automorphes peuvent atteindre 1 millimètre de longueur et présentent une morphologie caractéristique dite "en burin". Malgré l'abondance des gîtes de galène, l'anglésite reste rare en Belgique. (Hatert *et al.*, 2002).



Cristaux d'anglésite dits en "burin" - Cliché MEB : F. Hatert

Linarite

Ce sulfate de plomb et de cuivre, de couleur bleu azur, a été observé assez rarement dans des nodules de galène très altérés, recueillis dans les parois avant les travaux de sécurisation. Les images au microscope électronique à balayage montrent de belles lamelles automorphes d'une épaisseur de 5 µm et atteignant 0,04 mm de longueur. L'identification est confirmée par le spectre EDS, qui indique la présence de plomb (Pb), cuivre (Cu), soufre (S) et oxygène (O). La linarite est un minéral rare en Belgique (Hatert *et al.*, 2002) dont l'identification n'avait été confirmée qu'à Bastogne où elle forme des éventails de cristaux tabulaires associés à la cérusite et à la chalcopryrite (Hatert *et al.*, 2000). Blondieau (1997) aurait également reconnu la linarite en petits cristaux bleus à Ave-et-Auffe et Chanly.



Linarite en lamelles - Cliché MEB : F. Hatert

Les minéraux de fer (Fe), manganèse (Mn) et cobalt (Co)

Pyrite

On observe la pyrite en petits cristaux cubiques de quelques millimètres de côté seulement. Son aspect métallique est souvent patiné par des oxydes de fer bruns qui l'ont transformée partiellement ou totalement. Elle se présente aussi parfois en minuscules dodécaèdres ("pyritoèdres") sur des cristaux de sphalérite.

Marcasite

Dans la brèche minéralisée, la marcasite est plus fréquente que la pyrite. On l'observe avec la chalcopryrite et la sphalérite après dissolution de la calcite. Elle se présente