

Les gisements minéraux du Salmien dans le massif de Stavelot



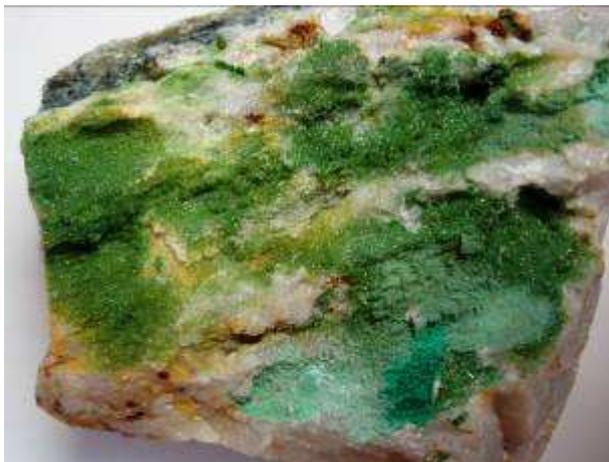
Bihain-Ottre



Lierneux



Salmchâteau



Vielsalm



La Lienne

Michel Blondieau
Août 2005

Remarques à propos de la numérisation

Les deux livres que j'ai publiés en 2005 et 2006 sur le massif de Stavelot ont remporté un vif succès et beaucoup de personnes me demandent encore pour les acquérir.

Je n'ai en fait imprimé qu'un nombre limité d'exemplaires eu égard au coût important que cela représente et, aujourd'hui, le premier tome (les gisements) est épuisé et le second (les minéraux) est en voie de l'être.

Je n'envisage pas de réimpression mais j'ai décidé de les mettre en ligne afin de permettre à toutes les personnes intéressées de pouvoir les télécharger gratuitement **pour un usage privé**.

J'en conserve néanmoins la totalité des droits intellectuels et il est interdit de les modifier ou de les publier sous une autre forme.

Ils sont disponibles sous la forme de deux fichiers pdf.

La mise en page est conservée afin que la lecture en mode « deux pages » soit identique à la version « papier ». Des modifications mineures ont néanmoins été indispensables pour réaliser le fichier pdf du premier tome.

Dans ce dernier, j'ai également retravaillé la carte géologique simplifiée donnée à la page 3. Les différents tons de gris ne donnaient pas bien dans la version papier.

Le fichier pdf renferme davantage de photos en couleur que la version papier.

Je n'ai pas modifié le texte malgré l'évolution importante de certains sites dont certains sont aujourd'hui englobés dans des zones protégées (« Natura 2000 », réserves naturelles,...).

Par ailleurs, les cavités sont aujourd'hui systématiquement fermées et ne sont, dès lors, plus accessibles.

L'échantillonnage dans cette région devient de moins en moins facile (et autorisée).

Dès lors, ce travail représente une synthèse qu'il serait dommage de perdre.

Quelques analyses réalisées par le docteur Frédéric Hatert de l'université de Liège ont permis de préciser la nature de certaines espèces photographiées aux planches 55 et 56 du deuxième tome.

A la planche 55 :

Photos 1 et 2 : Cerusite et non wulfenite

Photo 3 : Anatase

A la planche 56 :

Photos 1 et 2 : Delafossite

Photo 4 : Barite (prouvée par diffraction des RX)

Photos 5 à 8 : Ce sont des phosphates de fer mais qui diffractent très mal.

Je souhaite une bonne lecture à tous.

Michel Blondieau,
Octobre 2009

Introduction

Passionné depuis de nombreuses années par les minéraux belges et notamment par ceux du Massif de Stavelot, j'ai parcouru plusieurs centaines de fois cette dernière région ; ce qui m'a permis de faire un grand nombre d'observations minéralogiques que je souhaite partager avec tout lecteur intéressé.

Deux tomes sont consacrés aux roches et minéraux du Salmien du Massif de Stavelot.

- Un premier tome (celui-ci) est consacré aux gisements. J'y ai placé de nombreuses photos d'échantillons et si ce n'est quelques uns photographiés (avec autorisation) au musée du coticule, tous les autres sont de ma collection et ont été, pour la plupart, récoltés moi-même. Je veux montrer les minéraux tels qu'on peut les trouver sur le terrain. Ce tome s'adresse donc à un public large intéressé par la géologie locale.
- Un second tome (« Description des espèces minérales présentes dans les gisements salmiens du Massif de Stavelot ») fait le point sur la minéralogie de la région et décrit les minéraux selon la classification de Strunz, c'est-à-dire selon les différentes classes chimiques. De nombreuses photos prises à un grossissement de plusieurs dizaines de fois permettent de mieux observer les formes cristallines et les habitus de ces minéraux. Il s'agit d'un utile complément au premier tome et il ravira, j'en suis sûr, tous les passionnés de minéralogie.

Je n'ignore cependant pas que certains esprits chagrins trouveront ce travail très imparfait. Et ils n'auront pas entièrement tort. Dans un premier temps en effet, il avait été question, avec mon ami Eddy Van der Meersche, de faire une publication en passant par un imprimeur.

Les ennuis de santé d'Eddy et les risques financiers sans doute trop grands m'ont finalement conduit à devoir minimiser les coûts et cela a forcément un impact sur la qualité finale. Mais il n'y avait pas vraiment d'autres solutions.

Par ailleurs, chaque année qui passe apporte son lot d'informations nouvelles. Je découvre de nouvelles choses (si, si, chaque année !) mais il y a également les travaux des professionnels qui, eux aussi, découvrent beaucoup chaque année, même si les résultats de leurs recherches restent le plus souvent plutôt confidentiels.

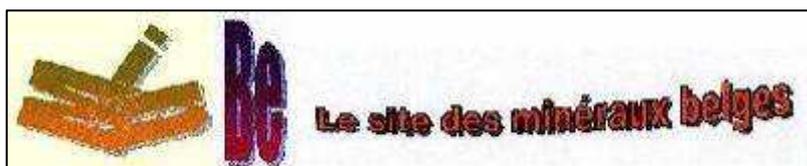
Tout cela pour dire que l'on ne sait parler que de ce que l'on connaît et je ne connais forcément pas tout, loin s'en faut. Il y a donc certainement beaucoup de choses qui auraient pu être ajoutées.

De plus, chaque relecture permet d'améliorer un peu le document mais, à un moment, il a fallu finaliser et le résultat, vous le tenez en main. J'espère que malgré toutes ses imperfections il vous plaira.

Je vous souhaite une bonne lecture.

Michel Blondieau

Vous pouvez également visiter mon site web : [<http://membres.lycos.fr/minbe>]



Ou si vous voulez me poser une question :

- m'envoyer un e-mail : [michelblondieau@freegates.be].
- m'écrire : [Michel Blondieau, 131 Val des cloches – 6927 Tellin (Belgique)]

Le massif de Stavelot

Situé sur le flanc Nord-Est de l'anticlinorium de l'Ardenne, le Massif de Stavelot est le massif Cambro-ordovicien le plus étendu de Belgique. Sa partie Nord est située en Allemagne.



Les couches géologiques du massif appartiennent essentiellement au Cambrien (moyen et supérieur) et à l'Ordovicien (Salmien) (Voir tableau ci-dessous).



Les fossiles y sont rares. Seul le graptolite « *Dictyonema flabelliforme* » retrouvé dans les couches du Salmien inférieur (Sm1) permet de rattacher ces couches au Tremadoc. (Geukens ; in Robaszynski & Dupuis ; 1983)

Dictyonema flabelliforme, Spa (5 cm)

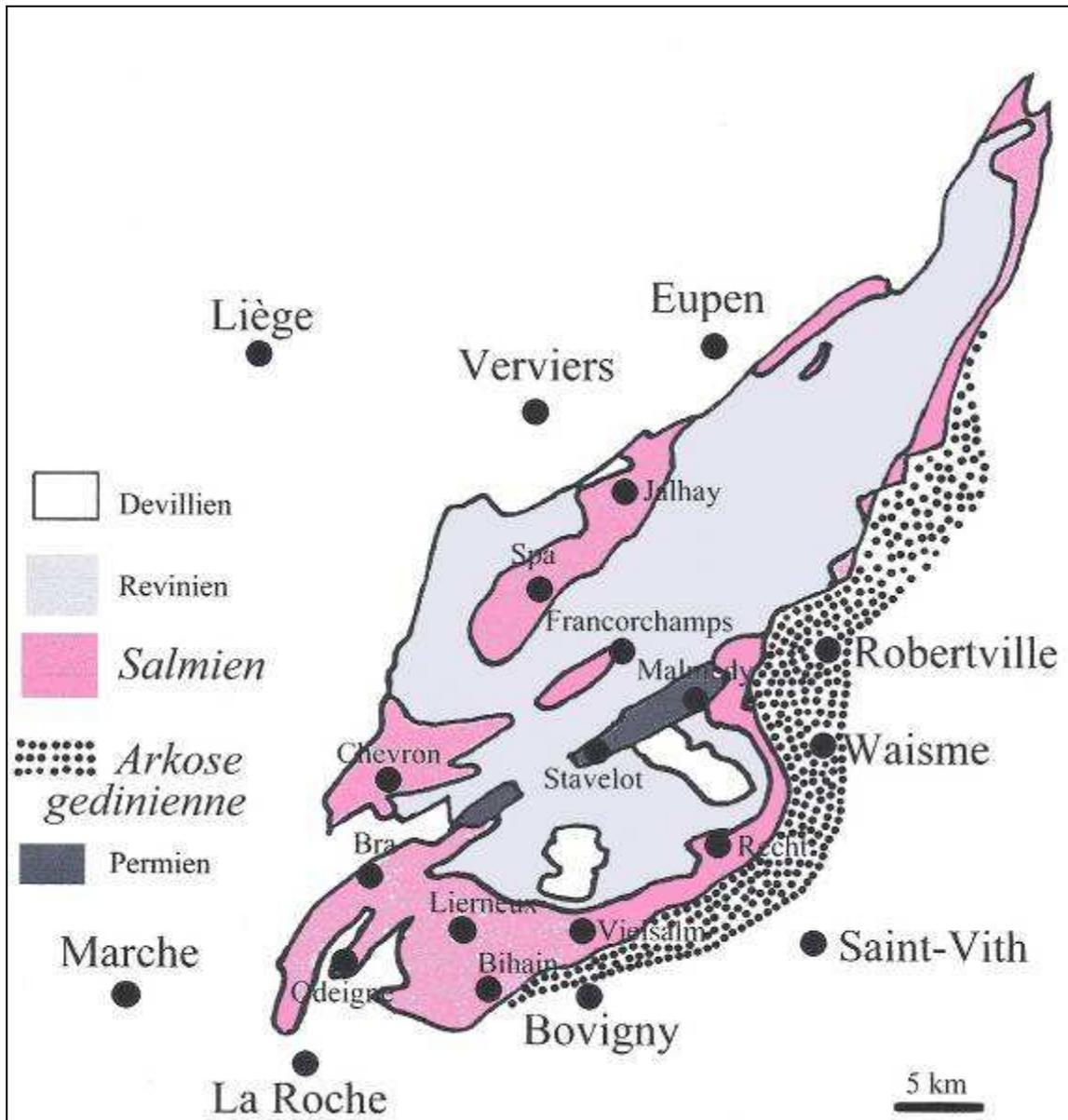
En discordance sur le Salmien, on voit également affleurer sur le pourtour du massif des couches d'arkose gediniennes (Dévonien inférieur).

Ordovicien		<u>Salmien</u>	Supérieur (Llanvirn ?)	Sm3b	Quartzophyllades noirs pyriteux
				Sm3a	
			Moyen (Arenig ?)	Sm2c	Phyllades homogènes violacés et verts, à chloritoïdes
				Sm2b	Phyllades à coticule
				Sm2a	Schistes violacés à rhodocrosite
			Inférieur (Tremadoc)	Sm1c	Schistes à magnétite
				Sm1b	Quartzophyllades
Sm1a	Vert bleu				
Cambrien	supérieur	Revinien	Supérieur	Rv5	
			Moyen	Rv4 Rv3	Phyllades sombres
			Inférieur	Rv2 Rv1	Quartzites gris
	moyen	Devillien	Supérieur	Dvb	Phyllades verts et quartzites blanc verdâtre
			Inférieur	Dva	

Caractéristiques des principales couches géologiques reconnues dans la partie sud du Massif de Stavelot.

Le Salmien

Les couches du Salmien affleurent principalement dans la partie Sud du massif de Stavelot (en rosé sur la carte ci-dessous)



Les couches géologiques du Salmien, particulièrement celles du Salmien moyen Sm2b et celles du Salmien supérieur Sm3 sont les plus intéressantes du Massif de Stavelot, tant du point de vue minéralogique que du point de vue des substances minérales exploitables qu'elles contiennent.

Du point de vue minéralogique, on y a recensé plus de 100 espèces minérales.

Du point de vue des ressources minérales, on y a notamment exploité le minerai de manganèse, le coticule et l'ardoise sans parler des carrières de blocs et autres pierres à bâtir.

- Le manganèse

Deux ensembles peuvent être distingués : les gisements de la Haute Ardenne et ceux de la Lienne inférieure.

▪ Les gisements de la Haute Ardenne



Le minerai de ces gisements est dense, très noir et, d'un point de vue minéralogique, consiste en un mélange de différents oxydes de manganèse dont les principaux sont la cryptomélane et la lithiophorite. Il se présente habituellement en petites veinules ou en nids dans les phyllades, également en injection dans le quartz blanc (photo ci-contre).

Minerai de manganèse noir dans quartz blanc.(cryptomélane) (Carrière de Sart) - [8cm].

Quatre concessions ont été octroyées. (Van de Roy, 1981)

- La concession d'Arbrefontaine (03 février 1863) s'étendant sur Lierneux (Thier del Preux) et Arbrefontaine (Thier du Mont).
- La concession de Bihain (15 juillet 1830) s'étendant sur Bihain et Ottré.
- La concession de Lierneux (03 février 1863) au Sud-ouest de Lierneux.
- La concession de Verleumont (20 mars 1864) au Nord-est de Lierneux.

D'autres indices ont également fait l'objet de recherches (Dochamp, Malempré)

▪ Les gisements de la Lienne inférieure.



Des couches plus importantes d'un minerai carbonaté pauvre ont été largement exploitées dans la vallée de la Lienne.

Quatre concessions ont été octroyées (Dussart, 1991)

- La concession de Meuville (11 juin 1867)
- La concession de Moët-Fontaine (11 juin 1867)
- La concession de Bierleux (18 mai 1867) et la concession de Werbomont (mai 1868), devenant plus tard la concession de Bierleux-Werbomont.

Minerai de manganèse carbonaté assez foncé intercalé entre quelques veines de phyllade rouge. (Mine de Moët-Fontaine) - [4 cm]

Le coticule (Sm2b)

Le coticule est une roche blanchâtre à jaunâtre à grain très fin formant de minces couches concordantes avec les phyllades violets du Salmien. C'est une roche unique au monde et ses qualités de pierre à aiguiser sont connues depuis des siècles. Son extraction, remontant avec certitude au début du XVI^e siècle, a donné lieu à une industrie très florissante jusqu'au moins la moitié du XX^e siècle. Au cours des décennies 1950-1970, les puits d'extraction et ateliers disparurent les uns après les autres. Aujourd'hui, il ne reste qu'un seul exploitant : « Ardennes-Coticule » qui a repris les anciens ateliers Burton et l'extraction au tier del Preu (appelé aussi « dol Preu ») (Sart-Lierneux).

Deux gisements principaux sont connus. Le premier s'étend d'Ouest en Est de Regné à Ottré ; le second, également d'Ouest en Est s'étend du tier del Preu, au sud de Lierneux, jusqu'à Salmchâteau, en passant par Ménil (Thier du Mont). Enfin, des gisements plus petits ont également été exploités à Lierneux, en dehors des deux zones principales mais la qualité des pierres n'y était pas homogène. Les traces laissées par tous ces travaux sont encore bien visibles

L'analyse pétrographique met en évidence l'abondance de la spessartine (grenat riche en manganèse) en cristaux de quelques dizaines de micromètres seulement empâtés dans des minéraux phylliteux (muscovite, paragonite, chlorite et kaolinite), appelés communément « Séricite ». Ces infimes grenats sont capables d'user par frottement les aciers les plus résistants. En fait, les meilleures veines de coticule contiennent (proportion en volume) environ 1/3 de grenat, 1/3 de quartz et 1/3 de minéraux phylliteux. Le quartz se trouve cependant dans des dimensions inférieures à celle du grenat et ne nuit donc pas aux qualités de la pierre.

Le coticule est un phyllade à grenat et la seule différence avec les roches encaissantes est qu'il ne contient pas d'hématite (oxyde de fer). Certains phyllades bleus sont également extraits comme pierre abrasive et leur qualité approche celle des meilleures veines de coticule. (J. Grogna, comm. pers. 2004).



Fragment de coticule (Bihain) - [9cm]

Beaucoup d'hypothèses ont été émises en ce qui concerne sa formation et rien n'est encore sûr. L'hypothèse retenue aujourd'hui consiste à imaginer un dépôt rapide de sédiments marneux dans les mers du Salmien. Ensuite, par diagenèse, les carbonates sont enrichis en manganèse par formation de rhodocrosite aux dépens de carbonates de calcium. (J. Lamens, 1986).

Des études ont mis en évidence l'existence de réactions permettant de passer de la rhodocrosite à la spessartine (et donc au coticule). (Schreyer et al, 1992).

Une autre hypothèse consiste à imaginer le coticule comme un dépôt d'argile et de fines cendres volcaniques (Kramm, 1976)

L'extraction se faisait le plus souvent par des fosses creusées depuis la surface jusqu'aux couches de coticule. La roche était placée dans un « tonneau » (photos ci-dessous) et remontée par des treuils.



La photo de gauche représente une maquette d'une fosse à coticule (musée du coticule à Salmchâteau)

La photo de droite montre un « tonneau » (musée du coticule).

Plus tard, des galeries ont été tracées et la roche était transportée dans des petits wagonnets. (photo ci-dessous)



Petit wagonnet à benne ayant servi à transporter en galerie les blocs à coticule et les déchets jusqu'au « tonneau ». (musée du coticule)



Le coticule jaune : la pierre traditionnelle

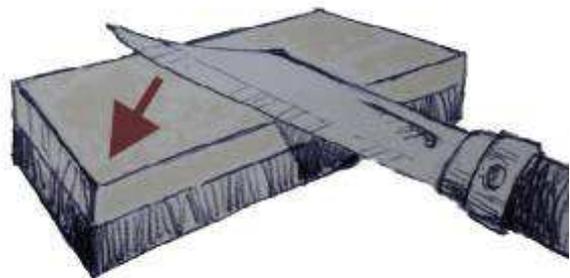
Les veines de coticule sont capricieuses et rarement rectilignes. L'exploitation optimale de celles-ci consiste, outre des exemplaires rectangulaires au format standardisé, à fabriquer également de nombreuses pierres de formes diverses, avec cependant toujours une surface plane de qualité rigoureusement identique : les bouts belges

10000 tonnes de roches sont retirées annuellement de la carrière et finalement seulement 10 tonnes de pierres à aiguiser sortent de l'atelier.



En 1997, les études géologiques de l'Université de Liège ont abouti à d'étonnantes conclusions: un banc de pierre bleue découvert dans la seule carrière en activité présentait presque les mêmes qualités abrasives que le coticule jaune exploité jusque là. Seule la couleur bleue due à la présence d'oxyde de fer et la teneur moins élevée en grenats (30% contre 40%) la différenciait du coticule. L'épaisseur du banc (15cm) permet de façonner des pierres de grand format

Les pierres belges sont des pierres à affiler: elles éliminent le morfil. Le passage du tranchant d'un couteau sur la pierre mouillée libère les grenats de la surface. Ceux-ci avec l'eau forment une pâte abrasive si fine qu'ils confèrent au tranchant un aspect brillant (exempt de tout défaut).



- L'ardoise (Sm2c)

Le métamorphisme régional a engendré des phyllades dont certains bancs ont été exploités pour l'ardoise, roche qui, outre sa résistance mécanique, doit se laisser cliver en feuillets de 3 à 4 millimètres d'épaisseur. Peu de phyllades répondent à ce dernier critère. Les principales exploitations se trouvaient à Vielsalm et à Salmchâteau mais il y en avait également à Lierneux au lieu-dit « Colanhan ».

Pour être clivable, le phyllade doit avoir une schistosité parallèle à la stratification; celle-ci étant bien mise en évidence par l'allure de petits joints colorés, appelés "minants"¹ par les anciens carriers. Ces "minants" étaient des guides précieux car ils renseignaient l'exploitant sur la qualité de la pierre.

¹Dans le vocabulaire de l'ardoisier à Vielsalm, Robert Nizet cite : "Il y a deux espèces de "minants" : 1) des grès de 2 à 3 cm d'épaisseur, 2) Matière terreuse et grasse. Ils enveloppent la veine de tous les côtés; chaque veine a son minant." Ce que Robert Nizet et les carriers appellent "grès de 2 à 3 cm" doit, vraisemblablement correspondre aux "cresses" ou "pseudocoticules".

Les gisements du Salmien sont regroupés dans 5 rubriques :

- Gisements de la région de Bihain-Ottré. [pp. 9-20]
- Gisements de Lierneux. [pp. 21-28]
- Gisements de Salmchâteau. [pp. 29-44]
- Gisements de Vielsalm. [pp. 45-72]
- Gisements de la vallée de la Lienne inférieure. [pp. 73-83]

Remarque

D'autres gisements moins importants pour lesquels on ne retrouve plus guère de données ne sont pas traités. Il s'agit des gisements suivants :

<u>Gisement</u>	<u>Minéralogie</u>
Dochamp	Des indices de quartz à manganèse sont signalés contenir de la carpholite. Sur place, on retrouve bien quelques petites veines de quartz à oxydes (et hydroxydes) de manganèse mais rien d'autre.
Malempré	Une petite accumulation de minerai de manganèse a été exploitée non loin du centre du village. Aucune description minéralogique n'a été réalisée et il n'existe plus de témoins de ces travaux. (Je les ai cherchés à plusieurs reprises mais ne les ai pas retrouvés)
Recht	Quelques carrières ont produit anciennement de bons minéraux (davreuxite, andalousite bleue) mais ces sites ont pratiquement tous disparu aujourd'hui et une rubrique sur ces gisements ne se justifie plus.
Vaux (Lierneux)	Malaise (1913) a signalé de la pyrrhotine dans les phyllades de cette localité. Il n'existe aucune autre information concernant cette localité. Signalons également qu'il n'y a pas d'affleurements cambriens à Vaux mais bien des affleurements salmiens ; lesquels étaient englobés au début du siècle dans le système cambrien. Il s'agit peut-être d'affleurements de schistes pyriteux du Salmien inférieur (Sm1) d'aspect revinien.
Walque	Le creusement de la galerie d'amenée des eaux du barrage de la Warche à l'usine de Bevercé a permis de faire des observations dans cette région.

Bihain-Ottré



Vantasselite – Bihain est la localité-type de ce minéral décrit en 1987

Gisements de la région de Bihain-Ottre

(Regné, Hébronval, Bihain, Ottre)

(Province de Luxembourg)

A) Introduction

De nombreux travaux ont été réalisés anciennement dans les couches du Salmien (Sm2) affleurant dans la colline s'étendant du Sud-est de Regné jusqu'à l'Est d'Ottre, en passant un peu au Nord de Bihain. Ces travaux ont consisté en carrières de coticule et pierre à bâtir ainsi qu'en minières de manganèse. Seule reste en activité aujourd'hui une carrière à Ottre pour la pierre à bâtir.

Sur les cartes topographiques actuelles, toute la partie située au Sud de Regné et d'Hébronval porte le toponyme de « *Thier de Regné* » (ou « *tier de Regné* ») alors que la partie proche de Ottre porte quant à elle celui de « *Au Corai* ». Le lieu-dit évocateur « *Sur les Minières* », placé un peu trop au Sud sur la carte topographique, correspond aux anciennes exploitations de manganèse de Bihain.

Partout, on peut encore voir de nombreuses traces de tous ces travaux : des trous de quelques mètres à quelques dizaines de mètres de profondeur, aujourd'hui plus ou moins remblayés, autour desquels se trouvent des monticules constitués des déchets de ces exploitations. On y trouve ainsi des phyllades lie-de-vin, des blocs de coticule alors rejetés parce que trop quartzeux, des gros blocs de quartz blanc massif ou encore des morceaux de minerai noir de manganèse.

Tous ces blocs entassés pêle-mêle dans ces monticules peuvent contenir de nombreuses espèces minérales, parfois très rares telles que l'ardennite, la davreuxite, l'ottrélite ou encore la vantasselite pour ne citer que celles-là.

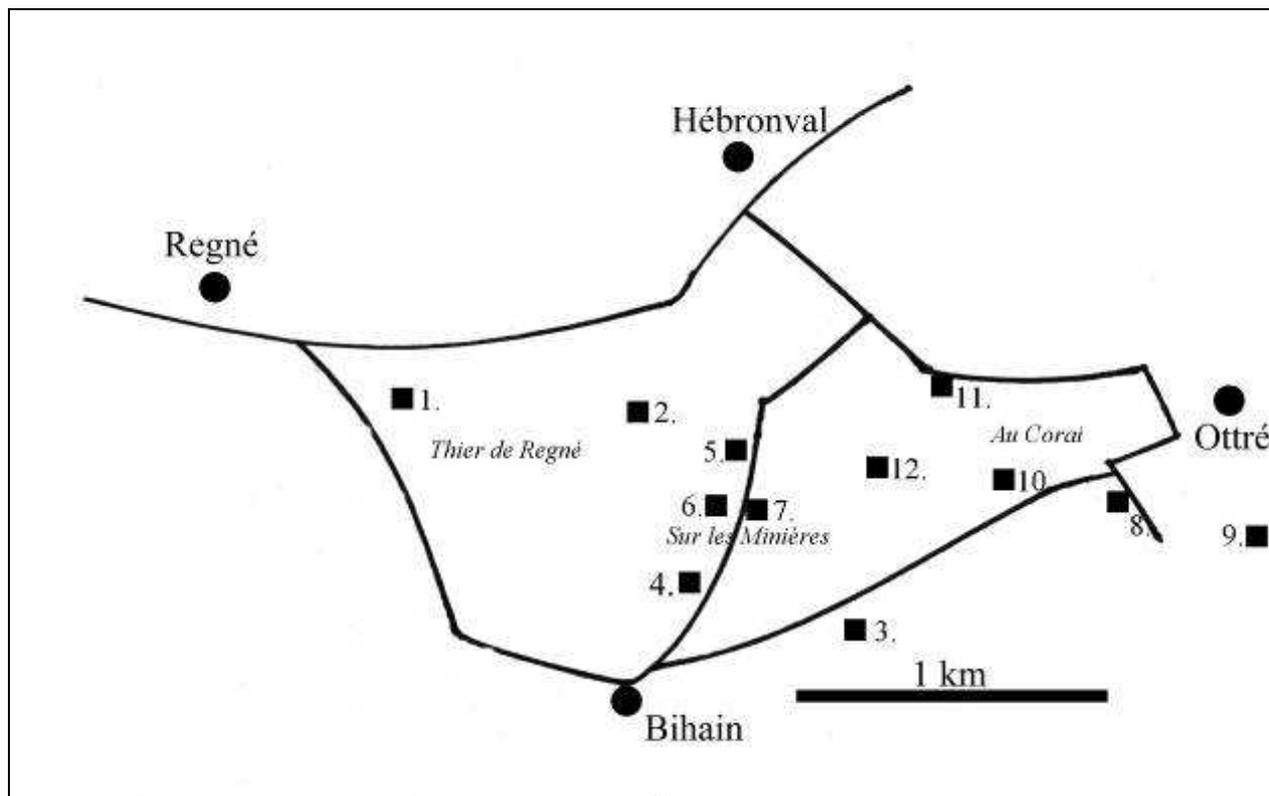
Malheureusement, la couverture végétale et l'enrésinement important de ces endroits rend difficile aujourd'hui les observations minéralogiques. (photo ci-dessous)



Bihain : « Aux minières »

Le site de cette ancienne mine de manganèse se trouve aujourd'hui dans une plantation d'épicéas vieille de plus de 30 ans. A l'avant-plan, on observe quelques fosses et à l'arrière plan, on observe un déblais.

B) Les gisements.



Localisation des gisements minéraux de la région de Bihain-Ottre.

B.1. Fosses à coticule et affleurements de phyllades à coticule. (N°1 à 4)

Natifs	Sulfures	Oxydes	Carbonates	Sulfates	Phosphates	Silicates
-	-	Anatase Cryptomelane Gahnite Hematite Lithiophorite Quartz Rutile	-	-	Apatite Cacoxenite (Turquoise) Vantasselite Variscite Wavellite	Andalousite Ardennite Biotite Clinocllore Davreuxite Illite Kanonaite Muscovite Ottrelite Paragonite Spessartine Tourmaline

Minéraux recensés dans le Salmien Sm2b des fosses à coticule de la région de Bihain-Ottré. (24 espèces)



1



2



3

Bihain (gisement à vantasselite) : vantasselite [1 : 3cm / 2 : 3cm / 3 : 5cm]



4



5

Bihain (gisement à vantasselite) : wavellite [4 : 4cm / 2 : 4cm]

1) Carrières souterraines (« fosses ») de coticule à Regné.

Des puits parfois fort profonds (appelés « des fosses » dans la région) [1,2] y ont été réalisés pour l'exploitation des veines de coticule. A cet endroit, en témoins du patrimoine industriel de la région, on en voit quelques-uns profitant apparemment de mesures de protection. D'autres, par contre, ne sont protégés que par une grille à moitié rongée par la rouille. Aux alentours se trouvent de nombreux morceaux de coticule, parfois fort gros. Dans les travaux souterrains de l'exploitation G. Jacques, Corin (1929) signale des filons de quartz minéralisés en andalousite vert pâle, en cristaux de plus de 2cm parfois, avec des traînées de quartz rouge ainsi que de la chlorite blanc jaunâtre. A cet endroit, cet auteur signale que, par altération, les prismes d'andalousite sont parfois transformés en une masse compacte ou fibreuse de produits micacés du type de la muscovite et de la davreuxite. L'hématite y est également présente (Bourguignon P. & Toussaint J., 1955).



2) Gisement à vantasselite de Bihain. (localité-type de ce minéral), ancienne exploitation de coticule

A cet endroit (lieu-dit « Les Plates »), se trouvaient anciennement des carrières souterraines de coticule. Aujourd'hui, des trous parfois encore profonds dans le sol témoignent de la localisation des fosses. Aux alentours ont été accumulés les nombreux déchets de ces exploitations [3,4] dans lesquels se trouvent la très rare vantasselite souvent associée à d'autres phosphates dont notamment la cacoxénite, la variscite et la wavellite. (Fransolet, 1987), (Fouassin, 1975)



3) Galerie Maizeroul à Bihain.

Cette galerie, aujourd'hui effondrée, suivait une couche de coticule dérangée par un gros quartz bien minéralisé en hématite (Anten, 1928), assez riche en manganèse (Bourguignon et Toussaint, 1955).

4) Roches micacées blanches à inclusions d'ottrélite très pure. [localisation imprécise]

Les roches micacées blanches dans lesquelles Theye et al (1994) ont reconnu des inclusions d'ottrélite très pure ont été trouvées à 500m au NNE de Bihain, le long de la route vers Ottré à l'occasion de placements de conduites d'eau (Hanson, comm. pers 2005). L'analyse de cette roche, constituée essentiellement de muscovite et de paragonite, a montré également la présence mineure des minéraux suivants : quartz, hématite, spessartine, andalousite verte pâle et ardennite ainsi que les minéraux accessoires gahnite bleue, rutile et tourmaline.

B.2. Anciennes minières de manganèse (N°5 à 8)

Natifs	Sulfures	Oxydes	Carbonates	Sulfates	Phosphates	Silicates
-	(bornite)	Cryptomelane Hausmannite Hematite Lithiophorite Nsutite Quartz Rutile ?	-	-	Cacoxenite Florencite-Ce Monazite-Ce Turquoise ? Wavellite	Alurgite Ardennite (Carpholite) Clinochlore Kaolinite Muscovite Spessartine

Minéraux recensés dans le Salmien Sm2b des anciennes minières de manganèse de la région de Bihain-Ottre. (16 espèces)



1



2

Bihain (minières) : alurgite (variété de muscovite) [1 : 2cm / 2 : 6cm]



3

Bihain (minières) : wavellite sur quartz [3 : 4cm]



4



5

Bihain (minières) : Oxyde de manganèse (minerai exploité) [4 : 3cm / 5 : 6cm]

Le minerai de manganèse de Bihain forme des couches intercalées dans le schiste. Les couches métallifères sont assez nombreuses mais n'ont pas de grande continuité (Cauchy, 1833)

Les couches de manganèse sont toujours à peu de distance des veines de coticule ; ce qui fait que certains sites ont été exploités à la fois pour le manganèse et pour le coticule

5) Ancienne minière de manganèse à Bihain (Van de Roy, 1981)

Des fosses assez nombreuses envahies de végétation se trouvent dans une plantation d'épicéas, à l'Ouest de la route Hébronval-Bihain. Il s'agit là d'anciens travaux pour manganèse.

Outre des oxydes noirs de manganèse massifs (lithiophorite et cryptomélane), on y a récolté anciennement de fort beaux échantillons de wavellite en petits cristaux incolores dans des quartz blancs. Du quartz lardé de veines rougeâtres y est également présent.

6) Ancienne minière de manganèse à Bihain (Van de Roy, 1981)

Gisement fort comparable au précédent, aujourd'hui dans une plantation d'épicéas. Fransolet (1979) y a reconnu dans les vieux déblais d'exploitation des oxydes de manganèse (lithiophorite et cryptomélane), de la wavellite, en gerbes de cristaux blancs ou incolores, parfois recouverts de lithiophorite.



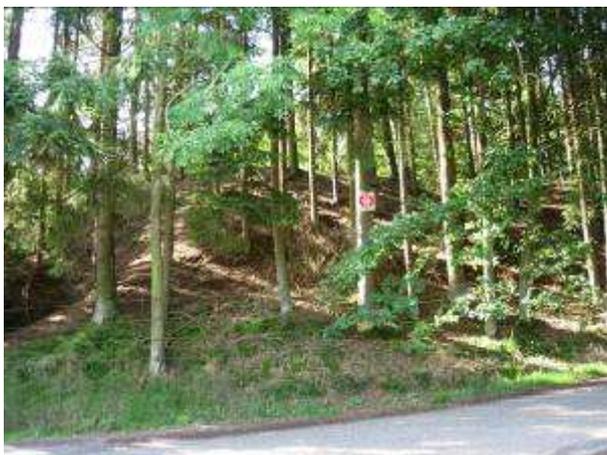
Bihain, aux minières : déblais dans une plantation d'épicéas

7) Ancienne minière de manganèse à Bihain (Van de Roy, 1981).

Dans cette zone du thier, on a notamment pu trouver des oxydes de manganèse (mélanges de lithiophorite et de cryptomélane), de l'ardennite, un mica rose (alurgite ?) ainsi que de la cacoxenite en croûte d'épaisseur parfois millimétrique sur oxyde de manganèse et coticule.

8) Ancienne minière de manganèse à Ottré. (Anten, 1914 ; Corin, 1929b)

Cette fosse profonde bien visible le long de la route est aujourd'hui noyée. De plus, cette parcelle est clôturée et interdite d'accès (photo 2). A peu de distance de la grande fosse, on observe un beau bure d'extraction du coticule ainsi que son treuil. Ce site a été exploité pour le manganèse mais aussi pour le coticule.



Ottré, gros déblais le long de la route

B.3. Le filon à pyrophyllite d'Otré, localité-type de la davreuxite et de l'ottrélite. (N°9)

Natifs	Sulfures	Oxydes	Carbonates	Sulfates	Phosphates	Silicates
-	-	Anatase Hematite Quartz Rutile	-	-	-	Andalousite Beryl Chloritoïde Davreuxite Dickite Euclase Kaolinite Muscovite Ottrelite Pyrophyllite Sudoite Tourmaline

Minéraux recensés dans le Salmien moyen Sm2b du filon à pyrophyllite d'Otré. (16 espèces)



Otré : Pyrophyllite (échantillon du musée du coticule à Salmchâteau) [1] : environ 9cm



Otré : Ottrélite [2] : 5cm / [3] : 4cm



Ottré : Davreuxite [4] : 3cm / [5] : 5cm



Ottré : Andalousite bleue dans pyrophyllite [6] : 3cm / [7] : 3cm

9) Le filon à pyrophyllite d'Ottré, localité-type de la davreuxite et de l'ottrélite.

Au Sud-est d'Ottré, dans une petite dépression peu visible située à l'arrière d'importants déblais d'une ancienne carrière, se trouve un banc de quartz blanc métrique connu comme « filon à pyrophyllite » (de Rauw, 1911). Ce filon, extrêmement riche en pyrophyllite, renferme une minéralogie exceptionnelle et est la localité-type de deux espèces minérales : la davreuxite (photos 4 et 5) et l'ottrélite (photos 2 et 3). L'ottrélite ne doit pas être confondue avec le chloritoïde bien plus fréquent.

On y trouve également de l'andalousite de couleur bleue (photos 6 et 7), une variété très rare de ce minéral.

Enfin, deux minéraux contenant du béryllium y sont observés : l'euclase et le beryl.

Les paragenèses des épontes traduisent un climat métamorphique rétrograde par rapport au métamorphisme régional. (de Bethune & Fransolet, 1986)

Malgré l'abondance des phosphates dans la région, il semble qu'il n'y en ait pas à cet endroit. La minéralogie est strictement limitée à des silicates et à quelques oxydes.

Ottré : filon de quartz à pyrophyllite, davreuxite et ottrélite



B.4. Carrières d'Ottre (N°10 à 12)

Natifs	Sulfures	Oxydes	Carbonates	Sulfates	Phosphates	Silicates
-	-	Cryptomelane Hématite Lithiophorite Quartz Todorokite	-	-	(Pseudomalachite) Torbernite Turquoise Variscite Wavellite	Chloritoïde Clinocllore Kaolinite Muscovite Spessartine Tourmaline

Minéraux recensés dans le Salmien moyen (Sm2b) des carrières d'Ottre. (15 espèces)

10) Carrière en activité d'Ottre (H. Pagani S.A, chaussée d'Houffalize, 14 - 6670 Gouvy)

A cet endroit, Corin (1929) y situait d'anciens sites d'extraction aujourd'hui entièrement englobés dans la carrière actuelle. Il y signalait des blocs mamelonnés d'oxyde de manganèse, de la wavellite dans des quartz et sur des joints de phyllades, laquelle a été décrite par de Rauw (1910). Van Wambeke (1958) signale la turquoise bleue à verte, de la muscovite et de la chlorite altérée. Fransolet (1979) y signale plusieurs filons de quartz peu épais abritant une association hématite-chlorite (proche de la ripidolite [pôle riche en fer de la clinocllore]) sporadiquement accompagnée de turquoise et de wavellite en rosettes. Quelques veines de quartz montrent des fractures imprégnées de lithiophorite abondante et rarement mélangée à la cryptomélane. La métatorbernite a été découverte lors d'une sortie de l'A.G.A.B. au printemps 2004.

La production annuelle de cette carrière est modeste : environ 500 tonnes de tranches, dalles, pavés, blocs, moellons,... de schiste d'Ottre dit « ottrelite impériale ». L'accès à la carrière est généralement refusé par l'exploitant.

11) Gros blocs de chloritoïdes le long de la route Hebronval-Ottre.



Sur le côté droit de la route reliant Hébronval à Ottre, on peut observer des gros blocs de phyllades [1] provenant d'une ancienne carrière, dont certains sont littéralement pétris de cristaux millimétriques de chloritoïdes. Dans certains blocs, on peut observer des lits avec des cristaux pouvant atteindre 5 mm implantés dans une pâte microcristalline dans laquelle se trouvent des petits prismes de tourmaline (Obs.pers.). Ces blocs sont aujourd'hui disposés autour d'un banc et il est souhaitable de ne pas faire de prélèvements à cet endroit.

1



A une cinquantaine de mètres de là, au bord d'une prairie, se trouvent d'autres gros blocs pour ceux qui désirent un échantillon... [2]



*Ottre : chloritoïde.
[9x5cm]*

Le chloritoïde (ci-contre) est souvent confondu avec l'ottrelite, un minéral rare vert pistache (page 16)

3

12) Quartz à turquoise entre Bihain et Ottre, dans une ancienne carrière de blocs

Dans une ancienne carrière d'une dizaine de mètres de profondeur, aujourd'hui en voie de comblement, se trouve un gros filon de quartz qui a livré il y a une vingtaine d'années de la wavellite et des boules de turquoise translucide bien bleue.

B.5. Le trou des Massotais, une mine d'or antique.

Natifs	Sulfures	Oxydes	Carbonates	Sulfates	Phosphates	Silicates
Or	Chalcopyrite Pyrite	Quartz « limonite » Rutile			Monazite-Ce Xenotime-Y	Halloysite



Lambert Grailet devant le trou vidé de son eau (1) et intérieur de la mine où subsistent encore quelques boisages. (2)

L'or natif est signalé à Bihain dans les rivières où sa présence y est connue depuis longtemps. Récemment, sous l'impulsion de Lambert Grailet (Grailet, 1998), des investigations ont été menées au lieu-dit « Trou des Massotais » à 4 km environ à l'Ouest du village de Bihain. De manière formelle, on y a découvert une ancienne mine d'or travaillée vers 400 P.C. durant la période finale du Bas-Empire romain. La galerie étauçonnée observée au fond du trou n'a cependant qu'une douzaine de mètres de longueur. (Grailet, 2001b). La carte géologique (planchette n°179, Odeigne-Bihain – Lohest, 1898) la situe dans le Sm2 mais cette situation est incertaine. Voici la description qu'en donne le groupe G.E.M.E.A.U. (Groupe d'Etude des minéralisations aurifères de l'Ardenne belge) : « Selon les premières observations, la minéralisation n'est pas exprimée dans un filon quartzeux, mais semble disséminée dans la roche (phyllades) en association plus ou moins étroite avec de possibles filons d'origine magmatique (fortement altérés) » (bulletin Segnia, 2001)

Lambert Grailet (2002) mentionne quatre sondages réalisés en 1969 dans le Salmien dont deux à proximité du « Trou des Massotais ». Il les situe sur une carte géologique reprise de Y.Cosan, l'auteur de ces sondages. A propos du sondage « S2 », le plus proche de l'ancienne mine, il précise : « D'une profondeur d'une vingtaine de mètres, ce carottage révéla d'abord un ensemble de schistes vert foncé aux fissures remplies de pyrite, de veines de quartz et de sels de fer. Puis plus bas, dans les cinq derniers mètres, apparaissait du schiste noir fortement minéralisé en pyrite... »

En conclusion, il ajoute : « L'ensemble des quatre prélèvements opérés dans le Salmien concluait à une formation de phyllades, de quartzophyllades et de quartzites, par endroits fortement altérés, avec formation de poches d'argiles kaoliniques. »

La minéralogie est encore à l'étude mais voici ce qu'en dit J. Jedwab (comm. pers. 2003) :

« Aux Massotais, j'ai trouvé en inclusions dans les quartz jonchant les sols d'alentour de la chalcopyrite, de la pyrite, du rutile et des phosphates de terres rares (monazite-Ce et xenotime-Y). Des blocs d'hydroxydes de fer montrent aussi des inclusions intéressantes, et notamment une importante phase d'halloysite et qui est peut-être la chose la plus notable au point de vue génétique. L'or a été trouvé à l'état libre dans les terres bordant le trou, mais pas encore en inclusions dans les roches citées. »



3 Lambert Grailet devant le trou non vidé.

Remarque :

Le trou se situe sur une propriété privée et son accès est interdit. Il n'y a de toute manière rien d'autre à voir qu'un trou noyé.

Les photos de cette page sont de Lambert Grailet qui m'a gentiment donné l'autorisation de les utiliser. Lambert Grailet est l'auteur de livres et articles très intéressants (voir bibliographie)

C) Liste générale des minéraux recensés dans le Salmien moyen (Sm2b) de la région de Bihain-Ottré.

Natifs	Sulfures	Oxydes	Carbonates	Sulfates	Phosphates	Silicate
-	(Bornite)	Anatase Cryptomelane Gahnite Hausmannite Hematite Lithiophorite Nsutite Quartz Rutile Todorokite	-	-	Apatite Cacoxenite Florencite-Ce Monazite-Ce (Pseudomalachite) Turquoise Vantasselite Variscite Wavellite	Alurgite Andalousite Ardennite Beryl Biotite (Carpholite) Clinochlore Chloritoïde Davreuxite Dickite Euclase Kanonaite Kaolinite Muscovite Ottrelite Paragonite Pyrophyllite Spessartine Sudoite Tourmaline

Minéraux recensés dans le Salmien moyen (Sm2b) de la région de Bihain-Ottré. (37 espèces)

Les minéralisations les plus intéressantes de la région de Bihain sont situées dans les couches du Salmien moyen (Sm2b) ; le Salmien inférieur (Sm1) ne renfermant guère que de la pyrite dans des phyllades noirs d'aspect « revinien ». La position lithologique exacte des roches de l'ancienne mine d'or du trou des Massotais est très incertaine et la minéralogie de ce gisement n'est pas reprise dans le tableau ci-dessus.

En excluant les espèces douteuses, on recense donc dans le salmien moyen (Sm2b) de la région de Bihain-Ottré 37 espèces minérales dont certaines fort rares. On y trouve en effet les localités-types de trois espèces minérales [davreuxite et ottrelite à Ottré et vantasselite à Bihain].

Il est remarquable de constater l'abondance des silicates, oxydes et phosphates et l'absence apparente des autres classes minéralogiques. La paragenèse des quartz à sulfures de cuivre, si caractéristique du salmien supérieur à Vielsalm, semble absente ici, si ce n'est peut-être au trou des Massotais qui mériterait plus d'investigations.

Enfin, pour être complet, rappelons la présence d'or natif en petites paillettes dans certains ruisseaux de Bihain. Lors des opérations de pannage, il est également possible de récolter des octaèdres de magnétite et des petits zircons à fluorescence jaune d'or. (Legrand, 1957 in Service Géologique de Belgique).

Lierneux



Andalousite verte

Gisements de la région de Lierneux-Arbrefontaine (Province de Liège)

A) Introduction

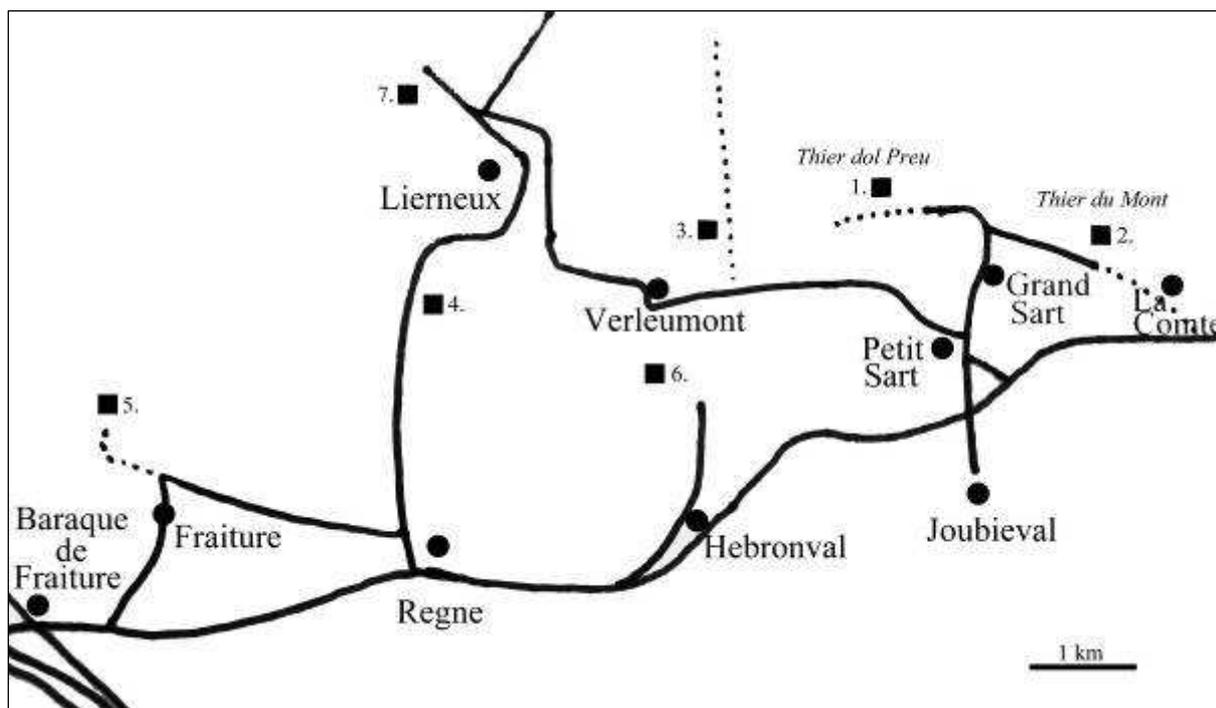
De nombreux travaux, tant carriers [pour le coticule] que miniers [pour le manganèse] ont été réalisés anciennement dans les couches du Salmien moyen (Sm2) des collines du « *thier dol Preu* » et du « *thier du Mont* ». Des ardoisières ont été implantées au sud de Verleumont au lieu-dit « *sur colanhan* ». Notons que par le passé, les gisements de l'ancienne commune d'Arbrefontaine étaient situés en province de Luxembourg mais, depuis la fusion des communes de 1977, ils sont rattachés à Lierneux et donc à la province de Liège.

Ces changements administratifs sont malheureusement la cause de certaines confusions

De nombreuses traces de tous ces travaux sont encore visibles sur le terrain mais la végétation a repris ses droits et, hormis au thier dol preu où l'on exploite encore aujourd'hui le coticule et la roche, il est très difficile aujourd'hui de retrouver de bons spécimens.

Signalons également que le site des anciennes ardoisières au Sud de Verleumont (lieu-dit « Colanhan ») n'est plus accessible. Il est englobé depuis le 23 juillet 1992 dans une réserve naturelle de 11,3 Ha gérée par l'association « Ardenne et Gaume ». Plus qu'ailleurs peut-être, la végétation a vraiment repris tous ses droits et les anciennes fosses ne sont plus très visibles sous la végétation très dense.

B) Les gisements.



Localisation des gisements minéraux de la région de Lierneux

B.1. Gisements de coticule et de manganèse. (N° 1 à 6a)

Natifs	Sulfures	Oxydes	Carbonates	Sulfates	Phosphates	Silicates
		Braunite Cryptomélane Hematite Lithiophorite Pyrolusite Quartz Rutile			Faustite ? Florencite-Ce Fluorapatite Turquoise Vantasselite Variscite Wavellite	Andalousite Cookeite Pyrophyllite Spessartine Sudoite

Minéraux recensés dans les couches à coticule et à manganèse du Salmien moyen de la région de Lierneux. (18 espèces)



1
2

Coticule de Sart (Thier del Preu). A gauche, un échantillon de « coticule sauvage » très tourmenté. ([1] : 10 cm). A droite, une pierre manufacturée. ([2] : 7 cm). On observe le joint de colle entre le coticule clair et la semelle de schiste.



3
4

« Manganèse » de Sart (Thier del Preu). A gauche, un rognon tourmenté. ([3] : 25 cm). A droite un minéral très pur. ([4] : 3 cm) Un échantillon de ce bloc a été analysé (diffraction RX, M. Deliens) et a montré qu'il s'agissait de cryptomélane.



5
6

Andalousite et pyrophyllite de Sart (Thier del Preu).

A gauche, pyrophyllite blanche nacrée rayonnante sur andalousite. ([5] : 3 cm). A droite, andalousite verte. ([6] : 6 cm)



7



8

L'andalousite s'altère en minéraux phylliteux dont la pyrophyllite. Carrière de Sart ([7] : 3cm / [8] : 3 cm)



9



10

Gros cristaux d'hématite, Ménil. ([9] : 4 cm / [10] : 3 cm)



11



12

Quartz veiné de bandes rouges, Ménil. ([11] : 6 cm / [12] : 7 cm)



13

Turquoise en petits globules verts, carrière de Sart. ([13] : 6 cm)

Les gisements rassemblés dans cette rubrique sont essentiellement caractérisés par des paragenèses de coticule et quartz bien minéralisés en andalousite/pyrophyllite, en phosphates d'aluminium et en oxydes de manganèse du Salmien moyen Sm2b. A plus d'un égard, ces gisements sont comparables à ceux de la région de Bihain-Otré mais les points d'observation y sont nettement moins nombreux.

1) Les carrières du thier del Preu à Sart (Ardennes-Coticule S.P.R.L., Petit-Sart,38c – 4990 Lierneux)

[www.ardennes-coticule.com]

Ces deux carrières, bien visibles de loin, sont implantées sur d'anciens bures de recherches de coticule (et de manganèse). Elles sont exploitées pour le coticule. Afin de maintenir la rentabilité, tout est récupéré. Les morceaux de phyllade sont triés en dalles et moellons. Les sous-produits sont broyés pour être transformés en colorants pour briquetterie, chamotte (argile cuite pour tuyaux grès) [d'après folder d'Ardennes-coticule]. L'accès au chantier (demander l'autorisation !) est généralement toléré par l'exploitant à condition de ne pas toucher aux veines de coticule qui sont d'ailleurs très pauvres d'un point de vue minéralogique. Par contre, on observe parfois de nombreux quartz et phyllades à oxydes de manganèse (cryptomélane, braunite) ainsi que des gros quartz bréchoïdes à andalousite verte et pyrophyllite.

Signalons également les phyllades fréquemment piquetés de petits cristaux d'andalousite entièrement séricitisés (transformés en minéraux phylliteux très tendres). De couleur plutôt rouge dans les phyllades, ils apparaissent plus blancs au contact avec le coticule. Enfin, la turquoise est signalée par Hatert (2002). Elle se présente en petits globules bleu vert isolés sur le phyllade ; parfois aussi elle est recouverte de wavellite en petits cristaux ou en rosettes incolores.



1



2

A gauche, les trous dans la paroi indiquent d'anciennes fosses « ratrappées » par la carrière. Ces trous permettaient de loger les poutres qui étayaient les puits. A droite, récupération de tous les déchets.



3



4

A gauche, belle couche de « coticule sauvage ». A droite, quelques veines de coticule lardant le phyllade violet.

2) Les anciennes exploitations de coticule du Thier du Mont (Ménil)

Des travaux importants y ont été réalisés pour l'exploitation du coticule. On y voit encore de nombreuses fosses ainsi qu'une galerie à flanc de coteau. Un échantillon trouvé en surface près d'une fosse à coticule et conservé dans les collections de l'Université de Liège montre de la wavellite cristallisée avec variscite et vantasselite. (Fransolet, comm. pers. 1993)

On y observe également des quartz à andalousite ainsi que des quartz avec veines rouges tout à fait comparables à ceux trouvés dans le thier de Regné. (photos 11 et 12 page 25)



Ménil : Nombreuses tranchées ayant suivi les veines de coticule.



Ménil : galerie d'exploitation du coticule

3) Les recherches de manganèse à Verleumont

La « concession de Verleumont » a été octroyée le 20 mars 1864 (Van de Roy, 1981). Des travaux de peu d'ampleur ont été réalisés à l'Ouest du village. On peut encore y voir quelques tranchées et des petits terrils dans un bosquet au milieu de pâtures. Le minerai de manganèse, sans doute majoritairement la cryptomélane, y est fréquent en rognons ou en plaquettes. Son aspect est très comparable à celui trouvé dans les carrières actuelles du thier del Preux.

4) Les recherches de manganèse à Lierneux

La « concession de Lierneux », octroyée le 3 février 1863 (Van de Roy, 1981) a été exploitée au lieu-dit « Les longs Sarts ». Aujourd'hui, il ne reste presque plus rien des fosses qui y ont été réalisées. A demi remblayées, seul un gros quartz imprégné d'oxyde de manganèse marquait encore ces travaux.

5) Quartz à pyrolusite et cookeite au Nord de Fraiture. (Gustine, 2002)

Le long du sentier longeant la rivière Gehe au Nord-ouest de Fraiture, se trouvent des blocs de quartz veinés d'oxydes de manganèse. (Fraiture est situé en province de Luxembourg mais les gisements décrits sont en fait situés sur Lierneux et donc en province de Liège).

Une observation attentive permet de constater que la pyrolusite est largement majoritaire et qu'elle forme des petits cristaux très nets. La cookeite, une chlorite blanche contenant du lithium, est également associée à ces quartz. D'autres oxydes de manganèse sont observés. Vu l'abondance du lithium, il pourrait s'agir de lithiophorite, seul autre minéral du massif de Stavelot à renfermer également du lithium. Des blocs sans manganèse mais à pyrite en cristaux oxydés (Salmien inférieur ?) contiennent également de la cookeite. La florencite-Ce y est également observée. (A. Hanson, comm. pers 2004)

6a) Quartz à phosphates d'aluminium des ardoisières au Sud de Verleumont, au lieu-dit « Colanhan ».

Le site des ardoisières au Sud-ouest de Verleumont est entièrement couvert de végétation et est englobé dans une réserve naturelle [23 juillet 1992] gérée par l'association « Ardenne et Gaume ». Dans la littérature, ce site est parfois appelé « Colanhan » ou simplement « Verleumont ». Ce dernier terme est ambigu car il peut désigner aussi les fouilles de manganèse au Nord-est du village. Par le passé, il semble que de nombreux minéraux ont été collectés dans ces ardoisières mais aujourd'hui, les recherches n'y sont plus possibles. De la liste des espèces reprises par Hatert (2002) sous les rubriques « Colanhan » et « Verleumont », il semble que, par comparaison avec les observations faites à Vielsalm, on puisse considérer au moins deux paragenèses :

- D'une part, celle des quartz à phosphates d'aluminium avec notamment pyrophyllite, florencite-Ce et wavellite.

et

- D'autre part, celle des quartz à sulfures de cuivre dans lesquels se trouvent la bornite, chalcopryrite, malachite et pseudomalachite.

B.2. Les indices à sulfures de cuivre (N° 6b et 7)

Natifs	Sulfures	Oxydes	Carbonates	Sulfates	Phosphates	Silicates
	Bornite Chalcopryrite Covellite	Quartz	Malachite			

Les minéraux recensés dans les indices sulfurés de Lierneux.

Les gisements rassemblés dans cette rubrique sont ceux à paragenèse de quartz minéralisés en sulfures de cuivre et autour desquels s'observent un cortège caractéristique de minéraux d'oxydation. Ces filons sont, d'après les descriptions anciennes, comparables aux filons à sulfures de cuivre de Vielsalm.

Ces gisements observés il y a plus d'un siècle n'ont certainement pas livré tous leur secrets mais les recherches sur le terrain sont aujourd'hui impossibles et nous devons nous contenter d'un inventaire bibliographique.

6b) Les filons de cuivre des ardoisières au Sud de Verleumont, au lieu-dit « Colanhan ».

La bornite, la chalcopryrite, la malachite et la pseudomalachite sont signalées à Verleumont (Hatert, 2002). Ces espèces ont certainement été collectées dans des filons de quartz tout à fait comparables à ceux observés encore aujourd'hui à Vielsalm. Ils ne sont plus observables. Comme déjà dit, tout est envahi de végétation et la zone est placée en réserve naturelle.

7) Filons de chalcopryrite à Lierneux, (Legraye, 1925) (Corin, 1927)

Corin, au cours de la session extraordinaire de la Société géologique de Belgique, a signalé la découverte de filons de chalcopryrite dans les fondations de « l'asile d'aliénés » [Institut psychiatrique]. Legraye a décrit la minéralogie et signale que les filons sont composés en majeure partie de chalcopryrite massive dans laquelle se trouvent des petits grains disséminés de bornite ainsi que de la covellite dans les fissures. Il note également la présence de malachite. Ces filons ne sont évidemment plus accessibles.

Salmchâteau



Ardennite –Salmchâteau est la localité-type de ce minéral décrit au XIX^e siècle.

Gisements de Salmchâteau

(Province de Luxembourg)

A) Introduction

Salmchâteau, petit village à 2 km au Sud de Vielsalm est connu de longue date pour ses minéraux. Le plus célèbre d'entre-eux est sans nul doute l'*ardennite* pour lequel Salmchâteau est d'ailleurs la localité-type. D'autres minéraux très rares y ont également été découverts.

A titre d'exemple, citons la téinéite, la kanonaite et le strontiomélane mais encore la stavelotite, ce nouveau minéral (2005) pas encore décrit.

De nombreux travaux carriers pour le coticule principalement, pour l'ardoise parfois, ont été

réalisés anciennement dans les couches du Salmien moyen (Sm2) affleurant entre Salmchâteau et Vielsalm. Les travaux les plus importants ont été réalisés sur la rive gauche de la Salm, au Nord-Ouest de Salmchâteau, au lieu-dit « *tier du Mont* ». La recherche du coticule s'y est faite par galeries partant du défilé de la Salm vers l'Ouest mais aussi par puits profonds foncés à partir du sommet de la colline. Son extraction à Salmchâteau est très ancienne et a été très importante jusqu'au milieu du 20^{ème} siècle. Après, par manque de rentabilité, les exploitations ont fermé les unes après les autres.



Carte postale, début du XXe siècle (collection S.Puccio)
(Route de Salmchâteau [en bas] vers Vielsalm).

Le grand escarpement à gauche de l'image est appelé « Le Coreux ».

Des galeries de recherche ont été percées également sur la rive droite de la Salm mais les couches de coticule y sont moins puissantes et moins régulières et ne se prêtent guère à l'exploitation.

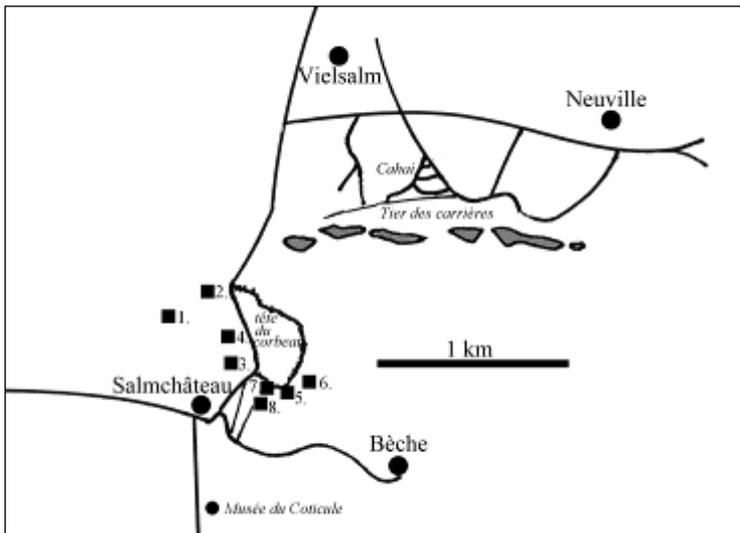
Enfin, sur la rive droite de la Salm se trouve aussi un petit indice de minerai de cuivre (« *le gisement de cuivre de Salmchâteau* ») qui a été travaillé à différentes reprises mais sans succès.

Comme partout dans la région, les vieux sites carriers abandonnés ont été rapidement recolonisés par la végétation. Là où le terrain s'y prêtait, des épicéas ont été plantés, rendant les observations difficiles.

Les exploitations souterraines, quant à elles, ne sont généralement plus accessibles car effondrées sauf quelques petites galeries sur la rive droite de la Salm et bien sûr, sur la rive gauche, l'exploitation « Offergeld » (« Old Rock »).

Sur la rive gauche, beaucoup d'affleurements sont interdits d'accès (propriétés privées, propriétés du chemin de Fer). Sur la rive droite, beaucoup d'endroits jouissent depuis peu d'un statut de protection (« réserve naturelle » ou « site classé [monuments et sites] ») et d'autres vont l'obtenir très prochainement.

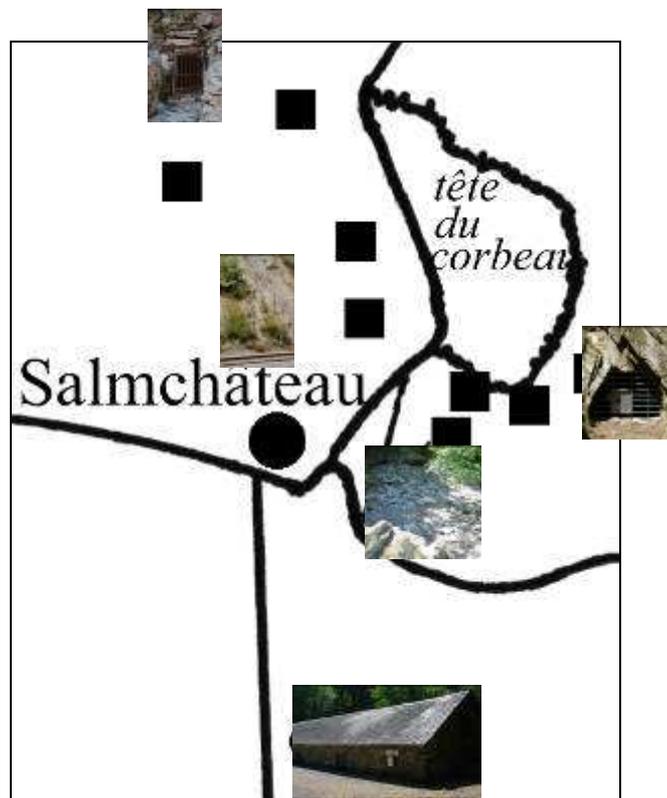
B) Localisation et description des principaux gisements.



Les gisements de Salmchâteau.

Sur une petite étendue, on peut rencontrer à Salmchâteau un grand nombre d'associations minérales originales que nous pouvons répartir comme suit :

- ❑ B.1. Ardoisières et exploitations de coticule de la rive gauche de la Salm (N°1-2)
- ❑ B.2. Les veines de quartz à ardennite (N°3)
- ❑ B.3. Les phyllades à kanonaite (N°4)
- ❑ B.4. Recherches de coticule de la rive droite de la Salm (N°5-7)
- ❑ B.5. Le gisement de cuivre (N°8)



Contrairement à ce que l'on pourrait croire, les coupes géologiques des deux versants de la vallée ne correspondent pas. Pour en rendre compte, certains géologues imaginent l'existence d'une faille dans l'axe de la Salm

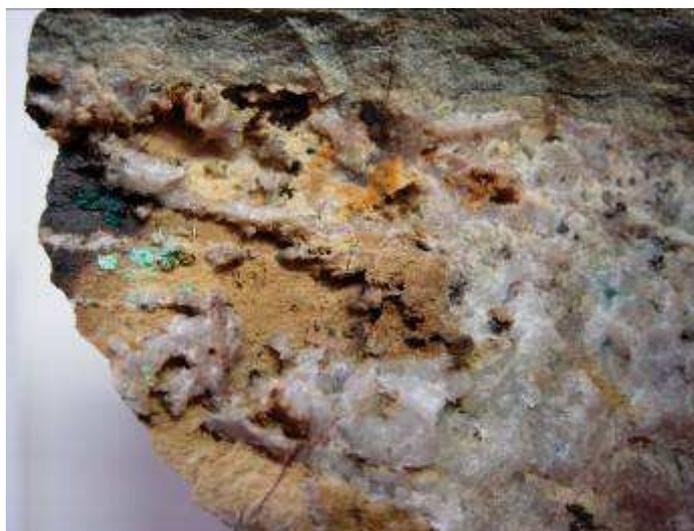
B.1. Ardoisières et exploitations de coticule de la rive gauche de la Salm (Sm2)(N°1-2)

Natifs	Sulfures	Halogénures	Oxydes	Carbonates	Sulfates	Phosphates	Silicates
-	Chalcocite Chalcopyrite Djurleite Pyrite	Connellite	Cuprite Delafossite Hematite Quartz Rutile OxMn ?	Malachite Rhodocrosite Siderite	Brochantite Langite	Fluorapatite Florencite-Ce Libethenite Pseudomalachite Torbernite	Andalousite Clinocllore Spessartine

Minéraux des pseudocoticules de la rive gauche de la Salm à Salmchâteau. (23 espèces)



1. Le coticule extrait de la carrière « Old Rock » est considéré comme un des meilleurs de la région. (Echantillon de 20 cm)



2

[2] : Petite mouche de pseudomalachite sur cresse (3 cm). (Affleurement de cresse le long de la petite route longeant le chemin de fer. Il est rare d'observer de la pseudomalachite sur une cresse. Ce n'est que là où les venues de cuivre étaient suffisantes qu'on peut l'observer. Et ce n'est le cas que dans la partie la plus occidentale du thier de Cahay (cresse de TCVN-6) et ici de l'autre côté de la Salm.

Toutes ces exploitations de coticule sont localisées dans le Salmien moyen Sm2.

1) Thier du Mont

De nombreuses exploitations de coticule et d'ardoises ont été réalisées sur le sommet de la colline par puits et galeries. Ces anciennes exploitations sont très dangereuses et ne sont donc plus guère accessibles.

2) Ancienne exploitation de coticule « Offergeld » (« Old Rock »)

Le début de l'exploitation s'est réalisé à partir d'un puits (encore visible) sur le sommet de la colline. Plus tard, une communication plus pratique a été réalisée par une galerie de l'ancienne ardoisière du Coreux (Corin, 1968). Cette exploitation souterraine ayant cessé ses activités dans les années 80 a encore fait l'objet de quelques recherches il y a peu par le dernier exploitant de coticule : « Ardennes-coticule » [www.ardennes-coticule.com]. L'exploitation est fermée aujourd'hui par une porte et n'est donc plus accessible. (photo)



Dans le couloir conduisant aux veines de coticule, on peut observer quelques veines centimétriques de pseudocoticule piquetées de plages vertes de malachite trahissant ainsi les sulfures de cuivre qu'elle contient. Pour être complet, signalons la présence dans une galerie latérale conduisant aux chambres effondrées de l'ardoisière du Coreux d'imprégnations de cuivre dans un filonnet de quartz ainsi que dans les phyllades. Cet affleurement est médiocre. Hatert (1996) y a reconnu de la digénite et de la pyrite abondante ainsi qu'un peu de bornite, de covelline et de chalcopryrite. Cette minéralogie ressemble beaucoup au cortège classique des minéraux observés dans les filons de quartz minéralisés en cuivre se trouvant à Vielsalm sur l'autre versant de la Salm.

1

[1] : Accès à l'exploitation Old Rock remis en état par Ardennes-Coticule il y a quelques

années



2



3

[2] : Grande descenderie peu après l'entrée. [3] : Une galerie. Remarquez la présence de rails au sol, d'un tuyau en fer sur la droite qui amenait l'air comprimé. Pour économiser la place, les déchets étaient souvent soigneusement empilés le long des parois.



4



5

[4] : galerie ; [5] : Affleurement de coticule

Les belles photos [2] [3] [4] et [5] sont de Vincent Duseigne et je le remercie de m'avoir permis de les reproduire.

2bis) Pseudocoticule à malachite le long du chemin entre Salmchâteau et Vielsalm ; (Fourmarier, 1940) Plusieurs couches centimétriques très redressées de pseudocoticule affleurent le long du petit chemin à circulation locale, à quelques mètres au sud du viaduc qui enjambe la voie ferrée. Fourmarier (1940) y avait déjà repéré de la malachite, ce que l'on voit directement du fait des taches et enduits verts très visibles.

La minéralogie est fort comparable à celle observée dans l'exploitation souterraine « Old Rock » si ce n'est que les sulfures y sont généralement plus oxydés.

B.2. Les veines de quartz à ardennite (Sm2)(N°3)

Natifs	Sulfures	Oxydes	Carbonates	Sulfates	Phosphates	Silicates
		Goethite Hematite Lithiophorite Quartz OxMn ?	Rhodocrosite Siderite		Fluorapatite	Albite Alurgite Ardennite Biotite Clinocllore Fuchsite Kaolinite Muscovite Paragonite Spessartine

Minéraux des veines de quartz à ardennite de Salmchâteau (17 espèces)



1



2



3

Ardennite de Salmchâteau. [1] : 7 cm / [2] : 5 cm / [3] : 4 cm.



4



5

« Fuchsite »[4] (6 cm) et albite rose[5] (6 cm) de Salmchâteau.

3) Filons de quartz à Ardennite

Plusieurs occurrences d'ardennite (anciennement appelée « dewalquite ») ont été signalées dans le Salmien moyen Sm2 au Nord-Ouest de Salmchâteau. Pour être complet, nous signalons les six gisements de quartz à ardennite recensés dans la littérature.

Pour l'ardennite de Salmchâteau, Pasero et al (1994) signalent les deux associations suivantes :

- quartz, fluorapatite, albite
- quartz, muscovite, clinocllore, hématite, spessartine, paragonite, rhodocrosite, albite

a) 30 mètres au-dessus de la voie de chemin de fer, (Cesàro et Abraham, 1909)

« A une trentaine de mètre au-dessus de la voie ferrée, à proximité de l'extrémité Nord du viaduc, se trouve l'ancien gisement dont l'affleurement du filon n'est plus visible aujourd'hui. L'ardennite y est brune et le quartz translucide. »

Des petits échantillons de quartz avec mouchetures d'ardennite peuvent encore s'y trouver dans un quartz grisâtre.

b) Dans une recherche pour coticule, (Cesàro et Abraham, 1909)

Un peu plus haut que le gisement précédent et vers l'ouest, Cesàro et Abraham signalent dans une recherche pour coticule quelques filons de quartz à l'entrée de la galerie dont un de deux à trois centimètres de puissance contenant des cristaux microscopiques d'ardennite. Des cristaux parfaits ont pu être extraits par dissolution du quartz. Cette occurrence n'est plus localisable aujourd'hui.

c) Près du château de Salm, (Cesàro et Abraham, 1909)

Cet affleurement est aujourd'hui rebouché et est strictement interdit d'accès.



Voici la description donnée par Cesàro et Abraham, (1909) : *« Près de la porte d'entrée du vieux château, se trouvait il y a une vingtaine d'années, dans le talus de la route, un volumineux filon de quartz blanc, plus laiteux que celui au-dessus des voies du chemin de fer dans lequel l'ardennite y était plus jaune. »*

Voici la description qu'en donne Corin (1968) : *« A une trentaine de mètres avant d'atteindre la porte du vieux château, on peut voir dans le fossé Nord de la route des filons de quartz à ardennite dont l'un est épais de 30 cm et contient, en outre, aux épontes, de l'hématite et du feldspath. »*

La villa-château (photo prise du cimetière de

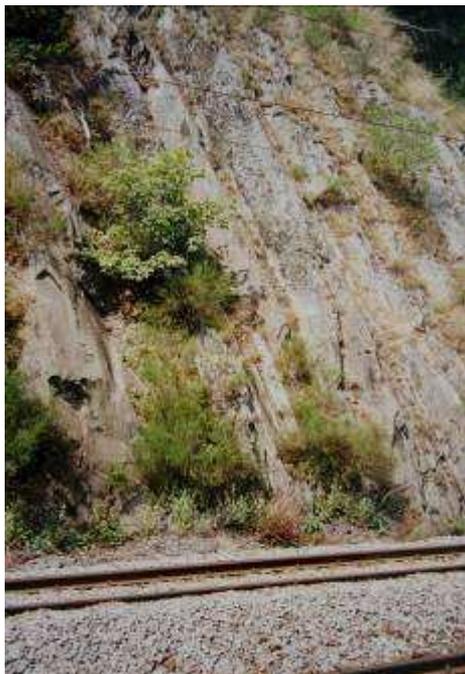
Salmchâteau)

d) Près d'une exploitation de coticule, (Cesàro et Abraham, 1909)

Un gros bloc de quartz à ardennite a été trouvé dans la première carrière à coticule en venant de Vielsalm. On ne voit plus rien aujourd'hui. Faisons simplement remarquer que près d'une galerie effondrée (galerie Gustave Jacques), nous avons pu récolter un microscopique échantillon. S'agit-il de la galerie renseignée par Cesàro et Abraham ?

e) Le long du chemin de fer près du viaduc, (Corin, 1927) (Corin, 1968)

Cette occurrence a été découverte suite aux travaux d'élargissement de la plate-forme de la voie ferrée réalisée dans le premier quart du 20^{ième} siècle. Ils ont permis la découverte d'un nouveau gîte d'ardennite. (Corin, 1927)



Rappelons que l'accès le long des voies du chemin de fer est **strictement interdit**. Voici la description qu'en donne Corin (1968) :

« Directement au Nord du viaduc, le long des voies du chemin de fer, on voit des roches rougeâtres dont les cavités sont remplies d'une poussière noirâtre d'oxyde de manganèse. Dans la roche fraîche, on trouve de la rhodocrosite. »

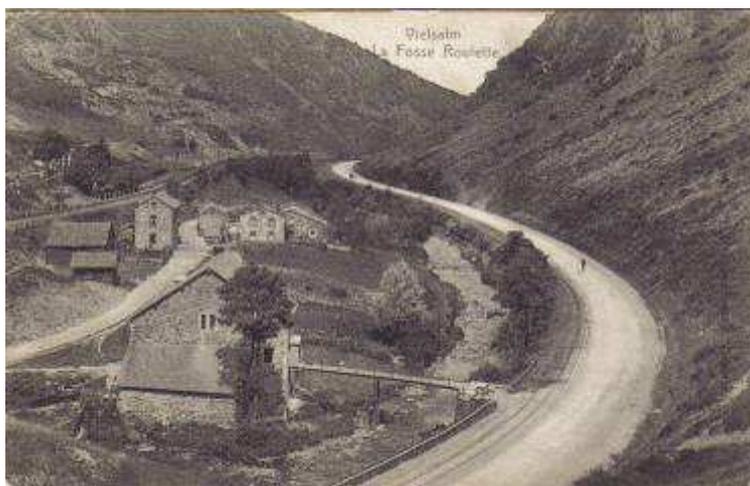
« A 30 mètres au Nord du viaduc se trouvent quatre veines de quartz presque verticales. Le premier, épais de 2 à 3 cm contient surtout de l'albite rose et des oxydes de manganèse. Le deuxième ne renferme que des oxydes de manganèse. Le troisième filon est épais de 5 à 10 cm et contenait à sa base une poche d'ardennite ; le phyllade à son contact était durci et imprégné d'ardennite et de biotite ; les grenats y sont gros et bien formés ; à 2 m de hauteur, on y trouve surtout de l'albite rosée. Le quatrième filon contient surtout du clinocllore fibreux et un mica. »

Vue sur les veines de quartz le long des voies ferrées.

f) Dans le lit de la Salm, (Corin, 1928)

Lorsque la Salm est en étiage, un affleurement de quartz s'étend sur plus de 2m de largeur et près de 10 m de longueur à une soixantaine de mètres au nord du viaduc. Il est très irrégulier mais Corin précise que les échantillons d'ardennite qu'il a collectés sont dans un état de fraîcheur remarquable. Il est encore possible de récolter

quelques blocs de quartz isolés avec ardennite.



Carte postale, début du XXe siècle (collection S. Puccio)
(Route de Salmchâteau [en bas] vers Vielsalm).

*La fabrique de pierre à rasoir et sa passerelle n'existent plus.
Le gisement à ardennite signalé par Corin se trouve dans le lit de la Salm
une centaine de mètres plus au sud de la passerelle.*

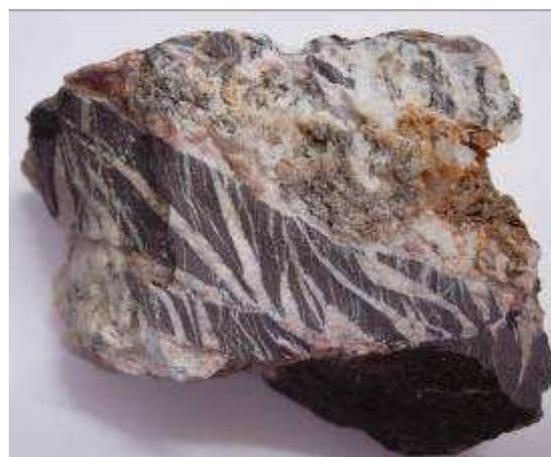
B.3. Les phyllades à kanonaite (viridine) (Sm2). (N°4)

Natifs	Sulfures	Oxydes	Carbonates	Sulfates	Phosphates	Silicates
		Braunite Gahnite Hollandite Manganite Pyrolusite Quartz Rutile Strontiomelane			Fluorapatite ?	Albite (Amesite) Clinocllore Kanonaite Kaolinite Muscovite Paragonite Piemontite Stavelotite

Minéraux des phyllades à kanonaite de Salmchâteau (16 espèces)



Kanonaite et alurgite, gisement à kanonaite. ([1] : 4 cm / [2] : 4 cm)



[3] : Pyrolusite, gisement à kanonaite (5 cm). Un échantillon de ce type a été analysé par diffraction des RX.

[4] : Quartzophyllade caractéristique du gisement, avec alurgite et pyrolusite. ((6 cm)

4) Gisement à « kanonaite » de Salmchâteau.

Longtemps appelés « phyllades à viridine », ce gisement consiste en un affleurement de gros rochers du Salmien moyen (Sm2) affleurant le long du chemin à la sortie de Salmchâteau au lieu-dit « Le Coreux ».

Cette roche violette très sombre et extrêmement dure contient de nombreux porphyroblastes millimétriques vert émeraude. Ce minéral initialement appelé « viridine » a été rebaptisé aujourd'hui « kanonaite ».

Des oxydes de manganèse primaires (braunite, hollandite, strontiomélane) se trouvent inclus dans la roche ainsi que dans des petites veines de quartz.

Un nouveau silicate de manganèse et de terres rares vient d'y être découvert (2005): la stavelotite mais la publication n'est pas encore sortie.

B.4. Recherches de coticule de la rive droite de la Salm au Sart Close (Sm2) (N°5-7)

Natifs	Sulfures	Oxydes	Carbonates	Sulfates	Phosphates	Silicates
Or	Covelline	Anatase Hematite Quartz Rutile	Malachite	Gypse	Cacoxenite Crandallite Florencite-Ce Fluorapatite Libethenite Monazite-Ce Pseudomalachite Torbernite Turquoise Wavellite Xenotime-Y	Andalousite Clinocllore Davreuxite Dickite Muscovite Pyrophyllite Sudoite

Minéraux des veines de quartz de la rive droite de la Salm à Salmchâteau. (26 espèces)



Quartz améthyste (gisement à florencite).

[1] : quartz blanc injecté de veines violacées. Ces quartz, parfois rouges sont assez fréquents dans le massif de Stavelot. (9 cm) - [2] : Gros cristal de quartz trouvé cassé en deux parties (et recollé). Des petites boules de turquoise s'étaient déposées sur le sommet de la partie blanche, témoignant d'une cassure naturelle ancienne. (6 cm)



Turquoise [3] et florencite [4] (gisement à florencite).

[3] : turquoise grenue mêlée de dickite blanche (4cm) – [4] : florencite assez caractéristique du gisement. Cristal assez plat parcouru de fissures perpendiculairement à son allongement. [4 cm]

Toutes ces recherches ont été réalisées sur le versant Est de la colline à la sortie de Salmchâteau vers Vielsalm, dans les couches du Salmien moyen (Sm2). Toute cette zone au Sud du « bec du corbeau » est dénommée : « Le Sart Close ». Les paragenèses rencontrées appartiennent essentiellement à celle des coticule et quartz à phosphates d'aluminium.

5) Gisement à florencite, (Hanson,1983)

Un affleurement rocheux, objet anciennement de recherches pour coticule, montre une veine de quartz de plus de 30 cm d'épaisseur. Près des épontes, on peut observer des petits cristaux de florencite-Ce relativement nombreux ainsi que des poches remplies de cristaux d'ottrélite saupoudrés de dickite et de globules de turquoise. Le quartz renferme localement de belles fibres de davreuxite. Des cavités, dans les zones de contact avec le phyllade, renferment des cristaux de quartz améthyste pouvant dépasser 5 cm en longueur et 2 cm de largeur.

Une veine de quartz située dans une zone très perturbée est minéralisée en cuivre (malachite, libethenite) avec or natif. Cette occurrence dans cette paragenèse de coticule est certainement à rapprocher de celle des quartz roses observés dans le Salmien moyen (Sm2b) à Vielsalm.

Immédiatement plus haut, on observe également des tranchées réalisées pour la recherche du coticule dans lesquelles on peut observer des veines de quartz épaisses de plusieurs dizaines de centimètres et contenant de la wavellite.

On y a également trouvé un mica vert qualifié de « fuchsite » (variété verte de muscovite). Initialement ce minéral était appelé « pyrophyllite cuprifère » par de Koninck.



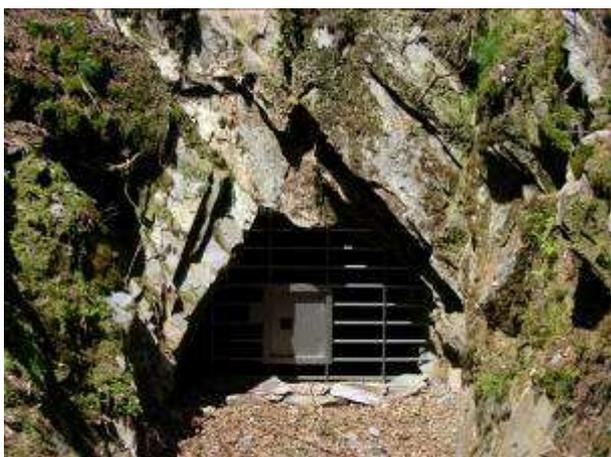
6) TCVS-1, (Caubergs, 1991) et TCVS-0

La cavité TCVS-1 ainsi dénommée par Caubergs « thier des carrières, versant Sud n°1 » se trouve tout au dessus de la colline et est difficile à localiser. De plus, elle semble reprise aujourd'hui dans la réserve naturelle dite de la « fosse-roulette ». Cette cavité consiste en deux petits travers-bancs (en Y peu après l'entrée) où l'on peut observer des phyllades et quartz minéralisés en wavellite et turquoise principalement, avec pyrophyllite. On observe également des petits cristaux de phosphates de terres rares (florencite-Ce, monazite-Ce et xenotime-Y). Cette galerie a été fermée en 2005. (photos).

TCVS-0 est une cavité non renseignée dans la littérature. Elle ne se trouve pourtant qu'à une cinquantaine de mètres de TCVS-1. Elle est noyée et je ne l'ai pas explorée.



[1] : Galerie TCVS-0. [2] : Vue à l'intérieur de la galerie TCVS-0, noyée à l'entrée



[3] : Galerie TCVS-1, fermée en 2005. [4] : Vue à l'intérieur de la galerie, à travers la grille.

7) TCVS-2 et TCVS-3, (Caubergs, 1991)

Ces deux galeries réalisées par Gomez vers 1930 (Corin, 1968) se trouvent l'une au-dessus de l'autre à une cinquantaine de mètres de dénivelé entre elles environ. TCVS-3, complètement effondrée, se trouve à une vingtaine de mètres au-dessus de la route à la sortie de Salmchâteau vers Vielsalm mais l'accès le plus simple se fait à partir du bas des haldes du filon de cuivre. Il suffit alors de suivre vers le Nord le sentier qui y mène après quelques deux cents mètres environ. A proximité, on peut parfois découvrir des blocs de quartz à davreuxite, hématite et pyrophyllite.

TCVS-2 est plus difficile à localiser. Cette cavité est toujours pénétrable mais est très dangereuse car des chambres noyées se trouvent creusées dans le couloir d'accès. On peut passer à côté mais il faut être très prudent. Au bout du couloir, on observe quelques ramifications qui s'arrêtent rapidement. Dans l'une d'elle, on peut observer des grosses poches à pyrophyllite.



Remarque :

Pour être complet, signalons également la présence de quelques blocs de quartz à davreuxite dans le lit de la Salm [photo ci-contre]. Ces blocs proviennent très certainement du Sart-Close d'où ils sont tombés. (Echantillon de 5 cm)

B.5. Le gisement de cuivre (appelé aussi « filon de Cuivre ») (N°8)

Natifs	Sulfures	Oxydes	Carbonates	Sulfates	Phosphates	Silicates
(Cuivre)	Anilite Bornite Chalcocite Chalcopyrite Covelline Digenite Djurleite Tellure Ag ?	Balyakinite Cuprite Delafossite Goethite Graemite ? Hematite Paratellurite Quartz Rutile Teinéite + oxMn	(Azurite) Malachite Siderite	Brochantite Chalcoalumite Langite Posnjakite	Fluorapatite Langite Libethenite Pseudomalachite	Beryl Chloritoïde Clinocllore Muscovite Spessartine

Minéraux du filon de cuivre de Salmchâteau (32 espèces)



1

2

Sulfures de cuivre en injection dans la roche. (filon de cuivre). [1] : 3 cm - [2] : 4 cm.

Par altération atmosphérique, on voit apparaître des plages vertes sur les fragments de phyllades. (photo 3)



3

4

Malachite (filon de cuivre).

[3] : efflorescences sur phyllade. Ces minéralisations sont récentes et se forment continuellement par altération atmosphérique des sulfures de cuivre. (6 cm) – [4] : malachite botryoïdale sur quartz. (4 cm)



5 Grenats spessartine (filon de cuivre). Ce minéral métamorphique y est assez commun. (4 cm)



6 Muscovite (filon de cuivre). (4 cm)



7

[7] : Des efflorescences jaune verdâtre trahissent des minéraux de tellure (paratellurite) qui sont parmi les plus intéressants du gisement. (6 cm)



8

[8] : Exceptionnel bloc de quartz minéralisé, filon de cuivre. Plus de 50 cm de longueur ! (Echantillon du musée du coticule de Salmchâteau)

8) Gisement de cuivre (dit « filon de cuivre »)

Des quartz et phyllades bien minéralisés affleurent dans une ancienne recherche pour cuivre à une centaine de mètres au Nord du cimetière. En 1871 déjà, de Koninck et Davreux signalaient que ces recherches pour cuivre étaient abandonnées. Plus tard néanmoins, en 1942-1943, durant la deuxième guerre mondiale, le gîte a été rafraîchi par un allemand. (du Ry et al., 1976)

Pour Fourmarier (1940), il s'agit d'un gîte d'imprégnation où le minerai de cuivre s'est infiltré dans les quartzophyllades en suivant les diaclases.

L'ensemble de ces roches est traversé par un système filonien métrique subvertical, dans lequel on peut distinguer des filonnets noirs (sulfures de cuivre) imprégnant le phyllade conformément à la schistosité soulignée par un important dépôt de malachite pulvérulente et des filons quartzeux à hématite contenant également des minéraux de tellure et des béryls. (du Ry et al., 1976)

Selon Hatert (1996), les sulfures de cuivre les plus abondants sont la digénite puis la covelline.

Krygier (1982) précise cependant que les minéraux de tellure n'ont été observés que dans un filon de quartz affleurant dans la fouille la plus élevée; par contre un ou deux mètres plus bas, se trouve un autre filon de quartz riche en malachite mais dans lequel aucune trace de tellure n'a pu être observée.

Les roches du filon de cuivre ont été particulièrement affectées par le métamorphisme.

On y observe en effet de nombreux minéraux phylliteux (chlorite, muscovite) et de nombreux grenats spessartine très bien développés. Ce métamorphisme et la présence de minéralisations riches en cuivre et en tellure en fait un gîte très complexe.



La position stratigraphique du gisement est sans doute du Salmien moyen (Sm2). La photo ci-contre montre-t-elle une veinule de cotecule ?

Si c'est le cas, les minéralisations typiques du salmien moyen ont été télescopées par des venues importantes de cuivre (et tellure,...).

A beaucoup d'égard, la minéralogie de ce gisement peut être rapprochée de celle des filons de quartz à chalcocite de Vielsalm, surtout de ceux de la carrière Georges Jacques qui, eux aussi, contiennent des minéralisations à tellure et se caractérisent par de belles minéralisations de pseudomalachite et libethenite. Toutefois, au filon de cuivre, les sulfures de cuivre ne sont généralement observés qu'en enduits dans les roches et non dans des veines de quartz comme c'est le cas à Vielsalm. De plus, ces sulfures sont le plus souvent des sulfures secondaires et non des sulfures primaires, comme dans les filons de Vielsalm mais cela est peut-être dû à un degré différent d'oxydation. L'origine du cuivre (et du tellure) est cependant identique pour tous ces filons et est vraisemblablement à rechercher dans le Salmien supérieur (Sm3) situé entre le thier des carrières de Vielsalm et le filon de cuivre de Salmchâteau.



C) Liste générale des minéraux recensés à Salmchâteau.

Natifs	Sulfures	Halogénures	Oxydes	Carbonates	Sulfates	Phosphates	Silicate
(Cuivre) Or	Anilite Bornite Chalcocite Chalcopyrite Covelline Digenite Djurleite Pyrite Tellure Ag ?	Connellite	Anatase Braunite Cuprite Delafossite Gahnite Goethite Hematite Hollandite Quartz Lithiophorite Manganite Nsutite Pyrolusite Rutile Paratellurite Strontiomelane Teinéite Tenorite ?	(Azurite) Malachite Rhodocrosite Siderite	Balyakinite Brochantite Chalcoalumite Gypse Langite Paratellurite Posnjakite Wroewolféite ?	Cacoxenite Crandallite Florencite-Ce Fluorapatite Langite Libethenite Monazite-Ce Pseudomalachite Torbernite Turquoise Wardite Wavellite Xenotime-Y	Albite Alurgite (Amesite) Andalousite Ardennite Biotite Beryl Chloritoïde Clinochlore Davreuxite Dickite Fuchsite Kaolinite Kanonaite Muscovite Paragonite Piemontite Pyrophyllite Spessartine Stavelotite Sudoite

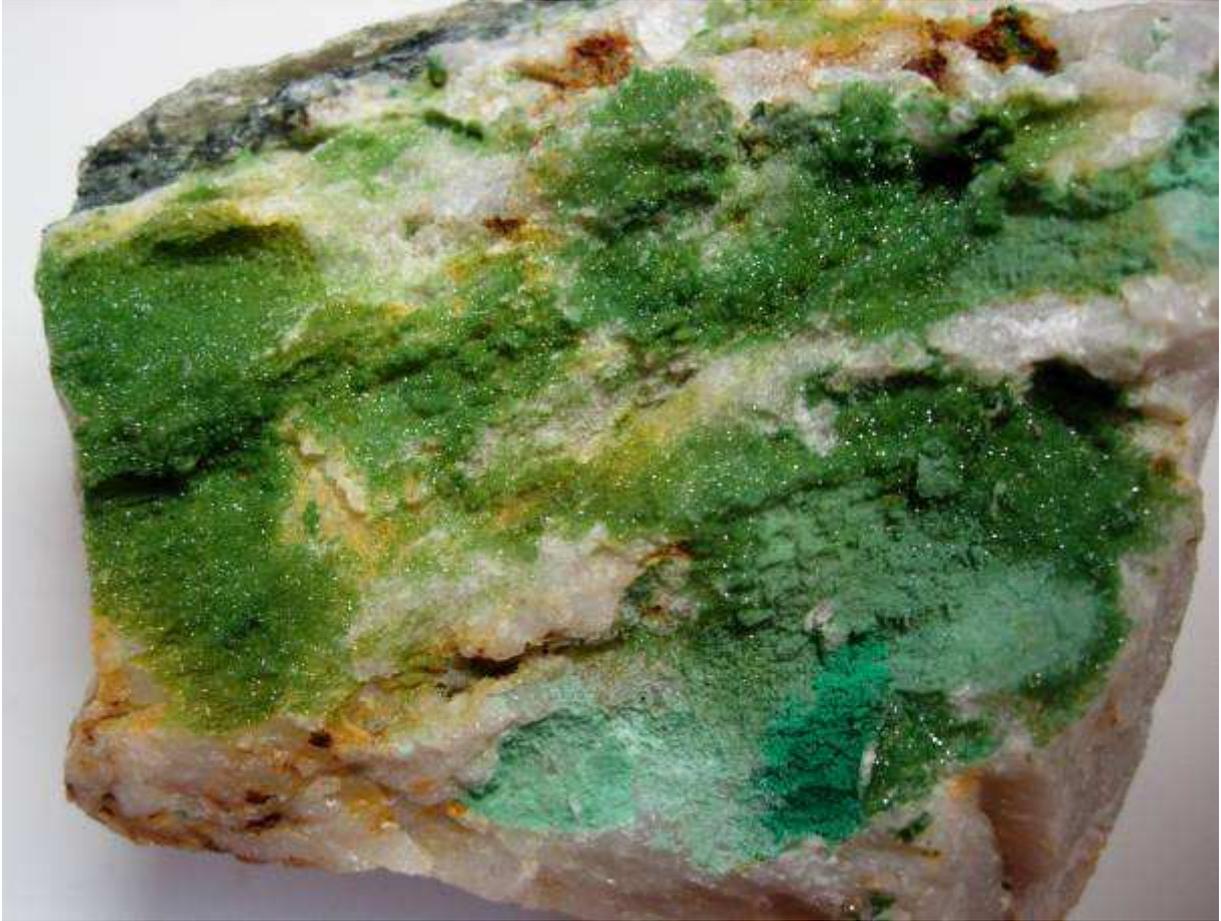
Les minéraux recensés dans le Salmien (Sm2) à Salmchâteau. (70 espèces)

A visiter absolument : Le musée du coticule



Ce musée est installé dans un ancien atelier de fabrication de pierres à rasoir (une magnifique bâtisse et un cadre merveilleux le long du Glain). Tout le matériel y est encore présent et en état de marche. Un aperçu de la géologie régionale est également fourni. L'accès le plus simple est sans doute celui à partir de la passerelle qui passe sur le Glain. A Salmchâteau, suivre la route de Gouvy et se garer le long de la route après quelques centaines de mètres.

Vielsalm



Libethenite, malachite et pseudomalachite

Gisements de Vielsalm

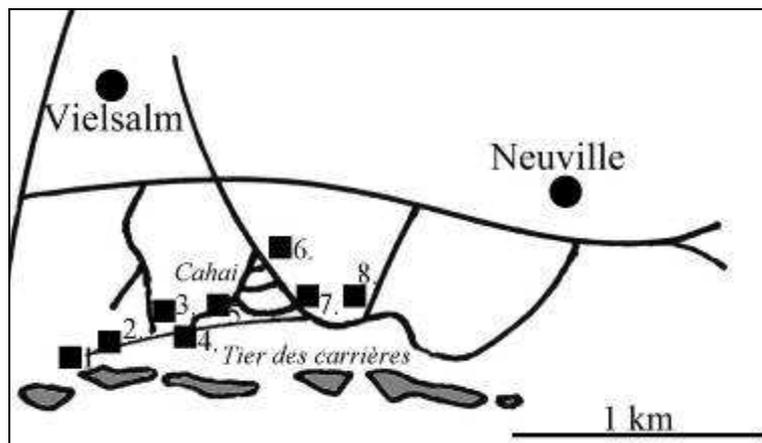
(Province de Luxembourg)

A.) Introduction

Avec plus de 70 espèces minérales recensées, la localité même de Vielsalm est sans nul doute la plus riche de Belgique du point de vue minéralogique. Cela est d'autant plus vrai si on considère le « grand Vielsalm » avec les

anciennes communes de Salmchâteau, Bihain, Ottré,...

A Vielsalm, les minéraux se trouvent principalement sur le site des vieilles ardoisières, au lieu-dit « *Thier des carrières* » [ou « *tier des carrières* »], juste au Sud de la cité « *Cahay* ». Ce site est fort étendu puisque, d'Ouest en Est, les anciennes exploitations se succèdent sur plus de 2 km. (figure ci-dessous)



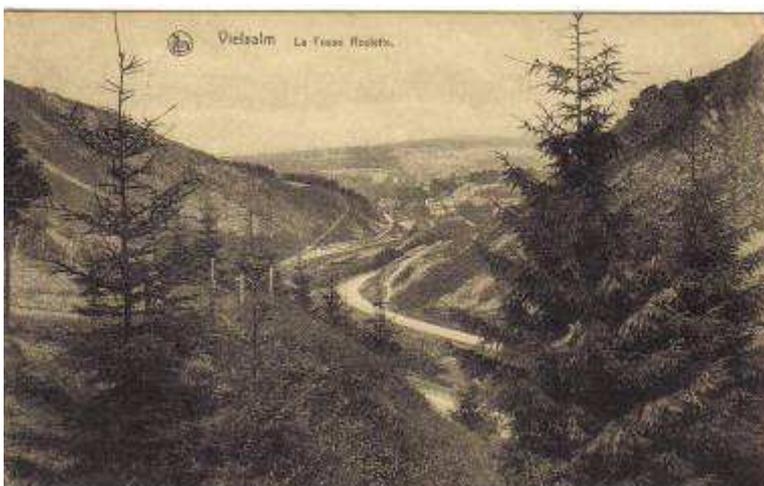
Ardoisières au tier (ou « thier ») des carrières de Vielsalm.

Les fosses de surface du XIX^e siècle sont au Sud en grisé.

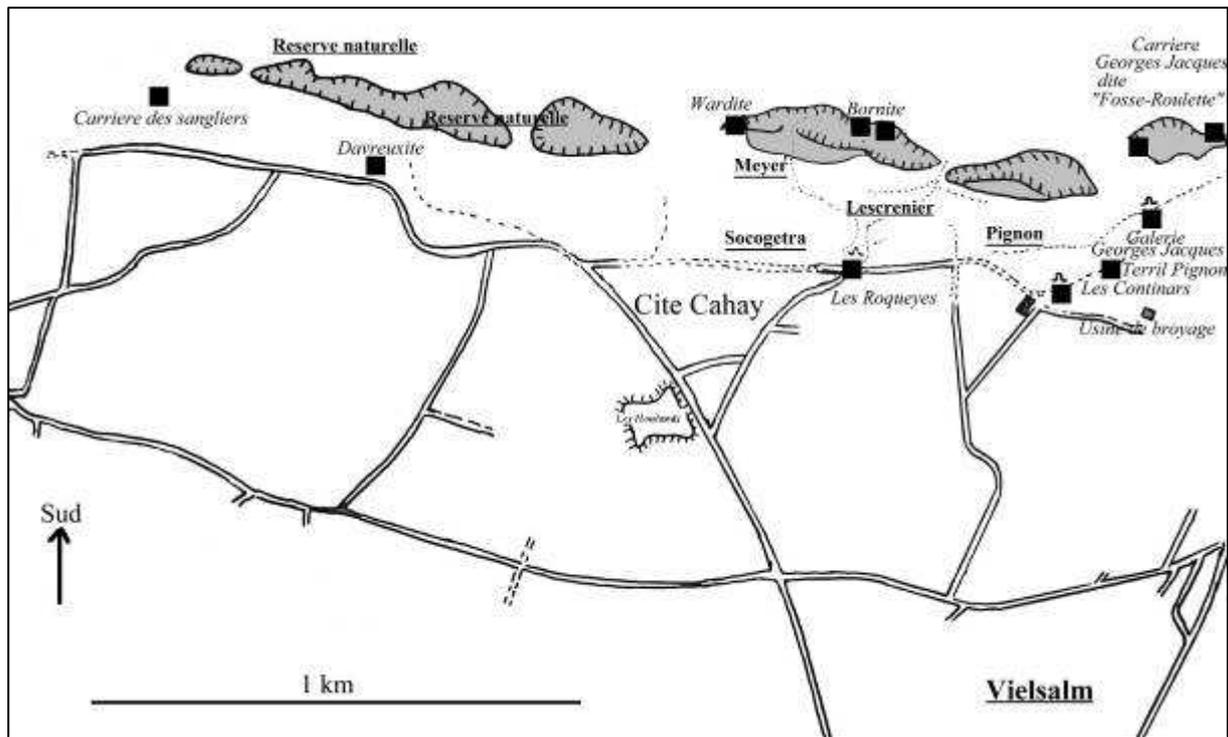
Les amorces des galeries souterraines du XX^e siècle sont plus au Nord et représentées par un carré noir. D'Ouest en Est, on rencontre successivement :

1. « Djôre-Djâques »,
2. « Continârs »,
3. « Joannesses »,
4. « Roquèyes »,
5. « Desmarets »,
6. « Houlands »,
7. « Cwèrbâs » (Corbeaux),
8. « Tchan-Matî » (Jean-Mathieu).

Les vestiges des exploitations 5, 6 et 7 ont à peu près complètement disparu avec les lotissements de Cahay. (D'après Glain et Salm, Haute Ardenne n°5 - Décembre 1976, modifié).

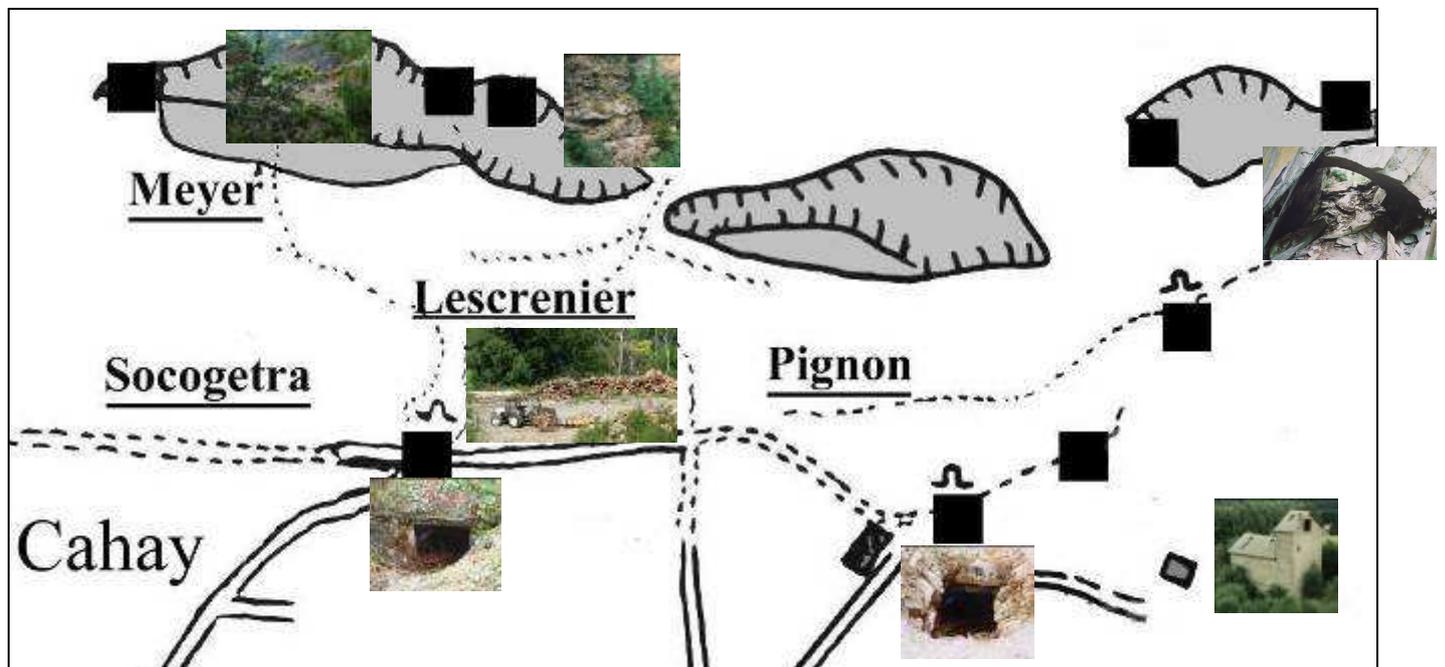


1. Carte du début XX^e siècle (collection S. Puccio)
Vue vers Salmchâteau



Ensemble des ardoisières au Thier de Cahay de Vielsalm.

Attention, le plan est orienté vers le Sud. Cette orientation peu conventionnelle choisie pour ce plan d'introduction est conforme à celle que le visiteur du site rencontrera car l'accès se fait par le Sud ; le Nord étant barré par l'énorme barre rocheuse du bec du corbeau. Dans les pages suivantes, les plans seront orientés avec le Nord conventionnel.



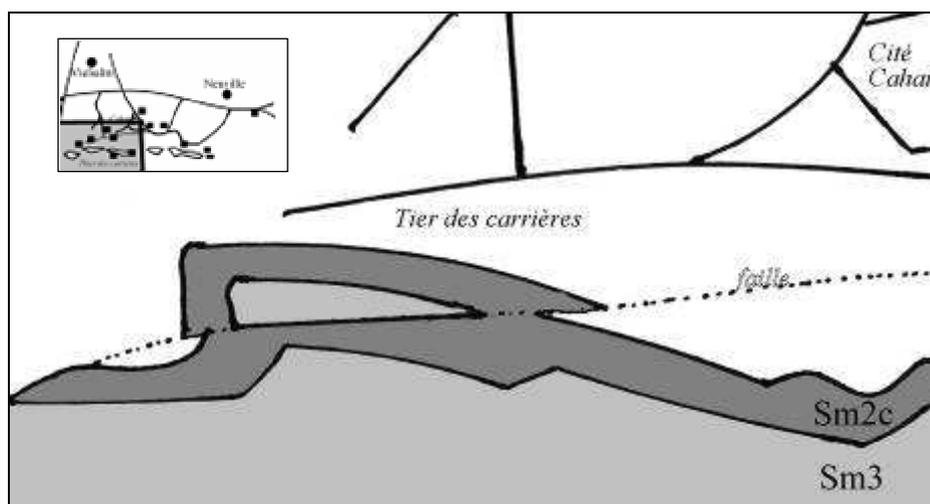
C'est essentiellement la partie Ouest (sur la droite du plan ci-dessus) qui a pu faire l'objet de recherches minéralogiques ces dernières années. Aujourd'hui, les restrictions sont plus nombreuses.

Le phyllade ardoisier anciennement exploité à Vielsalm forme les dernières couches du Salmien moyen (Sm2c). (tableau ci-dessous)

Salmien	Supérieur (Llanvirn ?)	Sm3b	Quartzophyllades noirs pyriteux
		Sm3a	Schistes gréseux verdâtres
	Moyen (Arenig ?)	Sm2c	Phyllades ardoisiers
		Sm2b	Phyllades à coticule et pseudocoticule
		Sm2a	Schistes violacés à rhodocrosite et schistes à grenats.
	Inférieur (Tremadoc)	Sm1c	Schistes à magnétite
		Sm1b	Quartzophyllades
Sm1a		vert bleu	

Couches géologiques observées au thier des carrières de Vielsalm et localisation stratigraphique des phyllades ardoisiers anciennement exploités. (d'après Theunissen, 1971)

Au thier des carrières de Vielsalm, ces phyllades ardoisiers forment un énorme panneau d'une trentaine de mètres de puissance orienté Est-ouest et ayant un pendage de 60 à 65° vers le Sud. Ces couches forment donc une structure synclinale d'axe Est-ouest, compliquée par la présence d'une faille qui répète les couches ardoisières dans la partie la plus occidentale en ménageant une boutonnière de Salmien supérieur Sm3 entre les deux bancs de phyllades ardoisiers. (figure ci-dessous)



Carte géologique de la partie Ouest du thier des carrières de Vielsalm (d'après Theunissen, 1971). La petite carte en médaillon permet de localiser les ardoisières de la partie Ouest du thier.

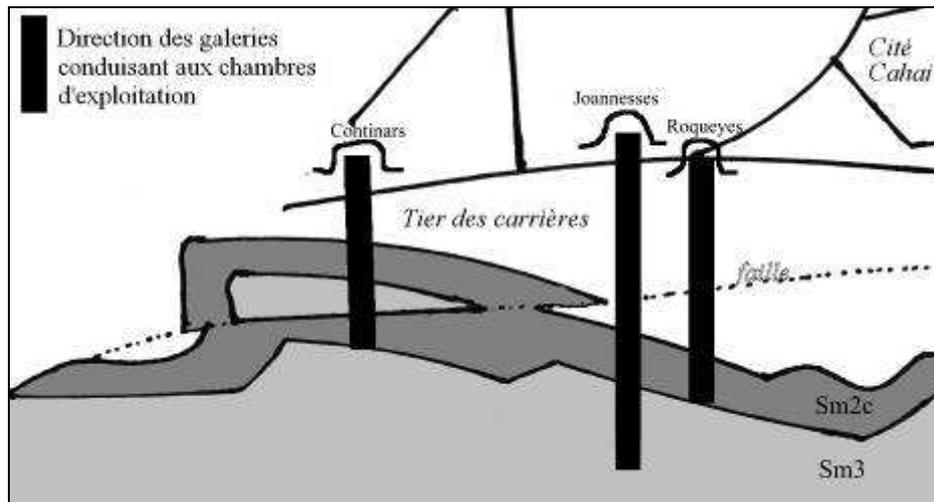
Les couches de phyllades ardoisiers (Sm2c) sont représentées en gris foncé. Grâce à la faille, les couches ardoisières sont doublées dans la partie la plus occidentale du thier des carrières et entre ces deux gisements d'ardoise (Sm2c), se trouve une « boutonnière » de Salmien supérieur (Sm3). Cette faille a certainement joué un rôle dans la formation des minéralisations cuivreuses observées au Nord des couches ardoisières de la partie Ouest du thier.



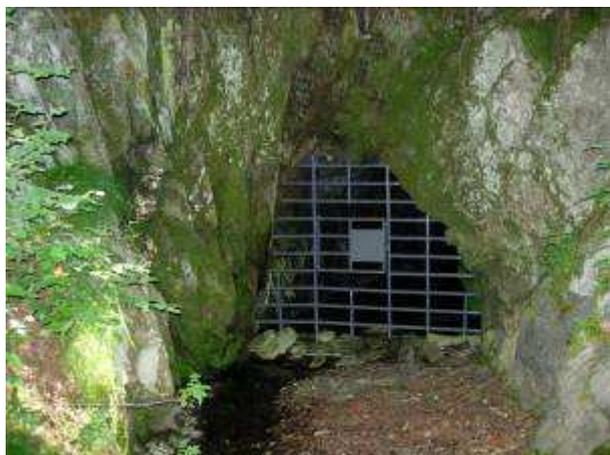
L'ardoise a été extraite à Vielsalm depuis très longtemps, vraisemblablement dès la fin du XV^e siècle, d'abord par des fosses de surface foncées à l'affleurement des couches en les suivant jusqu'à une soixantaine de mètres de profondeur. L'ardoise a été extraite de cette manière jusqu'à la fin du XIX^e siècle.

Carrière Georges Jacques, dite « fosse-roulette » : porche d'entrée

Plus tard, dès le début du XX^e siècle, l'ardoise a été extraite par galeries et chambres souterraines. La dernière ardoisière, trop durement concurrencée par les produits asbeste ciment (« eternit »), a définitivement fermé en 1968.



Fond géologique de surface de la partie Ouest du thier des carrières de Vielsalm. (d'après Theunissen, 1971) – Direction schématique des principales galeries conduisant aux chambres d'exploitation souterraines. D'Ouest en Est, on a porté sur le schéma les exploitations souterraines « Continârs », « Joannesses » et « Roqueyes ». L'entrée de l'exploitation « Joannesses » est éboulée mais les travaux souterrains sont encore accessibles par une communication souterraine avec les « Continârs ». [entrée malheureusement fermée en 2005] Plus à l'Ouest, mais non représenté sur ce schéma se trouvent encore plusieurs galeries de peu d'extension dont : « Djôre Djâques », « TCVN-5 » et « TCVN-6 »



Quelques entrées de galeries à Vielsalm. Ces galeries sont en voie d'être toutes fermées par des grilles solides. [1] : « Les Continârs » [avant sa fermeture] / [2] : « TCVN-5 » / [3] : « TCVN-6 » / [4] : « Roqueyes ».

B) Localisation et description des principaux gisements.

Seule la partie Ouest du thier, au Sud-Ouest de la cité Cahay, reste partiellement accessible aux recherches minéralogiques. Les parties Est et centrales sont, quant à elles, englobées dans la réserve naturelle dite du « Thier des carrières » [Voir annexe] ou jouissent d'une protection en tant que site classé par la commission des Monuments et Sites.

Notons enfin que le « *thier des carrières* » n'est accessible que par le Nord ; le Sud étant barré par l'imposante masse rocheuse de la « *tête du corbeau* », appelée aussi « *bec du corbeau* »

1. Les terrils de déchets.

Jusqu'il y a une dizaine d'années d'ici, il était relativement « facile » de collecter les minéraux puisqu'il suffisait de suivre les machines qui y récupéraient les déchets des ardoisières. Aujourd'hui cependant, ces exploitations cessent peu à peu, suite notamment à la raréfaction des terrils à exploiter et suite surtout aux difficultés croissantes qu'ont les exploitants de conserver ou renouveler leurs licences d'exploitation.



Récupération des déchets d'ardoisière dans la partie « Lescrenier »

D'Ouest en Est, les terrils sont (ou ont été) exploités par les entrepreneurs Pignon, Lescrenier, Meyer et, de manière plus modeste, par Mathieu ainsi que par la société Socogetra d'Awenne.

La récupération des déchets ardoisiers cesse peu à peu et, en beaucoup d'endroits, le site est en voie rapide de reboisement naturel. Localement, de nombreux petits plants de bouleaux sont déjà observés.

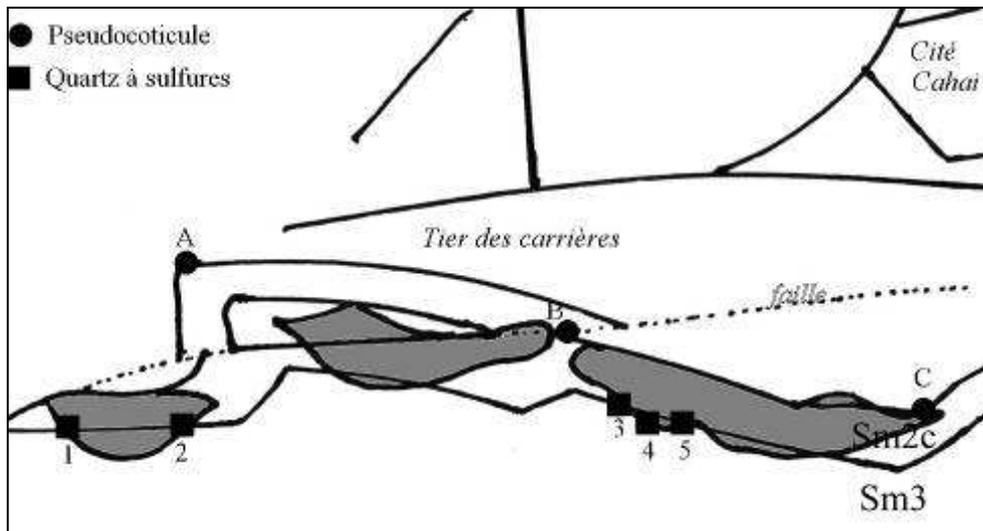
La partie « Lescrenier » est, quant à elle, partiellement reconvertie en « scierie ».

2. Les fosses de surface de la partie Ouest du thier des carrières de Vielsalm.

Les fosses de surface ont permis un grand nombre d'observations mais nombre d'entre-elles ne sont plus accessibles car englobées aujourd'hui dans la réserve naturelle ou classées comme « site » par la commission des « Monument et sites ».



[1] : Vue de la carrière depuis le 2^{ième} gisement à bornite ; [2] : Grandes veines de quartz boudiné au gisement à wardite



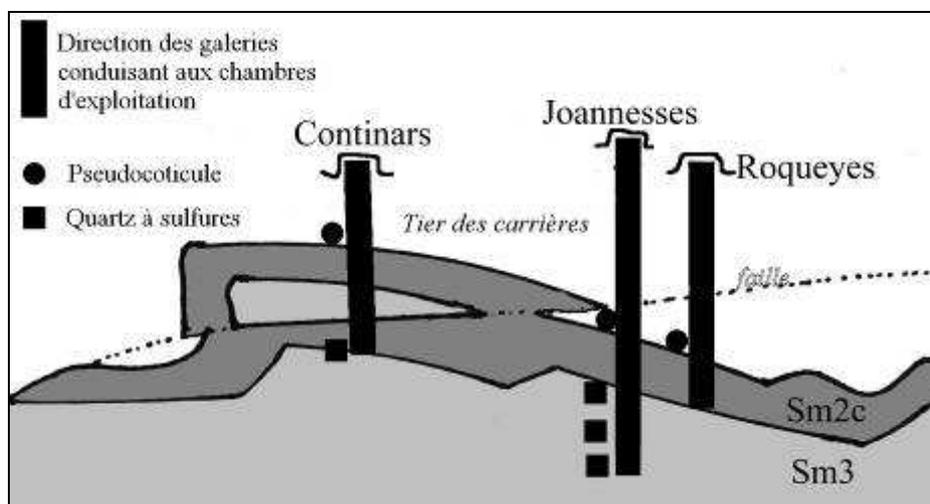
Fosses de surface de la partie Ouest du thier des carrières, sur fond géologique (d'après la carte géologique de Theunissen, 1971) avec localisation des principales zones minéralisées.

Les ronds noirs situent les pseudocotricules du Sm2b. A : Pseudocotricule de la galerie « Djôre-Djâques », B : Pseudocotricule de la galerie « Roquèves », C : Gisement à wardite (partie Est de la carrière Meyer).

Les carrés noirs situent les quartz et quartzophyllades à sulfures du Sm2c-Sm3. 1 : Filons de quartz à molybdenite et tellurobismuthite de la carrière « Georges Jacques », dite « Fosse-Roulette », 2 : Quartzophyllades pyriteux à rhodocrosite et arsénopyrite, 3 : Troisième filon à bornite, 4 : Deuxième filon de quartz à bornite, 5 : Premier filon quartz à bornite.

3. Les exploitations souterraines de la partie Ouest du thier des carrières de Vielsalm.

Jusqu'il y a peu, les galeries du thier des carrières étaient partiellement visitables malgré certains passages vraiment très dangereux. Aujourd'hui, une politique de fermeture de ces cavités fait que bientôt, plus aucune de ces cavités ne sera encore vraisemblablement accessible.



Principales exploitations souterraines de la partie occidentale du thier des carrières, sur fond géologique (d'après la carte géologique de Theunissen, 1971) avec localisation des principales zones minéralisées

Les différents gisements observés au thier des carrières sont répartis en 3 groupes :

- B.1. Les gisements du Salmien inférieur (Sm1 et Sm2a)
- B.2. Les gisements du Salmien moyen (Sm2b)
- B.3. Les gisements du Salmien supérieur (Sm3)

Le phyllade ardoisier (Sm2c), quant à lui, violet et très compact, ne renferme pas de minéraux s'exprimant de manière macroscopique. Il n'est cependant pas impossible qu'il ait été localement traversé par des veines de quartz à sulfures comme celles observées dans le Salmien supérieur. Les observations dans le Sm2c ne sont cependant plus possibles car tout a été évidé !

B.1. Les gisements du Salmien inférieur (Sm1 et Sm2a).

Natifs	Sulfures	Halogénures	Oxydes	Carbonates	Sulfates	Phosphates Arséniates	Silicates
	Pyrite		Cryptomelane Goethite Hematite Lithiophorite Magnetite Quartz Rutile		Gypse	Apatite	Clinochlore Chloritoïde Spessartine Tourmaline

Minéraux du salmien inférieur de Vielsalm (Sm1 et Sm2a). (14 espèces)

Le Salmien inférieur (Sm1 et sm2a) renferme des minéraux métamorphiques et des oxydes de manganèse. On observe notamment :

Des bancs de phyllade à pyrite, en gros cubes déformés et très oxydés. Ces cristaux ont fréquemment des dimensions centimétriques.



*Cristaux de pyrite dans phyllade verdâtre. (Entrée de la galerie « Continârs »
[1] : 6 cm / [2] : 6cm*

Des bancs de phyllades gris-verdâtres à petits cristaux de magnétite, de l'ordre de 200 µm soit disséminés, soit formant localement des petits joints millimétriques très denses.



*Phyllade gris à magnétite. (6 cm)
(entrée de la galerie « Joannesses » ; accessible par l'exploitation « Continars »)*

Des bancs de phyllades à veinules d'oxydes de manganèse observés parallèlement aux bancs de phyllades avec parfois des concrétions mamelonnées. Ces oxydes de manganèse sont bien souvent des mélanges dont la cryptomélane est généralement l'espèce majoritaire.



*Oxydes de manganèse en petites veines centimétriques ou d'aspect botryoïdal. (Entrée de la galerie « Roquèves »)
([4] : 7 cm / [5] : 5 cm)*

Des bancs de phyllades violacés à petits cristaux de spessartine bien formés et incolores ou arrondis et rougeâtres. Ces cristaux, innombrables, sont généralement très petits (200 μm).

Les affleurements des phyllades et quartzophyllades du Salmien inférieur ne sont plus observables en surface sur le site du thier des Carrières : c'est la zone des terrils de déchets. Par contre, ils le sont dans les premières dizaines de mètres des galeries tracées en travers-bancs.

Signalons également l'ancienne carrière de Neuville, à demi ensevelie sous la végétation où des petits déblais renferment des phyllades riches en spessartine et en magnétite parfois transformée en hématite ; c'est la variété appelée « martite ». La minéralogie de cette carrière a été décrite par Corin (1927).

B.2. Les gisements du Salmien moyen (Sm2b).

Natifs	Sulfures	Halogénures	Oxydes	Carbonates	Sulfates	Phosphates Arséniates	Silicates
Cuivre Or	Bornite Chalcocite Chalcopyrite Covellite Digenite Djurleite	Connellite	Anatase Cryptomelane Cuprite Delafossite Goethite Hematite Lithiophorite Pyrolusite Quartz Rutile	Malachite Rhodocrosite Siderite	Brochantite Langite	Cacoxenite Crandallite Florencite-Ce Fluorapatite Libethenite Pseudomalachite Torbernite (metatorbernite) Turquoise Wardite Wavellite Xenotime-Y	Andalousite Chloritoïde Clinochlore Davreuxite Kaolinite Muscovite Pyrophyllite Spessartine Sudoite ?

Minéraux du Salmien moyen Sm2b de Vielsalm (44 espèces)

Le Salmien moyen (Sm2b) est bien minéralisé et renferme notamment :

Les couches de pseudocoticule, appelées généralement « cresses » (Corin, 1927a). Il s'agit d'une roche de couleur rosée formant généralement quatre bancs peu épais (environ 5 cm) concordants aux phyllades et se trouvant à peu de distance des phyllades ardoisiers. Comme le coticule, c'est une roche riche en grenats spessartine mais avec une teneur en silice beaucoup plus importante ; elle est donc impropre à être utilisée comme pierre à rasoir. On pourrait dire qu'il s'agit d'un quartzite à spessartine. Perpendiculairement aux couches de pseudocoticule, se trouvent tous les dix ou vingt centimètres des veines de quartz de 4 ou 5 cm de large et d'autant en épaisseur puisqu'elles ne sortent pas (ou à peine) du pseudocoticule. De fort belles minéralisations se trouvent parfois dans ces petites veines de quartz dont notamment la turquoise et la torbernite. Dans des joints chloriteux (clinocllore) minuscules perpendiculaires à la couche de pseudocoticule et aux veines de quartz, on peut parfois observer des petites paillettes d'or. L'or et la torbernite, sans être vraiment abondants, sont des minéraux observés dans presque tous les affleurements de pseudocoticule et sont caractéristiques de cette paragenèse. La turquoise en petites boules verdâtres y est également très fréquente sauf dans la partie la plus occidentale du thier des carrières, là où les cresses ont été croisées par des filons de quartz chargés en cuivre. On observe alors des minéraux plus riches en cuivre.



1
Cresse sur phyllade. Galerie « Joannesse ». (échantillon de 20 cm)



2



3

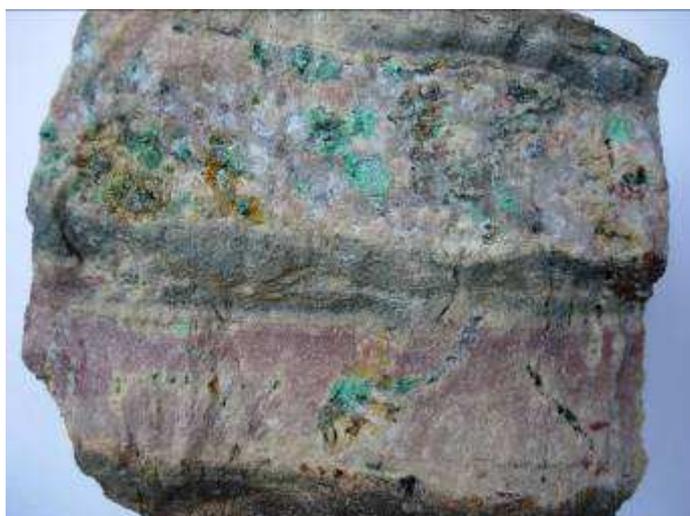
[2] : gros plan sur l'échantillon précédent. On observe bien les petites veines de quartz traversant la cresse rosée. [3] : Echantillon scié. On observe le débordement de la veine de quartz hors de la cresse. On remarque également un étranglement de la couche à cet endroit. Ces veines de quartz sont souvent bien minéralisées notamment en turquoise.



Si on clive les pseudocoticules parallèlement au plan de la photo 2, on peut quelquefois observer des parties plus grenues (photo 4) dans lesquelles se trouvent parfois de minuscules paillettes d'or. Il y en a une non visible à ce grossissement près de la flèche.

(Galerie les Roquèves) (5 cm)

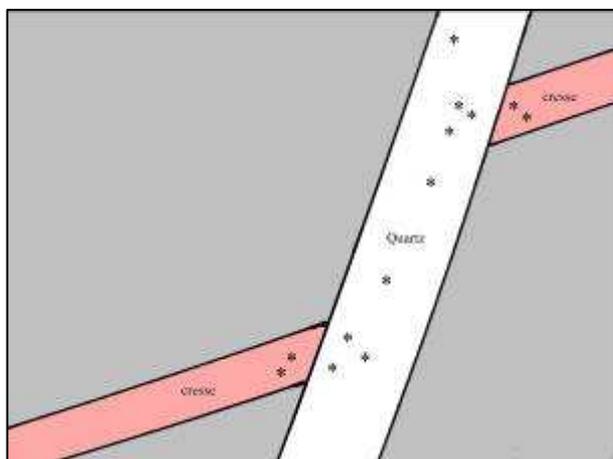
4



Dans la partie la plus occidentale, les cresses sont cuivreuses. (galerie « Continàrs ») (6 cm).

5

Les veines de quartz blanc ou rosé, minéralisées en phosphates de cuivre sont localement observées en place dans les environs immédiats des couches de pseudocoticule Sm2b. Ce sont des zones de croisement entre veines de quartz avec cuivre et couches de pseudocoticule. Ces endroits où les minéralogies se sont télescopées sont généralement richement minéralisés ; la libethenite et la malachite sont des minéraux fréquents de cette paragenèse. Le quartz rosé à malachite et or natif récolté par L.Rixhon il y a un peu plus de 20 ans sur le terril entre « Lescrenier » et « Meyer » provient sans doute également de cette paragenèse. Il doit en être de même de la zone à florencite de Salmchâteau où de l'or natif a été également trouvé dans un quartz bien minéralisé en cuivre au croisement d'une cresse.



*Veine de quartz décalant une couche de pseudocoticule.
Les zones de décalage sont souvent bien bien minéralisées.
(* : minéralisations)*

La cresse a été ici représentée de manière à être comparée à la photo ci-dessous.

Dans les gisements, la cresse est toujours concordante (parallèle) aux couches de phyllade ; ce qui n'est pas le cas des veines de quartz.



6

[6] : Cet échantillon montre une cresse piquetée de sulfures de cuivre décalée par une veine de quartz (sur la droite). (Galerie « Georges Jacques » ; partie occidentale du thier de Cahay) (7 cm)



7



8

Libethenite sur quartz. Echantillons trouvés en surface chez Lescrenier. ([7] : 6 cm / [8] : 5 cm)

Les veines de quartz à phosphates d'aluminium ne renferment aucun sulfure et se caractérisent par une minéralogie constituée de phosphates contenant tous de 20 à 25% en masse d'aluminium (Crandallite, turquoise, wardite, wavellite, florencite-Ce). Localement, l'hématite est abondante et peut même exceptionnellement former des masses de plusieurs kilos. Les oxydes (et hydroxydes) de manganèse sont également fréquents. Les zones de croisement entre veines de quartz [sans cuivre] et pseudocoticules sont généralement bien minéralisées en phosphates d'aluminium, notamment en turquoise.



Hématite (gisement à wardite) ([1] : 6 cm / [2] : 4 cm)

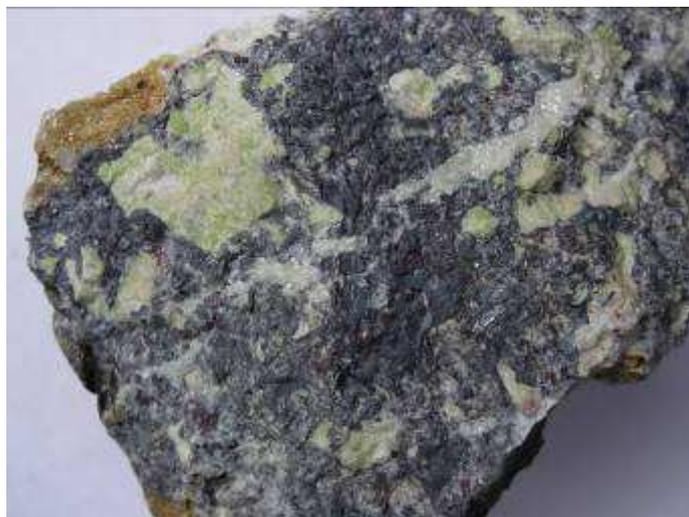


Turquoise (gisement à wardite). ([3] : 5 cm / [4] : 6 cm)



[5] : Wavellite (gisement à wardite) (4cm)

Les veines de quartz à andalousite sont minéralisées en andalousite souvent verdâtre (« viridine ») et parfois en davreuxite. L'andalousite se présente en rognons de taille parfois imposante. La florencite-Ce et le rutile y sont également observés. Cette paragenèse ne s'est malheureusement retrouvée que sur un terril (noté « davreuxite » sur le plan de la page 47). [Il semblerait cependant qu'elle ait été observée dans l'exploitation souterraine « Jean Mathieu », laquelle n'est accessible que par un puit d'une vingtaine de mètres de profondeur. (A. Hanson, comm. pers. 2003)]. Le terril où ont été observées ces minéralisations se trouve d'ailleurs à peu de distance de ce puits ; on peut dès lors supposer qu'elles viendraient de cette exploitation.



Andalousite verte avec pyrophyllite et hématite. (terril de surface) - ([1] : 5 cm / [2] : 5 cm)



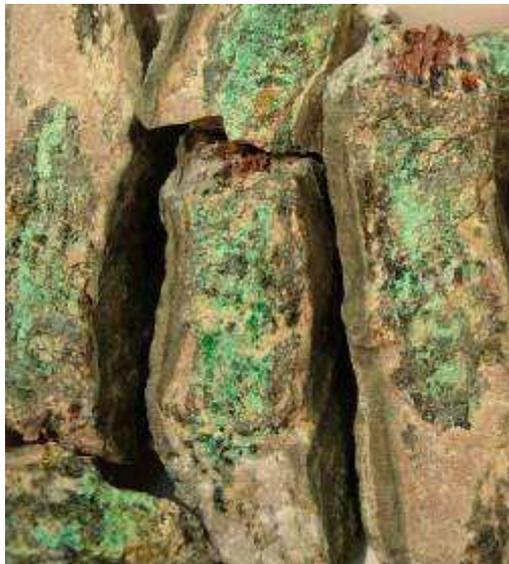
Andalousite verte largement transformée en pyrophyllite et en dickite. (Terril de surface) - La forme du cristal d'andalousite « séricitisée » est bien observée sur l'échantillon 4. - ([3] : 4 cm / [2] : 5 cm). Des petits noyaux violet foncé d'andalousite sont également observés sur l'échantillon 4.



Davreuxite [5] et hématite [6] - ([5] : 3 cm / [6] : 5 cm)

Les affleurements de Salmien moyen (Sm2b) sont observables tant en surface qu'en galeries, toujours au Nord des bancs ardoisiers exploités. Les couches de pseudocoticule sont observées partout à quelques mètres au Nord des bancs ardoisiers et, à leur voisinage, on observe sporadiquement des veines de quartz. Ces roches sont diversement minéralisées ; certaines zones l'étant très bien alors que d'autres sont particulièrement pauvres.

Les affleurements les plus à l'Ouest sont chargés de sulfures de cuivre (parfois transformés en malachite dans les zones les plus altérées) [2] et ne renferment pas de turquoise et c'est l'inverse pour ceux affleurant plus à l'Est. [1]



[1] : Cresse du filon à wardite (7 cm). Dans la partie orientale du thier de Cahay, les cresses ne sont pas cuivreuses ; [2] : Cresse minéralisée en malachite de la galerie « Continars » (partie occidentale). (échantillons de 6 cm de longueur)

Citons quelques affleurements intéressants. D'Ouest en Est :

1) Pseudocoticule de la galerie « Djôre-Djâques ». [appelée « mine sous-fosse Roulette » par Hatert (1996)]

Au plafond de la petite salle se trouvant à une quinzaine de mètres après l'entrée, on peut observer une couche de pseudocoticule particulièrement plissée et décalée par un quartz bien minéralisé en sulfures (djurléite/digénite/covellite). Le pseudocoticule à cet endroit est très grenu et contient de nombreuses mouchetures de sulfures de cuivre. Leur altération a produit de la malachite, de la brochantite et même un peu de connellite que l'on observe dans de très nombreuses petites cavités.

2) Pseudocoticule des galeries « Continars » et « Joannesses ».

L'affleurement de la galerie « continars » est localement bien minéralisé en malachite. Celui de la galerie Joannesse renferme un peu de cuprite mais elle est globalement moins chargée de cuivre.

3) Pseudocoticule de la galerie « Roquèves ».

Tout au fond de la galerie [l'accès aux chambres ardoisières n'est plus possible], on peut observer une belle couche de pseudocoticule extrêmement bien minéralisée. On y observe de la belle turquoise et des cristaux de torbernite dépassant 5 mm. Les autres minéraux reconnus sont, par ordre alphabétique : anatase, cuivre natif, cuprite, hématite, libethenite, pseudomalachite, malachite, rutile.

A quelques mètres plus au Nord se trouve un quartz avec oxydes de manganèse, muscovite et très petits cristaux de wardite.

4) Gisement à wardite (partie Est de la carrière Meyer).

C'est au voisinage du croisement entre une couche de pseudocoticule et d'un gros quartz que les minéraux les plus intéressants ont été observés. (Turquoise, crandallite, wavellite, wardite, florencite-Ce). Des oxydes de manganèse (lithiophorite) sont localement abondants. La couche de pseudocoticule à cet endroit ne renferme guère que quelques petits cristaux de torbernite et de la turquoise.

B.3. Le Salmien supérieur (Sm3).

Natifs	Sulfures-Tellurures	Halogénures	Oxydes	Carbonates	Sulfates Molybdates	Phosphates Arséniates	Silicates
Cuivre Soufre Tellure	Altaïte Arsenopyrite Bornite Chalcocite Chalcopyrite Cobaltite Covellite Digenite Djurleite Galène Idaïte Melonite Molybdenite Pyrargyrite Pyrite Pyrrhotite Sphalérite Telluro bismuthite Wittichenite	Connellite	Anatase Cryptomélane Cuprite Delafossite Goéthite Hématite Ilménite Lithiophorite Pyrolusite Quartz Rutile Teineïte	Cerussite Malachite Rhodocrosite Siderite	Brochantite Ferrimolybdite Gypse Langite Plumbojarosite Posnjakite Wulfénite	Cacoxénite Chalcophyllite Fluorapatite Libéthénite Miméte Olivénite Pharmaco siderite Pseudomalachite	Albite ?, orthoclase ? Chloritoïde Chrysocolle ? Clinochlore Ottrelite ? Spessartine

Minéraux du Salmien supérieur (Sm3) de Vielsalm (57 espèces)

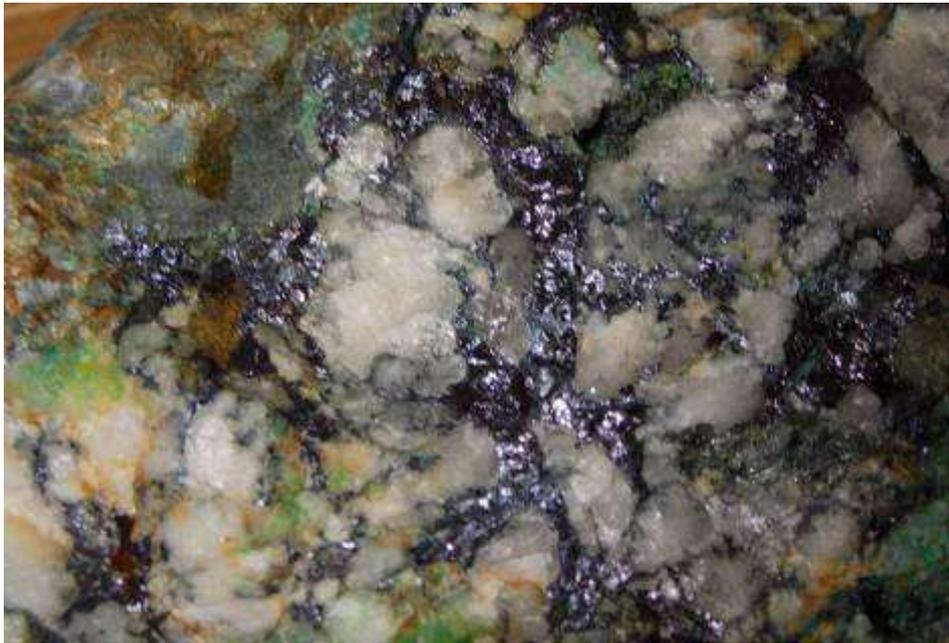
Localement, à l'arrière (Sud) de l'énorme panneau de phyllade ardoisier exploité, s'observent, au gré des exploitations, des roches parcourues de veines de quartz bien minéralisées en cuivre. Ces veines de quartz sont généralement logées dans les toutes dernières couches du Salmien moyen (Sm2c) et dans celles du Salmien supérieur (Sm3). On observe notamment :

Les veines de quartz à sulfures de cuivre minéralisées principalement en bornite et chalcocite mais renfermant également des inclusions microscopiques de tellure et de tellurures (Altaïte, mélonite et tellurobismuthite) et parfois aussi de la molybdénite. La malachite, les sulfates (langite, brochantite) et phosphates (pseudomalachite, libéthénite) riches en cuivre sont caractéristiques de cette paragenèse lorsqu'elle est soumise aux altérations météoriques. Les sulfures de cuivre s'observent en noyaux ou en digitations dans le quartz blanc. Parfois aussi, là où les veines de quartz se ferment, on observe des injections de sulfures dans les phyllades y formant ainsi des petites veines de quelques millimètres d'épaisseur. Notons cependant que ces filons ne sont que des petits indices et leur stock métallique est dérisoire. Leur extension est minime et leur puissance varie considérablement. Ils n'ont d'ailleurs jamais été exploités.



2

La bornite est un des sulfures de cuivre le mieux représenté. A gauche, échantillon du premier filon à bornite (4 cm). Cette bornite est déjà fort altérée et on observe déjà de la malachite ainsi que des oxydes brunâtres. A droite, la bornite n'est pas associée au quartz mais est posée sur le phyllade. Elle présente la belle couleur « gorge de pigeon » si caractéristique du minéral. Cet échantillon a été trouvé en surface chez « Pignon ». (4 cm)



3

[3] : Bornite du deuxième filon à bornite. (7 cm).- Les grosses masses sont rares ; la bornite se trouve plutôt en injection dans le quartz comme sur cet échantillon.

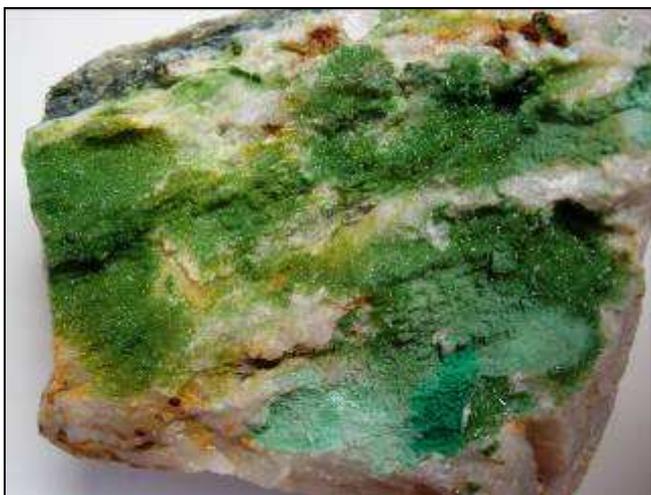


6



7

Par altération, les sulfures ont engendré de nombreux minéraux colorés dont la malachite. Les deux échantillons montrent de la malachite sur bornite. [6] : 1^{er} filon à bornite (8 cm) ; [7] : 2^{ème} filon à bornite (3 cm).



8



9

Les phosphates de cuivre (libethenite et pseudomalachite) se sont formés non loin des sulfures par contact des ions cuivre et des roches riches en apatite. [8] : libethenite et pseudomalachite du 1^{er} filon à bornite (6 cm) ; [9] : pseudomalachite du filon à tellurobismuthite de la carrière Georges Jacques « Fosse-Roulette ». (6 cm)

Les quartzophyllades gris noir à rhodocrosite, arsénopyrite et pyrite se caractérisent par des veines et veinules de quartz minéralisées en rhodocrosite, sidérite, pyrite, chalcopyrite et arsénopyrite avec mouchetures de galène et de sphalérite. L'association rhodocrosite-sidérite-pyrite-arsénopyrite-chalcopyrite est caractéristique de cette paragenèse.

Ces couches du Salmien supérieur sont éloignées des couches ardoisières exploitées et n'ont donc été travaillées que très localement, notamment dans les parties géologiquement complexes.

Signalons également l'observation sur un terril (Pignon) de blocs de cette paragenèse avec belles minéralisations d'arsénopyrite, rhodocrosite et sulfures de cuivre. Ce terril n'existe plus aujourd'hui.



1



2



3

Arsénopyrite trouvée dans le terril Pignon (aujourd'hui disparu). Remarquez la nature des roches tout à fait différente des autres phyllades. L'arsénopyrite est accompagnée de rhodocrosite relativement fraîche. Ce sont des blocs qui ont dû être retirés d'une galerie, sans doute de l'exploitation « Les continars » toute proche. ([1] : 8 cm / [2] : 4 cm / [3] : 7 cm). Remarquez également la taille des cristaux ! 1 cm² pour le cristal cassé de la photo 3 !



4



5

Association de bornite et de rhodocrosite. Echantillons trouvés en surface dans le terril Pignon. La rhodocrosite est en début d'altération. ([4] : 6 cm / [5] 6 cm)



6

[6] : Rhodocrosite dans une veine de quartz de l'ardoisière souterraine « Joannesses ». (7 cm)



7

[7] : Rhodocrosite, terril Pignon (5 cm)

Les affleurements du Salmien supérieur (Sm3) sont observables tant en surface qu'en galeries toujours au Sud des bancs ardoisiers exploités. Les minéralisations sont injectées dans les veines de quartz et forment parfois des petits noyaux au plus décimétriques.

Les zones les mieux minéralisées à l'affleurement sont, d'Ouest en est :

4) La galerie « TCVN-6 ».

Cette galerie de recherche, fermée en 2004 par une porte métallique très solide, se trouve le long de la route Salmchâteau-Vielsalm. A une centaine de mètres après l'entrée de la galerie, affleure un gros filon de quartz minéralisé de manière discontinue avec bornite en intercroissance avec chalcopryrite.

Une dizaine de mètres plus loin, la galerie recoupe un autre filon de quartz bien minéralisé en chalcocite dans lequel ont été observés de rares petits cristaux de bornite ainsi que des petits cristaux de chalcopryrite en forme de petites croix (« croisettes »). La cuprite est également observée.

5) La carrière « Georges Jacques », dite « Fosse-Roulette ».

Cette carrière, aujourd'hui classée par la commission des Monuments et Sites a permis d'observer, juste après le « porche » d'entrée, deux filons de quartz très redressés de quelques centimètres de puissance seulement mais particulièrement bien minéralisés. Celui de gauche est le plus mince et renferme localement de la molybdénite là où il est boudiné et où il se pince « en coin ». La molybdénite est assez mal cristallisée et laisse des empreintes de cristaux dans le quartz. C'est également dans une très petite collatérale de ce filon, d'un centimètre de puissance seulement que la tellurobismuthite, identifiée par Hatert (1996), s'est trouvée la plus abondante, en plages pouvant atteindre un demi centimètre. Le filon de droite, le plus gros des deux, renferme beaucoup de pseudomalachite et est parsemé lui aussi de minuscules plages de tellurobismuthite. Entre les deux filons se trouve un phyllade riche en spessartine et contenant de nombreuses petites plages de chalcocite et de bornite.

Par ailleurs, dans la partie Est, tout au fond de la carrière, se trouve un affleurement de quartzophyllades noirs pyriteux peu accessible au-dessus du gros éboulis. Des blocs tombés au pied de la paroi permettent d'observer la minéralisation. L'altération atmosphérique y est particulièrement importante (gypse, soufre, plumbojarosite) mais on peut néanmoins découvrir dans des diaclases ou dans des petits joints de quartz souvent inférieurs à un centimètre, de la pyrite abondante avec rhodocrosite, sidérite, arsénopyrite en petits cristaux, petites plages de pyrrhotine, de chalcopryrite ainsi que de galène (cette dernière parfois en petits cristaux inframillimétriques recouverts semble-t-il de cérusite) et sphalérite. La pharmacosidérite y est soupçonnée. Le gypse en petits cristaux est abondant. De la goethite fibreuse se forme en encroûtements sur les plages oxydées de sulfures de fer. La pyrolusite en petits cristaux y est également observée.

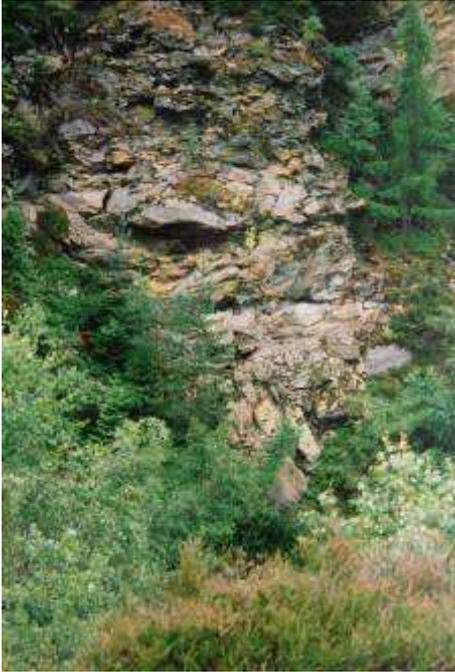
6) La galerie « Georges Jacques ».

Un quartz bien minéralisé en djurleite/digenite/covellite s'observe non loin d'une cresse. Cette zone de croisement a dû être très intéressante.

7) La galerie « Joannesses ».

Au fond de l'exploitation souterraine « Joannesses » [l'entrée de cette galerie est éboulée mais le réseau est accessible par l'exploitation « Continars »], derrière un lac profond d'une bonne vingtaine de mètres (Pignon, comm. pers. 2005) et marquant l'emplacement des chambres d'exploitation souterraines, se trouvent plusieurs veines de quartz avec rhodocrosite bien cristallisée et pyrite en petits cristaux. On y a également observé de l'apatite, du clinocllore, du rutile et de la sidérite. Michel Houssa (comm. pers.) y a également trouvé de l'arsénopyrite. A quelques mètres, un petit filonnet très oxydé renferme des cristaux de rhodocrosite et sidérite dont il ne reste plus que les enveloppes. On y observe également, par ordre alphabétique : bornite, brochantite, chalcocite, chalcopryrite, cuivre natif, cuprite, delafossite, fluorapatite, goethite et langite.

8) 2^{ième} filon de quartz à bornite.



Une vingtaine de mètres à l'Est du 1^{er} filon de quartz à bornite, se trouve un affleurement bien visible de quartz à bornite. La zone est cependant dangereuse et menace d'effondrement. Toute la paroi a manifestement déjà subi un effondrement de plus d'une dizaine de mètres et le tout n'est certainement stabilisé que momentanément. La bornite s'y voit en noyaux successifs dans un quartz très boudiné. Une riche minéralogie est associée à cette bornite. On y a remarqué des inclusions de tellurures (altaite), d'autres sulfures (cobaltite, molybdénite et wittichenite). Les minéraux d'oxydation sont variés. Outre les sulfures secondaires (covellite, digénite, idaïte), la malachite, les phosphates (libéthénite, pseudomalachite) et les sulfates (brochantite, langite), on y a également trouvé de la wulfénite en beaux petits cristaux blanchâtres à jaunâtres.

Rem : la numérotation des filons à bornite, reprise telle quelle dans le mémoire de Hatert (1996), a été faite selon l'ordre de découverte des affleurements.



Vue en place du filon de quartz à bornite. L'aspect boudiné est bien mis en évidence. La longueur photographiée est de l'ordre de 50 cm et la partie de droite montre un gros plan sur la partie boudinée centrale.

9) 1^{er} filon quartz à bornite.

A l'arrière de la fosse de surface se trouvant au Sud des terrils « Lescrenier », se trouvait, juste à la limite avec la carrière « Meyer », un filon de quartz bien minéralisé en bornite s'enfonçant sous la colline avec un pendage Sud. Des éboulements de la paroi rocheuse ont rendu son observation impossible et sa position n'est plus détectable aujourd'hui que par une petite fosse réalisée au pied de la paroi rocheuse. Cette bornite a fourni par oxydation des sulfures secondaires dont la digénite, la covellite et l'idaïte. On y a également observé la brochantite, la langite, la libéthénite en très beaux cristaux et quelques échantillons bien cristallisés de chalcophyllite trouvés par M. Gandon. [Gandon, comm.pers. 2004] Le meilleur de ces échantillons est aujourd'hui conservé dans les collections du Service de minéralogie de l'Université de Liège.

C) Liste générale des minéraux reconnus à Vielsalm.

<u>Natifs</u>	<u>Sulfures- Tellurures</u>	<u>Halogénures</u>	<u>Oxydes</u>	<u>Carbonates</u>	<u>Sulfates Molybdates</u>	<u>Phosphates Arséniates</u>	<u>Silicates</u>
Cuivre Or Soufre Tellure	Altaïte Arsenopyrite Bornite Chalcocite Chalcopyrite Cobaltite Covellite Digenite Djurleite Galène Idaïte Melonite Molybdenite Pyrargyrite Pyrite Pyrrhotite Sphalérite Tellurobismuthite Wittichenite	Connellite	Anatase Cryptomélane Cuprite Delafossite Gahnite ? Goéthite Hématite Ilménite Lithiophorite Magnétite Pyrolusite Quartz Rutile Teineite	Azurite ? Cerussite Malachite Rhodocrosite Sidérite	Brochantite Ferrimolybdite Gypse Langite Plumbojarosite Posnjakite Wulfénite	Cacoxénite Chalcopyllite Crandallite Florencite-Ce Fluorapatite Libethénite Miméte Olivénite Pharmacosidérite Pseudomalachite Torbernite et metatorbernite Turquoise Wardite Wavellite Xénotime-Y	Andalousite Chloritoïde s.s. Chrysocolle ? Clinocllore Davreuxite Dickite ? Kanoaïte ? Kaolinite Muscovite Orthoclase ? Ottrelite ? Paragonite Pyrophyllite Spessartine Sudoïte ? Tourmaline

Minéraux recensés dans le Salmien à Vielsalm. (73 espèces)

Le site des anciennes ardoisières de Cahay est exceptionnel car il a permis de trouver en place un grand nombre de minéraux mettant en évidence des paragenèses assez strictement limitées aux couches géologiques. Un échantillonnage sur terril seul n'aurait pas permis cette approche. Les galeries en travers-banc, grossièrement, d'orientation Nord-Sud réalisées jusqu'aux bancs de phyllades ardoisiers ont traversé toutes les couches du Salmien : du Salmien inférieur dans les premiers mètres des galeries au Salmien supérieur tout au fond des exploitations, derrière les couches ardoisières. Elles offrent donc des affleurements très complets.

Bien que complexe, la mise en place de ces paragenèses peut s'interpréter de la manière suivante :

- Les minéraux métamorphiques. Aux époques du cambrien terminal (Sm1) et de l'ordovicien (Sm2, Sm3), il y a environ 500 millions d'années, des dépôts sédimentaires riches en fer et en manganèse s'accumulent dans les mers qui recouvraient la région à ces époques. La diagenèse de ces sédiments forme dans un premier temps des roches sédimentaires avec localement de la pyrite. Plus tard, vraisemblablement au dévonien inférieur, il y a 400 millions d'années environ, ces roches sont soumises à un métamorphisme de type « bénin » provoquant leur recristallisation et l'apparition de nombreux petits cristaux de chloritoïde, spessartine et parfois magnétite souvent de taille inférieure au millimètre observables dans toutes les roches du Salmien de la région. Les roches sont plissées et déformées ; les cristaux prémétamorphiques, comme les cubes de pyrite, sont déformés et entourés de chlorite ; ils sont bien visibles à Vielsalm dans certains quartzophyllades du Salmien inférieur (Sm1 et Sm2a).

La paragenèse des pseudocoticles du Salmien moyen (Sm2b) se caractérise par des petits cristaux de torbernite (phosphate d'uranium) et des petites paillettes d'or natif. Ces deux minéraux sont observés dans presque tous les affleurements de pseudocoticle (et pratiquement nulle part ailleurs). L'uranium et l'or sont vraisemblablement des éléments présents dès le départ dans les sédiments originels qui ont formé ces couches riches en manganèse où domine le grenat spessartine (en cristaux de quelques micromètres généralement).

- La torbernite est fréquemment couverte de turquoise ou de petits cristaux de libethénite. On en déduit que la torbernite a vraisemblablement été l'un des premiers minéraux à se déposer dans cette paragenèse et que les autres minéraux se sont déposés plus tard.
- La présence d'or dans ces couches s'interpréterait aisément si on admet l'origine volcano-sédimentaire des pseudocoticles mais cette hypothèse n'est pas confirmée et semble même discréditée aujourd'hui par certains auteurs.

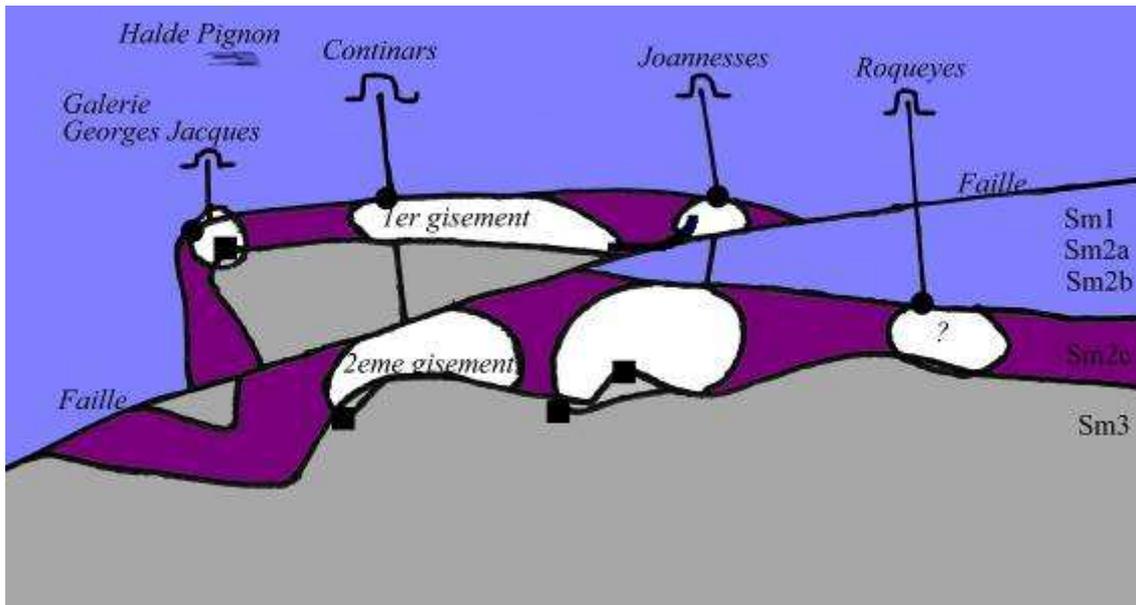
- Par ailleurs, et le constat est important, c'est seulement dans la partie la plus occidentale du thier de Cahay que les pseudocoticules renferment des mouchetures (parfois nombreuses) de sulfures de cuivre et leurs minéraux d'altération [sulfates et phosphates riches en cuivre]. Il est également remarquable de constater une diminution progressive de leur abondance au fur et à mesure que l'on se déplace vers l'Est du thier des carrières de Cahay. De plus, alors que les sulfates et phosphates riches en cuivre semblent disparaître, on voit apparaître la turquoise. Enfin, rappelons aussi que deux affleurements de pseudocoticule minéralisé en cuivre sont également observés sur la rive gauche de la Salm à Salmchâteau [pages 32 et 33] ; leur minéralogie est fort comparable à celle observée à Vielsalm dans la partie la plus occidentale du thier. Le dépôt de toutes ces minéralisations observées dans les pseudocoticules de part et d'autre de la vallée est donc contemporain. De plus ce dépôt est sans doute antérieur à la formation de la faille supposée placée dans l'axe de la Salm et qui serait responsable du décalage observé entre les coupes géologiques des deux rives. Localement, dans la partie occidentale du thier, des veines de quartz rosé ou blanc recourent et décalent les couches de pseudocoticules. Dans ces quartz, on observe généralement de la malachite et des phosphates de cuivre, principalement la libethenite.
- Lors des crises paroxysmales de l'orogène hercynien, de nombreuses failles ont été formées. Ces dernières, plus ou moins ouvertes ont été parcourues par des fluides venant principalement de sécrétions latérales de l'encaissant et, finalement, elles se sont colmatées essentiellement par du quartz. Ce sont les veines de quartz blanc observées partout dans la région. La paragenèse des quartz à phosphates d'aluminium du Salmien moyen (Sm2b), se caractérise par une absence apparente de sulfures de cuivre et par une minéralogie constituée de phosphates à plus de 20 % en masse d'aluminium (Crandallite, turquoise, wardite, wavellite, florencite-Ce). Franolet & Deliens (1997) considèrent que ces minéraux, au rapport stoechiométrique Al/PO₄ constant de 1.5, se sont formés sous climat tropical humide et chaud durant la période tertiaire, par altération atmosphérique des métapélites riches en aluminium et en phosphore. Par sécrétion latérale. [les phyllades Salmiens renfermeraient jusqu'à 0,5% en masse en P₂O₅. (Kramm, in Franolet & Deliens, 1997)], des veines de quartz se sont formées et les solutions, enrichies en phosphates et en aluminium ainsi qu'en quelques autres ions métalliques (calcium, cuivre, sodium et terres rares), ont permis le dépôt de minimes quantités de phosphates dans les veines de quartz. La fluorapatite est fréquente aux épontes des veines de quartz. La wavellite semble être le dernier phosphate à se déposer, sans doute lorsque les solutions ne contenaient plus guère que de l'aluminium et des phosphates. Les parties les mieux minéralisées sont celles se trouvant au voisinage des pseudocoticules, dans les zones où ces derniers sont décalés par les veines de quartz. Ces zones étant soumises à des variations brutales de leurs conditions physico-chimiques ont donc naturellement été des endroits où se sont déposées les minéralisations.
- La paragenèse des quartz à andalousite du Salmien moyen (Sm2b) se caractérise par des quartz minéralisés en andalousite verte et parfois en davreuxite. Les observations n'ont été faites que sur des échantillons collectés dans un terril de la partie médiane du thier des carrières. La florencite-Ce et le rutile sont également observés. Enfin, on y recueille également des blocs parfois imposants d'hématite chiffonnée
- La paragenèse des quartz à sulfures de cuivre du Salmien supérieur (Sm3) se caractérise par des sulfures de cuivre et leur minéraux d'altération météorique. Ils contiennent également des inclusions de tellure et de tellures (Altaite, mélonite et tellurobismuthite) et localement de la molybdénite. Les minéraux d'altération des sulfures ne contiennent jamais d'aluminium (contrairement à la paragenèse des quartz à phosphates d'aluminium du Salmien moyen Sm2) et ont toujours un contenu en cuivre voisin de 50 à 60% en masse. Par oxydation, il se forme sur ces sulfures des sulfates riches en cuivre (brochantite, langite,...). Ensuite, les solutions enrichies en ions cuivre s'éloignent un peu des filons à sulfures (quelques dizaines de centimètres à quelques mètres) et rencontrent des solutions enrichies en ions phosphates (sécrétion des épontes). Cela conduit à la formation de phosphates riches en cuivre (Pseudomalachite et libethenite). La turquoise, minéral pourtant abondant à Cahay, est absente de cette paragenèse. Associée à des sulfures de cuivre, cette dernière ne se rencontre que dans des zones

limitées là où se croisent des quartz et des couches de pseudocoticule mais où les caractéristiques des fluides minéralisateurs sont encore un peu celle des filons à sulfures de cuivre mais déjà aussi celle des fluides circulant dans les pseudocoticules. Ce sont en quelque sorte des zones de transition entre les deux types de minéralogie. C'est notamment le cas dans la galerie Joannesses mais également à Salmchâteau, au gisement à florencite, où très localement on l'a observée associée à de l'or natif et à des associations lamellaires de sulfures presque entièrement transformées en malachite. La turquoise et l'or natif sont d'ailleurs des minéraux assez caractéristiques de la paragenèse des couches de pseudocoticule (Sm2b).



Notons enfin qu'il y a beaucoup de similitudes minéralogiques entre certains filons de quartz à sulfures de la partie la plus occidentale du thier des carrières de Vielsalm [Filons de quartz à chalcocite, tellure, téinéite et tellurobismuthite] et le fameux filon de cuivre de Salmchâteau. [filon de quartz à digénite, tellure, teinéite, balyakinite,...] Ce sont par ailleurs des occurrences géographiquement très proches qui ne sont séparées l'une de l'autre que par la masse imposante de Salmien supérieur Sm3 de la « tête du corbeau ». N'est-ce finalement pas là finalement qu'il faut rechercher l'origine des minéralisations cuivreuses ?

- La paragenèse des quartz et quartzophyllades à rhodocrosite et pyrite du Salmien supérieur (Sm3) se caractérise par des quartzophyllades gris noirs à veinules de quartz minéralisées en pyrite et arsénopyrite fréquemment accompagnée de rhodocrosite à mouchetures de chalcopryrite et très accessoirement de galène, sphalérite et pyrrhotine. Les deux occurrences en place (carrière « Georges Jacques » et galerie « Les Joannesses ») sont bien à l'arrière des couches ardoisières. Pourtant, Theunissen (1971) dans sa stratigraphie du Salmien précise la présence de rhodocrosite dans le Salmien moyen (Sm2a) ; ce que les observations en place ne confirment pas. De la même façon, Hatert (1997) considère l'arsénopyrite et la rhodocrosite récoltées sur un teruil de la partie Ouest comme provenant des phyllades et quartzophyllades violacés de la base du Salmien moyen. Or, les blocs contenant l'arsénopyrite ne sont pas violacés mais bien gris noir et, de plus, contiennent de manière discrète des mouchetures de sulfures de cuivre (chalcocite, bornite), de galène et de sphalérite. Alors que le chloritoïde abonde dans toutes les roches à Cahay, ce sont ici des quartzophyllades sans chloritoïde tout comme ceux récoltés dans la carrière Georges Jacques et qui montrent une minéralogie identique. Ces minéralisations proviennent de couches du Salmien supérieur (Sm3). Ces dernières, généralement bien éloignées des couches ardoisières ont été peu travaillées lors des exploitations ardoisières. Accompagnant l'arsénopyrite, des échantillons de rhodocrosite avec importantes plages de bornite et chalcocite très peu altérées ont été collectées sur un teruil (Pignon). Ces échantillons, aussi peu altérés, ne peuvent provenir que d'une exploitation souterraine, vraisemblablement de la galerie « Les Continars » toute proche. Ils pourraient avoir été extraits lors du perçage de la boutonnière de Salmien supérieur (Sm3) ayant permis d'atteindre le deuxième gisement d'ardoises situé plus au Sud ? A moins qu'ils ne proviennent des couches de Salmien supérieur Sm3 recouvrant les phyllades ardoisières et enlevés pour permettre l'exploitation de ces derniers par approfondissement des fosses sous le niveau des galeries.



Situation approximative des chambres d'exploitation souterraines dans la partie Ouest du thier des carrières où, suite à la faille se trouvent deux gisements d'ardoise séparés entre eux par une « boutonnière » de Salmien supérieur Sm3. [d'après la carte de Theunissen, 1971].

La halde Pignon à rhodocrosite et arsénopyrite a été positionnée par rapport aux galeries d'exploitation.

En Blanc : les chambres d'exploitation souterraines

- = Affleurements des couches de pseudocoticule à quelques mètres au Nord des couches ardoisières (Sm2c).
- = Affleurement de quartz à sulfures au Sud des couches ardoisières (Sm2c).

Conclusions :

Hatert (1996), sur base notamment des déformations des filons de quartz à sulfures et de la nature de leurs minéraux en inclusions, considère une mise en place successive d'abord des filons à chalcopyrite puis de ceux à bornite et enfin de ceux à chalcocite par refroidissement progressif des fluides minéralisateurs responsables de ces dépôts. Cet auteur ajoute que l'origine des stocks métalliques d'aussi petits filons doit être vraisemblablement recherchée non pas dans une circulation à grande échelle (d'origine magmatique par exemple) mais plutôt dans l'encaissant du Salmien. Selon cette hypothèse, le stock des métaux est considéré comme étant à l'origine contenu dans une couche du Salmien et ce n'est que plus tard que des fluides métamorphiques les ont mobilisés et progressivement précipités sous forme de sulfures dans les veines de quartz à sulfures. Pour cet auteur, les pseudocoticules du Salmien moyen Sm2b qui sont des roches connues pour leur perméabilité, pourraient être les « couches réservoirs » en métaux. Il se base notamment sur le fait, qu'ailleurs dans le monde, on connaît quelques gisements métalliques Pb-Zn liés à des quartzites à spessartine, roches qui peuvent, dans une certaine mesure, être comparées aux pseudocoticules.

A Vielsalm cependant, le plomb et le zinc sont très minoritaires par rapport au cuivre. Mais même si l'on retient cette hypothèse, comment peut-on rendre compte du fait que tous les pseudocoticules ne sont pas chargés en cuivre ; ce n'est en effet le cas que pour ceux de la partie la plus occidentale du thier des Carrières de Vielsalm ? De même les affleurements de pseudocoticules observés ailleurs, notamment à Salmchâteau (Sart Close) et à Ottré (Carrière Pagani) sont fort peu minéralisés en cuivre.

Une autre hypothèse pourrait, au contraire, être celle qui consisterait à considérer certaines couches du Salmien supérieur Sm3 comme les « couches réservoir » en métaux, particulièrement les quartzophyllades pyriteux qui renferment effectivement des métaux : c'est la paragenèse des quartzophyllades gris noir à rhodocrosite, arsénopyrite et pyrite du Salmien supérieur Sm3.

D'autre part, il est remarquable de constater l'essentiel des minéralisations cuivreuses des pseudocoticules justement là où une faille majeure orientée grossièrement Est-ouest a permis le redoublement des gisements ardoisiers dans la partie la plus à l'Ouest du thier des carrières. Or, cette faille elle-même ne renferme pas de minéralisations cuivreuses. Cette faille, du moins là où elle est bien observable, (notamment en affleurement dans les travaux souterrains entre « *Les Continars* » et « *Joannesses* » et en surface dans la partie la plus occidentale du thier.), est marquée par une veine de quartz métrique et on y observe de beaux miroirs de faille. On n'y a observé que de l'apatite, des cristaux de quartz améthysés et des phosphates de terres rares (florencite-Ce et xenotime-Y), minéralogie très comparable à celle des veines de quartz à phosphates d'aluminium du Salmien moyen ; ce que l'on comprend aisément dans la mesure où à ces endroits, la faille met en contact le phyllade ardoisier et des couches de Salmien moyen.]

Comment alors rendre compte des minéralisations cuivreuses observées aussi localement dans les pseudocoticules du Salmien moyen (Sm2b) ?

Elle peut être interprétée si on admet les quartzophyllades pyriteux du Salmien supérieur (Sm3) comme la source des métaux. Dans la partie la plus occidentale du thier, on observe en effet une « boutonnière » de roches du Salmien supérieur (Sm3) dans la zone de redoublement des couches ardoisières. Si on admet ces roches comme renfermant des métaux, alors on peut admettre que des petites failles ont pu drainer des solutions riches en cuivre de la « boutonnière » de Salmien supérieur (Sm3) jusqu'aux pseudocoticules. Des veines de quartz ainsi chargées de cuivre auraient alors décalés localement des pseudocoticules ; ce qui aurait conduit aux minéralisations observées dans les pseudocoticules de la partie la plus occidentale du thier des carrières. C'est le cas dans la petite galerie Georges Jacques où une couche de pseudocoticule très tourmentée est décalée par un quartz richement minéralisé en djurleite/digénite.

Selon cette hypothèse, les fluides minéralisateurs issus du Salmien supérieur (Sm3) et riches en cuivre arrivent alors en contact des pseudocoticules. Ces derniers, très perméables, sont eux-mêmes parcourus par des solutions mais de compositions différentes. La rencontre entre ces solutions provoque localement des modifications physico-chimiques, entraînant alors le dépôt de minéralisations.

Dans la veine de quartz, non loin du croisement, on observe des minéralisations riches en cuivre avec libethenite fréquente mais aussi pseudomalachite. Ensuite, on peut imaginer que ces solutions cuivreuses percolent dans les pseudocoticules. Des minéralisations fort comparables à celles des quartz à sulfures s'y déposent alors : dans le pseudocoticule, non loin du croisement avec la veine de quartz, se forment des mouchetures de sulfures de cuivre (et leur cortège de minéraux d'oxydation). C'est le cas au voisinage de tous les pseudocoticules observés directement au Nord de la boutonnière de Sm3. Dans ces pseudocoticules, il n'y a pas de turquoise mais toujours des mouchetures de sulfures de cuivre.

On peut admettre ensuite qu'en continuant à percoler dans les pseudocoticules, mais en s'éloignant de plus en plus de la zone de croisement, ces solutions voient leurs teneurs en cuivre diminuer progressivement. Les caractéristiques physico-chimiques deviennent de plus en plus celles des pseudocoticules : fluides provenant de sécrétions latérales, riches en aluminium et en ions phosphates mais toujours avec de faibles teneurs en cuivre. On observe alors des dépôts de turquoise ; cette dernière étant un phosphate d'aluminium contenant un peu de cuivre. La turquoise s'observe d'ailleurs partout dans les couches de pseudocoticules plus à l'Est de la « boutonnière de Sm3 » mais est inexistante dans la partie la plus occidentale du thier des carrières ainsi d'ailleurs que dans les pseudocoticules observés à Salmchâteau sur la rive gauche de la Salm.

Annexe : La réserve naturelle domaniale du Thier des Carrières

(Informations extraites du site de la région wallonne [<http://mrw.walonne.be/dgrne/sites/home.html>])

La réserve naturelle domaniale du Thier des Carrières (Arrêté ministériel du 3 mai 1982) se situe au Sud-est de Vielsalm, au sommet d'une colline à une altitude comprise entre 470 et 530m (Haute Ardenne septentrionale). Le Thier des Carrières constitue une ancienne carrière où l'exploitation de l'ardoise a occupé autrefois bon nombre de travailleurs. Le site se présente comme une immense falaise au pied de laquelle subsistent des cônes d'éboulis de phyllades.

L'intérêt floristique du site est essentiellement centré sur l'abondance et la rareté de plusieurs espèces de mousses et de lichens. Le site représente également la seule station belge d'une espèce de fougère. En ce qui concerne la faune, l'intérêt se portera surtout sur la présence de plusieurs espèces de chauves-souris présentes dans les nombreuses galeries de mines.

Objectifs de conservation :

Protection d'un site d'intérêt géologique, géomorphologique, botanique, zoologique potentiel, archéologie (+ archéologie industrielle).

Références ou résumé du plan de gestion :

Le plan de gestion préconise une extension de la réserve, la sauvegarde des vestiges d'exploitation et galeries de mines (habitats des chauves-souris) et une meilleure surveillance contre les collectionneurs de plantes et de minéraux rares et contre tout enlèvement illégal de matériaux.

Recommandations :

Tout mettre en oeuvre pour augmenter la superficie de la réserve naturelle domaniale à l'ensemble du Thier des Carrières. Protéger le site contre le pillage.



Par ailleurs, toute la partie orientale de la vallée du Glain entre Vielsalm et Salmchâteau, dite la « Fosse roulette » est classée comme « Site » par la commission des Monuments et Sites. (Arrêté ministériel du 19 novembre 1997)

Vallée de la Lienne



Rhodocrosite de la mine de Moët-Fontaine

Gisements de la Lienne inférieure et de la région de Rahier

(Bierleux, Les Minières, Meuville, Moët-Fontaine, Rouge Thier, Xhierfomont)
(Province de Liège)

A) Introduction

Dans la vallée de la Lienne inférieure, aux environs de Rahier, le Salmien moyen (Sm2) renferme du fer et du manganèse dans deux couches, chacune puissante de 70 cm environ. Les corrélations stratigraphiques avec les régions de Bihain et de Vielsalm ne sont pas simples. D'après Geukens, le minerai se trouverait dans le Salmien Sm2a.

Il ne s'agit pas de filons mais bien de dépôts sédimentaires de type syngénétique (c'est-à-dire déposés en couches comme les autres sédiments). Géologiquement, le Salmien forme à cet endroit un petit synclinal étroit dont le grand axe Est-ouest est inférieur à 4 km. Bien que d'allures compliquées, les couches de minerais affleurent sur les lèvres Nord et Sud du synclinal, à moins d'un kilomètre l'une de l'autre. C'est dans cette petite région que toute l'activité minière de la Lienne inférieure s'est passée, sur une assez courte période, de 1868 à 1934.

Quatre concessions pour manganèse ont été octroyées :

- Les concessions de Bierleux et de Werbomont. Ces deux concessions ont rapidement fusionné pour former la concession dite de « Bierleux-Werbomont ». Cette concession, la plus importante de toutes, a produit un peu plus de 75% des minerais extraits. (Dussart, 1991).
- La concession de Moët-Fontaine. Elle a produit environ 20% des minerais extraits. Le nom même de « Moët-Fontaine » n'est plus guère connu aujourd'hui que des géologues. (Dussart, 1991).
- La concession de Meuville. Fort peu importante, elle a produit moins de 5% des minerais extraits. (Dussart, 1991).

Berger (1965) décrit le minerai de la Lienne comme une roche arénacée dont les éléments détritiques sont des grains de quartz, de

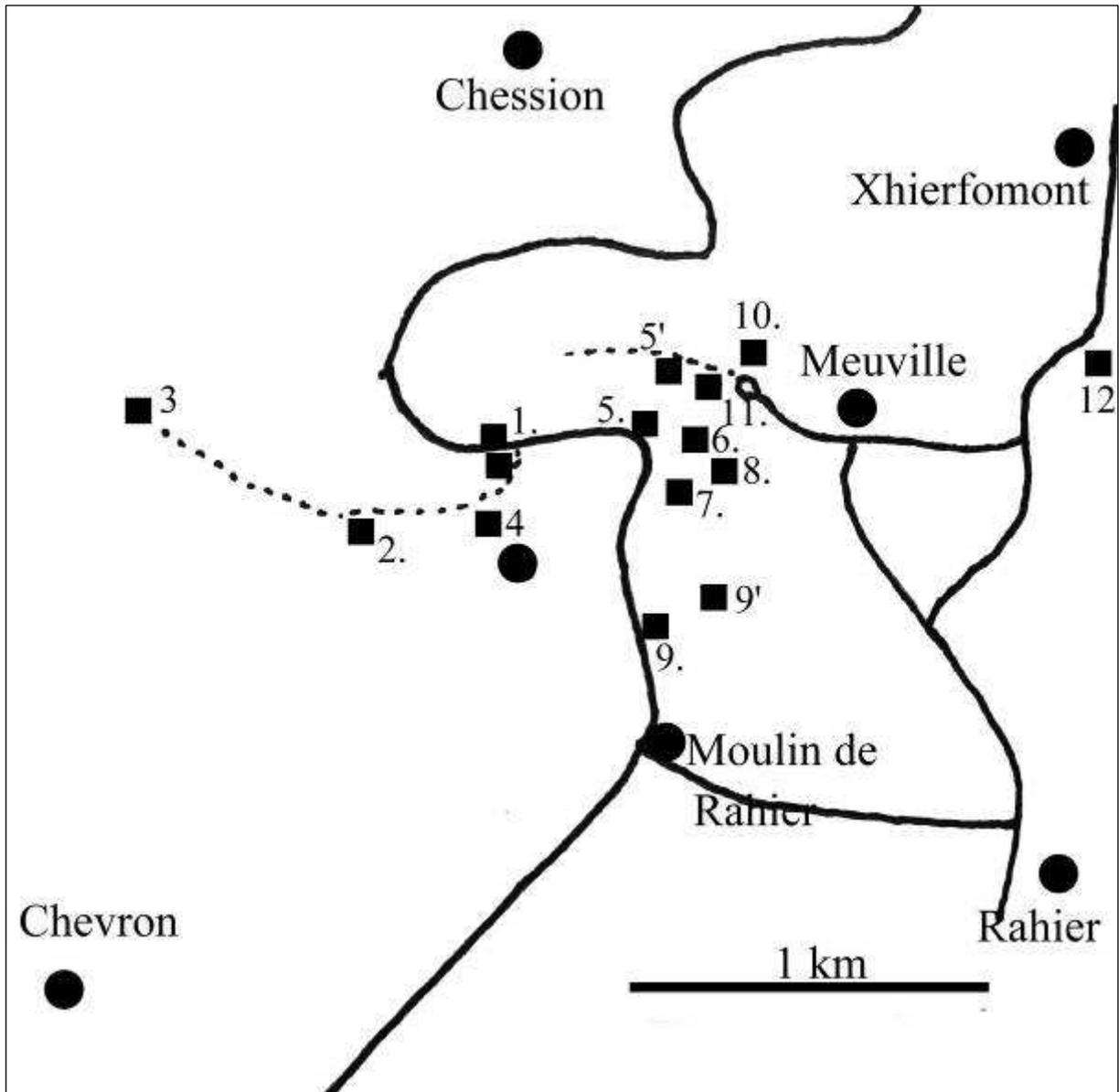
rhodocrosite, d'hématite, de phosphates et de débris de roches. A titre indicatif, le minerai trié de la couche inférieure, la plus riche des deux couches, et expédié aux usines en 1889, ne contenait que 16 à 18% de manganèse ainsi que 19 à 22% de fer (Libert, 1905). La teneur en manganèse varie cependant fort d'un point à l'autre du gisement et localement, elle peut parfois même tomber à moins de 8% (Calembert, 1947). Au total, il s'agit donc d'un minerai de manganèse très pauvre, inexploitable dans les conditions économiques actuelles (Berger, 1965). Il n'empêche que les mines de la Lienne ont produit 378.628 tonnes de minerai (Dussart, 1991), ce qui a forcément laissé des traces dans la vallée...

D'un point de vue minéralogique, cette région est très intéressante. Il y a beaucoup de silice, du manganèse, du fer, un peu de cuivre, de plomb, d'arsenic et un métamorphisme modéré a agi sur ces couches engendrant ainsi des chlorites, de la muscovite, des grenats spessartine et quelques silicates rares de manganèse, dont la carpholite, l'ardennite et la sursassite récemment identifiée. Les fractures des couches ont été minéralisées en quartz et en belle rhodocrosite bien rose et bien pure (de Koninck 1879).

Les minéraux de cuivre, bien que répandus dans tout le bassin, semblent plutôt localisés dans les failles rejetant les couches de manganèse, comme à Moët-Fontaine (Firket, 1883).

Des minéraux peuvent encore être recueillis dans les haldes situées près des sites d'extraction du minerai de manganèse. On y trouve des phyllades, des quartz blancs à rhodocrosite rose massive et des blocs quartzeux avec du minerai parfois piquetés de malachite trahissant les sulfures de cuivre. En surface, ces roches sont malheureusement souvent couvertes d'enduits noirs d'oxydes de manganèse mais des recherches méthodiques pourraient cependant encore révéler des surprises.

B) Les gisements.



Localisation des gisements minéraux de la vallée de la Lienne

Remarque :

Quelques naturalistes (dont Nicole Dussart, auteur d'un livre très intéressant sur les anciennes mines de manganèse de la région) (voir bibliographie) organisent à l'occasion des visites sur le terrain « Sur les traces des exploitations ».

Information : Nicole Dussart (080/78 60 23)

B. Anciennes mines de manganèse et occurrences des silicates de manganèse (carpholite, ardennite, sursassite).

Natifs	Sulfures	Halogénures	Oxydes	Carbonates	Sulfates	Phosphates Arséniates	Silicates
Cuivre Soufre	Bornite Chalcopyrite Chalcocite Covelline Digenite Galène Idaïte Marcasite Pyrite	Connellite	Anatase Cryptomelane Cuprite Goethite Hématite Lithiophorite Manganite Nsutite Pyrolusite Quartz	Aragonite (?) Azurite Cerussite Kutnohorite Malachite Rhodocrosite Siderite	Barite Brochantite Gypse Langite Posnjakite (?)	Apatite Clinoclase ? Pyromorphite	Ardennite Carpholite Clinochlore Kaolinite (?) Muscovite Spessartine Sudoïte Sursassite

Minéraux recensés dans le Salmien de la Liègne inférieure. (41 espèces)



Moët-Fontaine : Belle rhodocrosite bien rose dans quartz, et minerai de manganèse. [1] : 4 cm ; et [2] : 4cm



Bierleux : rhodocrosite en voie d'oxydation. Sur la droite, on observe déjà des oxydes noirs de manganèse. La belle teinte rose de la rhodocrosite fraîche a changé et est devenue orange brun.[3] : 4cm

Deux silicates de manganèse très intéressants : la carpholite et la sursassite



4
Carpholite, Bierleux (10 cm). La première occurrence du minéral dans la vallée est signalée par de Koninck en 1879



5
Sursassite, Aux Minières (6 cm). Le minéral a été identifié par une analyse faite à ma demande en Italie. Une seconde analyse faite à Bruxelles a confirmé le minéral

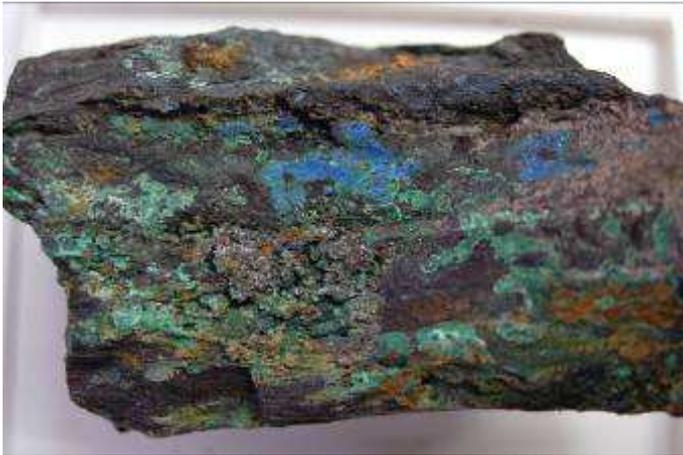


6



7

Quelques sulfures de cuivre de l'ancienne mine de Moët-Fontaine : chalcopyrite en petits noyaux dans le minerai [6] et bornite dans une veinule parcourant le phyllade [7]. [6] :4cm ; [7] : 5cm



8



9

Moët-Fontaine : quelques carbonates de cuivre sur minerai de manganèse. [8] : azurite [4 cm] ; [9] malachite [4 cm].



10



11

*[10] : Grenats spessartine dans rhodocrosite et quartz, Moët-Fontaine (5 cm) ;
[11] : Roche rouge sang, Bierleux (Heid Cossin) (5 cm)*

La concession de Bierleux-Werbomont

1) Carreau de la mine de la « concession de Bierleux-Werbomont ». (Dussart, 1991)



Le carreau de la mine se trouvait sur le site de la scierie actuelle, le long de la route, juste en face du camping « Les Salins » où se trouve encore aujourd'hui l'ancien bâtiment du directeur de la mine. Le minerai y a été exploité par de nombreuses galeries dont il ne reste pratiquement rien aujourd'hui si ce n'est un petit déblai au sommet duquel se trouvent quelques bâtiments en ruine dont celui avec le gros ventilateur qui chassait l'air dans les galeries.

Notons également que la carpholite y est signalée, sans autre précision. (Berger 1965)

2) Petites haldes dans la « concession de Bierleux-Werbomont ».



Le chemin qui donne accès à ces haldes est privé et fermé par une barrière mais on peut en demander l'accès à la maison se trouvant près de l'entrée du chemin. Au sommet de ces haldes se trouve, sous la végétation, les ruines du bâtiment avec le ventilateur.

Quelques 300 m plus loin, vers l'Ouest, en direction de la Heid Cossin, on remarque des déblais déversés dans la prairie en contrebas du chemin. On y a observé des quartz à rhodocrosite et des phyllades avec joints d'albite minéralisés en pyrite, marcasite et chalcopryrite.

3) Heid Cossin et Heid Julien (« Concession de Bierleux-Werbomont ») (Dussart, 1991)

A plus de un kilomètre de la grand-route, l'accès se fait comme pour le point 2. Des travaux fort importants ont été réalisés aux lieux-dits « Heid Cossin » et « Heid Julien ».

Des épicéas arrivés à maturité ont été coupés récemment (2003) et les déblais ont été éventrés par les forestiers mettant au jour de nombreux quartz à rhodocrosite. Des roches siliceuses rouge sang, pigmentées par l'hématite, y sont également observées. (Photo 11 p.78)

4) Galerie sous Bierleux au lieu-dit « Aux vieux Sarts » (« concession de Bierleux-Werbomont »)

Exploitée durant la première guerre mondiale (Dussart, 1991), cette galerie se divise en trois branches se terminant toutes sur effondrements après quelques mètres (Caubergs, 1991). La veine de minerai est encore bien visible à l'intérieur de cette cavité. La carpholite signalée sur une carte par Berger (1965) s'y trouve encore en beaux échantillons dans les déblais, en association avec des oxydes noirs de manganèse. L'ardennite signalée à Bierleux en association avec la carpholite, la muscovite et la sudoite (Pasero et al., 1994) provient sans doute de ces travaux.



La concession de Moët-Fontaine

5) Haldes de la « concession de Moët-Fontaine » (Dussart, 1991)

Les galeries de cette concession ne sont pratiquement plus repérables et les lieux ne témoignent plus vraiment de l'intense activité qui régna à cet endroit il y a bien plus d'un siècle maintenant.

Un peu au Nord du hameau « Les Minières », avant le pont sur la Lienne (50 m après le km 5 de la N.645) et près d'une carrière abandonnée (en fait, l'ancien carreau de la mine), des petites haldes sont encore partiellement visibles à hauteur de la route. Elles se poursuivent sur toute la hauteur de la colline mais sont totalement masquées par l'abondance (l'exubérance) de la végétation (ronces et orties).

A une dizaine de mètres au-dessus du niveau de la route, on peut encore observer l'ancien abri à explosifs.

Un peu plus haut, on voit des murets, vestiges de l'ancienne voie de transport des minerais ; ces murets s'observent sur toute la hauteur de la colline.



5') Galerie sur le haut de la colline



Des travaux importants ont été réalisés sur le sommet de la colline, à l'Ouest du hameau de Meville.

On y voit encore l'œil de la grande galerie « de Meville », aujourd'hui éboulée.

Zone effondrée menant à la grande galerie

Sur tout le flan de la colline, entre le bas de la vallée (N°5) et le sommet (N°5'), on voit des déblais des anciennes exploitations (5 galeries y ont été tracées). Un cassage méthodique des roches présentes dans ces déblais permet de récolter à peu près tous les minéraux répertoriés dans le bassin de la Lienne.

6) Ravine à carpholite et sursassite au hameau « Les Minières ».

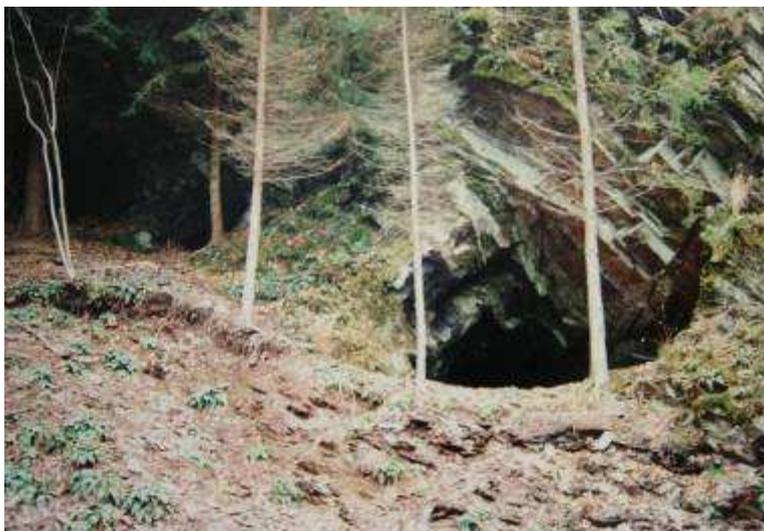
Un centaine de mètres environ au Sud des haldes de la « concession de Moët-Fontaine », dans la ravine située à quelques dizaines de mètres au Nord des barres rocheuses, se trouvent épars des blocs de quartz et de quartzophyllades. Certains de ces blocs sont minéralisés en carpholite, d'autres en sursassite. Des oxydes de manganèse noirs et de la pyrolusite fibreuse sont également observés.

La concession de Meuville

7) Aux Minières. (« Concession de Meuville ») (Dussart, 1991)

Derrière l'auberge de la Lienne au hameau « Les Minières », des travaux souterrains de peu d'importance sont encore bien visibles au coude que fait le chemin vers le Rouge-Thier. Les haldes, couvertes de ronces, renferment beaucoup de blocs avec petits cristaux limpides de quartz recouverts d'oxydes noirs de manganèse. (photo ci-dessous prise en 1988)

Sur le chemin qui monte vers le Rouge-Thier, on observe localement du coticule en place avec parfois de très petits cristaux d'ardennite.



8) Chemin des Minières à Meuville (Blaise, 1930)

La carpholite en débris est signalée sur le chemin allant des minières à Meuville.

9) Près du Moulin de Rahier (concession de Meuville) (Dussart, 1991)



Environ trois cents mètres au Nord du moulin de Rahier, juste le long de la route, on peut observer, sur la droite, une galerie.

Il s'agit d'un travers-banc de 37 m de longueur se terminant sur front de taille (Caubergs, 1991).

La photo ci-contre a été prise en 1988. Aujourd'hui, la galerie est toujours observable mais elle a été partiellement fermée par un bulldozer qui a poussé un gros bouchon de terre devant l'orifice.



Des travaux plus conséquents, dissimulés dans la végétation, se trouvent une dizaine de mètres plus haut de la route. On y voit des haldes dans une plantation d'épicéas ainsi que l'orifice d'une galerie de 40 mètres se terminant sur effondrement. La clinoclase signalée dans une galerie de la région avec malachite et barite (Mélou, 1954) vient très probablement de là.



Dans l'axe de la galerie, au sommet de la colline, se trouve un puits béant (bure d'aération) juste signalé par quelques anciens rails piqués dans le sol et entourés d'un fil barbelé très symbolique.



Le Rouge-Thier

10) Meuville, à l'Ouest de la colline « Rouge-Thier »

En surface, on trouve des débris de quartzophyllades lie de vin, imprégnés de quartz et parfois de carpholite. Blaise (1930) l'a également retrouvée en place sur un chemin à cet endroit.

11) Meuville, à l'entrée du chemin vers Chession

Du plateau situé à l'ouest du Rouge-thier, un chemin descend vers Chession. Après environ 50 mètres, occurrence d'un affleurement de carpholite sur la gauche du chemin. Les roches à carpholite, orientées Nord-Sud, ont été mises en évidence lors de travaux d'égouttage réalisés il y a une dizaine d'années. Elles sont difficiles à repérer aujourd'hui dans la broussaille. L'anatase en petits cristaux bleu vert a été reconnue sur certains échantillons.

12) Près de la route de Meuville à Xhierfomont, à l'Est de la colline « Rouge-Thier »

On retrouve de nombreux débris de roche à carpholite dans le petit bois en contrebas du grand coude que fait la route pour contourner la colline. (Blaise, 1930)

La carpholite est également signalée en place dans le talus de la route, une dizaine de mètres avant la tranchée de recherche de Manganèse (Blaise, 1930). Elle y est toujours observable.

Corin (1930) l'a également observée en place au niveau du tournant situé 250 m plus au Sud.

Bibliographie

CARTES

- Cartes topographiques de Belgique, 1:25000, Institut Géographique National, Bruxelles.
 - 55/3-4, Bra-Lierneux
 - 55/7-8, Odeigne-Bihain
 - 56/1-2, Vielsalm-Recht
 - 56/5-6, Bovigny-Thommen
 - 49/7-8, Harzé-La Gleize
- Carte des promenades pédestres et V.T.T., 1:25000, Institut Géographique National, Bruxelles.
 - Vielsalm
- Cartes géologiques 1 :40000 de la fin XIX^e, début XX^e, institut cartographique militaire
 - N°170 Bra-Lierneux, M.Lohest 1898
 - N°179 Odeigne-Bihain, M.Lohest, 1898
 - N°171 Vielsalm-Houvegnez, M.Lohest et H.Forir, 1901
 - N°180 Bovigny-Beho, M.Lohest 1902
 - N°159 Harzé-La Gleize, G.Dewalque, 1899

ARTICLES et OUVRAGES

- Ancia-Chaineux, M.-Cl. 1987. L'industrie de la pierre à rasoir dans la région de Lierneux-Vielsalm, première partie *Parcs Nationaux*, XLII, fasc. 4, 136-154.
- Anten, J. 1914. Sur la présence de cuivre natif dans le Salmien supérieur à Vielsalm et sur une variété particulière de coticule qu'il accompagne. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 41, B115.
- Anten, J.1914. Commentaire de la carte géologique, planche de Bihain, Service géologique de Belgique, inédit.
- Anten, J.1928. Commentaire de la carte géologique, planche de Bihain, Service géologique de Belgique, inédit.
- Berger, P. 1965. Les dépôts sédimentaires de manganèse de la Lienne inférieure. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 88, 245-252.
- Blaise, F. 1930. Deux gîtes de carpholite en place dans le Salmien supérieur de la Lienne. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 54, B135-B137.
- Bourguignon, P. & Toussaint, J. 1955. Caractères chimiques et minéralogiques d'hématites manganésifères d'Ardenne. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 78, B419-B426.
- Briol, R. 1977. L'extraction du coticule au thier de Règné il y a trente ans. *Glain et Salm, Haute Ardenne* n°7,,30-42.
- Briol, R. 1978. Le sciage et le polissage du coticule. *Glain et Salm, Haute Ardenne* n°9,,76-88.
- Buttgenbach, H. 1921. Description des éléments, des sulfures, chlorures, fluorures et des oxydes des métaux du sol belge. *Mémoires de l'Académie royale de Belgique in 8°*, 2^e série, 6, 67 pp.
- Buttgenbach, H. 1922. Les grenats de Bastogne et de Salm-Château. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 45, B249-B260.
- Buttgenbach, H. 1947. Les minéraux de Belgique et du Congo belge, *Dunod, Paris*, 573 pp.
- Calembert, L, Macar, P. 1947 Les minerais de manganèse de Belgique *Chapitre III du Centenaire de l'A.I.Lg, Congrès de 1947*,pp. 104-110
- Caubergs, M., 1982. Le filon à malachite de Salm-Château. *Lithorama* n°3, p.9.
- Caubergs, M. 1991. Inventaire de quelques anciennes mines et carrières souterraines de wallonie Essai d'archéologie minière, *édition d'auteur*, 313 pp.
- Cauchy, M. 1833. Notice sur les gîtes métallifères de l'Ardenne. *Annale des mines*, IV, 409-420.
- Cesàro, G. & Abraham, A. 1909. La dewalquite. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 36, M197-212.
- Corin, F. 1927a. Compte rendu de la session extraordinaire de la Société géologique de Belgique, tenue à Vielsalm du 24 au 27 Septembre 1927. *Annales de la Société géologique de Belgique*, t50, B292-B333.
- Corin, F. 1927. Sur quelques roches aimantifères, otréilitifères et spessartinifères du Salmien à l'Est de Vielsalm. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 51, B67-B70.
- Corin, F. 1927. Contribution à l'étude de la dewalquite. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 51, B140-B144.
- Corin, F. 1928a. Commentaire de la carte géologique, planche de Bihain, Service géologique de Belgique, inédit.
- Corin, F. 1928b. Le quartz rouge de Salm-Château. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 51, B166-169.
- Corin, F. 1928c. Note sur la Tectonique de la Région au Nord de Salmchâteau. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 51, B264-274.
- Corin, F. 1928d. Un nouveau gîte de dewalquite à Salmchâteau. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 52, B27-B30.

- Corin, F. 1929a. Un nouveau filon d'andalousite à Regné. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 53, B16-B18.
- Corin, F. 1929b. Commentaire de la carte géologique, planche de Bihain, Service géologique de Belgique, inédit.
- Corin, F. 1930. Sur la présence d'apatite dans les roches salmiennes de Neuville. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 53, B66-B68.
- Corin, F. 1931. Note sur les gisements de carpholite de Belgique. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 54, B197-B200.
- Corin, F. 1933. Quelques roches salmiennes métamorphiques des environs de Walque (synclinal de Malmédy). *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 43, 117-127.
- Corin, F. 1934. Un nouveau gisement d'andalousite à Recht. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 44, 402.
- Corin, F. 1968. Le défilé de la Salm entre Vielsalm et Salm-Château. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 77, 155-174.
- Daltry V.-D. & Deliens, M. 1994. The type mineralogy of Belgium. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 116, 15-28
- De Bethune, P. 1961. Atlas de Belgique, planche 8 "Géologie". *Académie royale de Belgique*
- de Béthune, S. & Fransolet, A.-M. 1986. Genèse d'un filon de quartz à Ottré (Massif de Stavelot, Belgique) par métasomatose de phyllades à chloritoïde. *Annales de la Société géologique du Nord*, CV, 121-131.
- de Koninck, L.L. 1868. Notice sur une variété de pyrophyllite. *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2^e série, 26, 469-471.
- de Koninck, L.L. 1871. Sur la bornite de Vielsalm. *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2^e série, 32, 290-294.
- de Koninck, L.L. & Davreux, P. 1871. Sur une roche grenatifère et quelques minéraux cuprifères de Salm-Château. *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2^e série, 33, 324-330.
- de Koninck, L.L. 1877. Sur la présence de l'apatite cristallisée dans l'étage salmien à Salm-Château. *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2^e série, 44, 740-741.
- de Koninck, L.L. 1878. Sur la davreuxite, espèce nouvelle recueillie dans les filons de quartz du terrain ardennais. *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2^e série, 46, n^o 8, 240-245.
- de Koninck, L.L. 1879d. Sur la carpholite de Meuville (Rahier). *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2^e série, 47, 564-567.
- de Koninck, L.L. 1879a. La rhodochrosite de Moët-Fontaine. *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2^e série, 47, 568-569.
- de Rauw, H. 1910. Note sur la wavellite d'Ottré. *Annales de la Société géologique de Belgique*, t. XXXVII, 246-248.
- de Rauw, H. 1911. Note sur la salmite, le rutile et la tourmaline d'Ottré. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 38, 209-214.
- Deschodt, R. 1966. La viridine de Salmchâteau. *Bulletin de la Société Belge de Géologie*, 75, 147-153
- Detaille, J. 1997. De la crandallite à Vielsalm. *Minibul, journal de l'A.G.A.B.*, Mai, pp.1-8.
- Detaille, J. 2003. La vallée de la Fosse Roulette entre Salmchâteau et Vielsalm, Massif de Stavelot, Belgique. *Minibul, journal de l'A.G.A.B.*, Vol 36(5) 101-116.
- Dumont, A. 1847-1848. Mémoire sur les terrains ardennais et rhénan. *Mémoire de l'Académie royale de Belgique. Mémoire court* in 4^e, 20 et 22.
- Du Ry, P., Fouassin, M., Jedwab, J, Van Tassel, R. Occurrence de chalcoalumite, de minéraux de tellure (téinéite et paratellurite) et de béryl à Salmchâteau, Ardennes belges. - *Annales de la Société géologique de Belgique*, 99, 47-60
- Dussart, N., Dussart J. 1991. Les mines de Chevron et Rahier, le manganèse de la basse vallée de la Lienne. 170 pages
- Fieremans, C. 1978. Minéralogie et relations tectoniques des filons de quartz tourmalinifère de la région d'Ottré-Waimes. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 87 (2), 113-120.
- Firket, A. 1883. Découverte de la chalcocite à Moët-Fontaine (Rahier). *Annales de la Société géologique de Belgique*, 10, XCVII-CCIX.
- Fleischer, M., Mandarino, J.-A. 1991. Glossary of mineral species, *The Mineralogical Record Inc.*, Tucson, 256 pages
- Fouassin, M., Jedwab, J. & Van Tassel, R. 1975. La cacoxénite de la région de Bihain, Ardennes belges. *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. Sciences de la Terre*, 51, 12, pp.1-3.
- Foucault, A., Raoult, J.-F., 1992, Dictionnaire de Géologie - 3^{ème} édition - *Masson éditeurs*, Paris
- Fourmarier, P. 1940. Sur la présence de traces de minerai de cuivre dans le Salmien de la rive gauche de la Salm à Vielsalm. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, 63, B79.
- Fourmarier, P., 1944, L'allure du salmien entre Vielsalm et Salmchâteau. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, 67, 42-54.
- Fransolet, A.-M. 1972. Données nouvelles sur la carpholite de Meuville (vallée de la Lienne, Belgique). *Bulletin de la Société française de Minéralogie et de Cristallographie*, 95, 84-97.
- Fransolet, A.-M. & Mélon, J. 1975. Données nouvelles sur des minéraux de Belgique. *Bulletin de la Société royale des Sciences de Liège*, 44, 157

- Fransolet, A.-M. & Bourguignon, P. 1976. Précisions minéralogiques sur la davreuxite. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 283D, 295-297.
- Fransolet, A.-M. 1977. L'arsénopyrite de Ternell (Eupen), Belgique. *Bulletin de la Société royale des Sciences de Liège*, 46, 384-391.
- Fransolet, A.-M. & Bourguignon, P. 1978. Pyrophyllite, dickite et kaolinite dans les filons de quartz du massif de Stavelot. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 47, 213-221.
- Fransolet, A.-M. 1978. Nouvelles données sur l'ottrélite d'Ottré, Belgique. *Bulletin de Minéralogie*, 101, 548-557.
- Fransolet, A.-M. 1979. Occurrences de lithiophorite, nsutite et cryptomélané dans le Massif de Stavelot, Belgique. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 102, 302-311.
- Fransolet, A.-M. 1982. Minéralogie de Belgique : ardennite. *Bulletin de la Société Belge de Géologie*, 91, 50.
- Fransolet, A.-M., Abraham, K. & Sahl, K. 1984. Davreuxite, a reinvestigation. *American Mineralogist*, 69, 777-782.
- Fransolet, A.-M. 1987. La vantasselite, $Al_4(PO_4)_3(OH)_3 \cdot 9H_2O$, une nouvelle espèce minérale du Massif de Stavelot, Belgique. *Bulletin de Minéralogie*, 110, 647-656.
- Fransolet, A.-M. & Deliens, M. 1997. Crandallite et wardite dans les filons de quartz du Massif de Stavelot, Belgique. *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. Sciences de la Terre*, 67, 189-194.
- Gaspar, C. 1975. L'industrie de la pierre à rasoïr dans la région de Sart-Lierneux. *Enquêtes du Musée de la Vie Wallonne*, tome XIV, n° 157-160. 44 pp.
- Gomez, V. Juin 1976. Quelques souvenirs d'un exploitant d'ardoisières. *Glain et Salm, Haute Ardenne* n°4, 27-35.
- Geukens, F. 1986. Commentaire à la carte géologique du Massif de Stavelot. *Aardkundige Mededelingen*, 3, 15-30.
- Godfroid, E. 1999. Minéralogie des sulfures des massifs métamorphiques ardennais (Libramont-Bastogne, Rocroi et Stavelot). *Mémoire de Licence, Université de Liège* (inédit), 52 pp.
- Graillet, L. 1998. De l'or en Ardenne. 106 pp.
- Graillet, L. 2001. Un éclairage nouveau sur la question de l'or en Ardenne, *Bulletin du Cercle d'Histoire et d'Archéologie SEGNA*, tome XXVI fascicule 1, 1-23.
- Graillet, L. 2001b. Qui exploite l'or en Ardenne ?, *Bulletin du Cercle d'Histoire et d'Archéologie SEGNA*, tome XXVI fascicule 2, 50-74.
- Graillet, L. 2002. Sur les traces des anciennes galeries, *Bulletin du Cercle d'Histoire et d'Archéologie SEGNA*, tome XXVII fascicule 4, 115-140.
- G.E.M.E.A.U., 2001. Découverte d'une ancienne exploitation d'or en Ardenne, *Bulletin du Cercle d'Histoire et d'Archéologie SEGNA*, tome XXVI fascicule1, 24-26.
- Gustine, C. 2002. Les associations d'oxydes et d'hydroxydes de manganèse dans le Massif de Stavelot. *Mémoire de licence, Université de Liège*, 43 p.
- Hanson, A. 1983. Etude minéralogique de filons de la bordure méridionale du massif de Stavelot. *Mémoire de Licence. Université de Liège* (inédit), 84 pp.
- Hanson, A. 1985. Découverte d'eulase dans un filon de quartz à Ottré, Massif de Stavelot. *Bulletin de Minéralogie*, 108, 139-143.
- Hatert, F. 1996. Etude minéralogique préliminaire de quelques sulfures du massif de Stavelot. *Mémoire de licence, Université de Liège*. (inédit), 48 pp.
- Hatert, F. 1997. L'arsénopyrite du Massif de Stavelot. *Bulletin de la Société royale des Sciences de Liège*, 66 (6), 381-390.
- Hatert, F., Blondieau, M., Dehove, J. & Fransolet, A.M. 1998. Les minéraux secondaires en relation avec les sulfures de la région de Vielsalm. *Bulletin de la Société royale des Sciences de Liège*, 67 (6), 281-289.
- Hatert, F., Deliens, M., Fransolet, A.-M., Van Der Meersche, E., 2002. Les minéraux de Belgique 2, *Musée des Sciences naturelles*, 304 pages
- Hatert, F. 2003. Occurrence of sulphides on the bornite-idaite join from Vielsalm, Stavelot Massif, Belgium. *Eur.J. Mineral*, 15, 1063-1068.
- Herbosch, A. 1967. La viridine et la braunite de Salmchâteau. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 76, 183-201.
- Jedwab, J. 1971. Ferrimolybdite cristallisée de la Helle. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 80, 159-165.
- Kramm, U. 1977. Gahnite of the Venn-Stavelot Massif and its petrologic significance. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 100, 199-201.
- Kramm, U. 1979. Kannaite-rich viridines from the Venn-Stavelot Massif, Belgian Ardennes. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 69, 387-395.
- Kramm, U. 1980. Sudoite in low-grade metamorphism manganese rich assemblage. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen*, 138, 1-13.
- Krygier, J. 1982. Etude minéralogique du tellure de Salmchâteau. *Mémoire de licence en Sciences Géologiques et Minéralogiques, Université Libre de Bruxelles*, (inédit), 60 pp.
- Langer, K, Halenius, E & Fransolet, A.-M. 1984. Blue andalusite from Ottré, Venn-Stavelot Massif, Belgium: a new example of intervalence charge-transfer in the aluminium silicate polymorphs. *Bulletin de Minéralogie*, 107, 587-596.

- Lamens, J. 1986. Depositional history of salmian (lower ordovician sediments in Belgium. *Aardkundige Medelingen*, 3 ; 125-138.
- Ledoux, A. 1911. Sur la carpholite du Salmien de la vallée de la Lienne. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 38, B173-B176.
- Légraye, M. 1925. Relations de la chalcopryrite, de la bornite et de la covellite dans un minerai de cuivre de Lierneux. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 49, B70-B72.
- Lejeune, P. 1992. Nouveaux souvenirs d'un exploitant d'ardoisières. *Glain et Salm, Haute Ardenne* n°37, 7-12.
- Lohest, M., Stainier X., Fourmarier, P. 1908. Compte rendu de la Session extraordinaire de la Société Géologique de Belgique tenue à Eupen et à Bastogne. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 35, 351-414.
- Libert, J. 1905. Les gisements ferro-manganésifères de la Lienne. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 32, B144-B154.
- Liégeois, P.G. 1951. La géologie de la région de Vielsalm, *Parc Nationaux*, tome 6, 7-10.
- Malaise, C. 1913. Manuel de Minéralogie pratique, 4^e éd., *Bruxelles*.
- Mandarino, J.A., 2004. Fleischer's glossary of Mineral Species, *The Mineralogical Record Inc., Tucson*, 309 p.
- Mélon, J. 1954. La clinoclase de Moët-Fontaine. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 77, B163-B164.
- Mélon, J. Bourguignon, P. & Fransolet, A.-M. 1976. Les Minéraux de Belgique. *Editions G. Lelotte, Dison (Belgique)*, 283 pp.
- Michot, J. 1953. Contribution à l'étude de la morphologie de la wavellite à Salm-Château. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 76, B97-B99.
- Netels V. 1991. Le coticule : pierre à rasoir. *Bulletin du G.E.S.T.*, n°47, 2-9.
- Nizet, R. 1978. Le vocabulaire de l'ardoisier à Vielsalm de Joseph Hens, revu, corrigé et complété. *Glain et Salm, Haute Ardenne* n°9, Décembre 1978, pp.89-97.
- Pasero, M., Reinecke, T. & Fransolet, A.-M. 1994. Crystal structure refinements and compositional control of Mn-Mg-Ca ardennites from the Belgian Ardennes, Greece, and the Western Alps. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen*, 166(2), 137-167.
- Pisani, F. 1877. Sur la découverte d'apatite cristallisée à Salm-Château. *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2^e série, 44, 709.
- Region Wallonne (ouvrage collectif) - Etat de l'Environnement Wallon, 1993, Ministère de la Région Wallonne.
- Renard, A. 1878. Sur la structure et la composition minéralogique du coticule et ses rapports avec le phyllades ottrélitifère. *Mémoires de l'Académie royale de Belgique*, in 4^e, 41, 3-45.
- Robaszynski, F. & Dupuis, C. 1983. Belgique. *Guides géologiques régionaux*, Masson 204 pp.
- Schreyer, W., Bernhardt, H.J. & Medenbach, O. 1992. Petrologic evidence for a rhodochrosite precursor of spessartine in the coticules of the Venn-Stavelot Massif, Belgium. *Mineralogical Magazine*, 56, 527-532.
- Schreyer, W., Fransolet, A.-M., & Bernhardt, H.-J. 2001. Hollandite-strontiomelane solid solutions coexisting with kanonaite and braunite in late quartz veins of the Stavelot Massif, Ardennes, Belgium. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 141, 560-571.
- Semet, M. & Moreau, J. 1965. L'ardennite: révision et données nouvelles. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 88, B545-554.
- Stainier, X. 1929. Métamorphisme de Bastogne et de Vielsalm. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 39, p.145
- Theunissen, K & Martin, H. 1969. Découverte d'un phosphate alumineux de terres rares dans un coticule de Vielsalm. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 92, 173-176.
- Theunissen, K. 1970. L'andalousite et ses phases de transformation dans la région de Vielsalm. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 93, 363-382.
- Theunissen, K. 1971. Verband tussen de tectonische vervorming en de metamorfe rekristallisatie in het doorbraakdal van de Salm te Salmchâteau. *Doktoraatproefschrift, Katholieke Universiteit Leuven*. (Inédit)
- Theye, T. & Fransolet, A.-M. 1994. Virtually pure ottrélite from the region of Ottré, Belgium. *European Journal of Mineralogy*, 6, 547-555.
- Van de Roy, J.L. 1981. Recherche de minerai de manganèse au sud du plateau des tailles (Bihain, Lierneux, Arbrefontaine) vers 1850-1860. *Glain et Salm, Haute Ardenne* n°15 Décembre, 24-30.
- Van Der Meersche, E. 1987. Connelliet, Vielsalm. *Nautilus Info, Gent*, Mai-juin 1987. 257-266.
- Van Der Meersche, E., *Mineralcolor*, 1990-2003
- Van Tassel, R. 1977. Occurrence de posnjakite en Belgique. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 100, 203-204.
- Van Tassel, R. 1979. Occurrence de la delafossite à Salmchâteau, Ardennes belges. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 102, 53-54.
- Van Tassel, R. 1983. Molybdénite et Ferrimolybdite, Cahay. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 92, 62.
- Van Wambeke, L. 1958. Deux nouveaux minéraux belges: la turquoise d'Ottré et la ferromolybdite de la tonalite de la Helle. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 67, 455-459.
- Von Schnorrrer-Köhler, G. 1988. Mineralogische Notizen IV. *Aufschluss*, 39, 153-168.
- Weiss, S. 2002. Das grosse Lapis Mineralienverzeichnis, *Weise Verlag – München*, 287 pages.
- Wetz J. et D. "De l'or à Salmchâteau" - *Glain et Salm, Haute Ardenne* N°23 - Décembre 1985 p. 84

Index des localités et lieux-dits

Localité	Page
Arbrefontaine	28
Aux Vieux Sarts	79
Bihain	9
Cahay	46
Carrière Georges Jacques	48,64
Carrière de Sart	26
Carrière d'Ottré	18
Colanhan	28
Concession de Bierleux-Werbomont	74,79
Concession de Meuville	74,81
Concession de Moët-Fontaine	74,80
Continars	46,49
Corai (au)	10
Corbeaux	46
Desmarets	46
Filon de cuivre	41,42
Filons à bornite	65
Fosse-Roulette	46
Fraiture	28
Galerie Continars	46
Galerie Corbeaux	46
Galerie Desmarets	46
Galerie Georges Jacques	46,64
Galerie Houlands	46
Galerie Jean Mathieu	46
Galerie Maizeroul	13
Galerie Roqueyes	46
Georges Jacques (Galerie)	46,64
Georges Jacques (carrière)	48,64
Gisement à ardennite (Salmchâteau)	34,35
Gisement à davreuxite	58
Gisement à davreuxite d'Ottré	17
Gisement à florencite	38
Gisement à kanonaite	36
Gisement à ottrelite d'Ottré	17
Gisement à pyrophyllite d'Ottré	17
Gisement à vantasselite	13
Gisement à wardite	50
Hebronval	10
Heid Cossin	79
Heid Julien	79
Houlands	46
Jean Mathieu	46
Joannesses	46,64
Les Minières	80
Lescrenier	47
Lienne	73
Lierneux	28
Longs Sarts	27
Manganèse (recherches) à Lierneux	27
Manganèse (recherches) à Verleumont	27
Massotais (trou)	18
Ménil	27
Meyer	47
Minières (les)	10
Musée du Coticule	44
Old Rock	32,33
Ottré	9

Pagani	18
Pignon	47
Regné	12
Réserve naturelle	72
Roqueyes	46,49
Rouge Thier	83
Sart Close	38
TCVN-5	49
TCVN-6	49,64
TCVS-0	39,40
TCVS-1	39,40
TCVS-2	40
TCVS-3	40
Thier de Regné	10
Thier del Preu	28
Thier des carrières (Vielsalm)	46
Thier du Mont (Ménil)	27
Thier du Mont (Salmchâteau)	32
Trou des Massotais	18
Xhierfomont	83

Index des minéraux représentés

<u>Minéral</u>	<u>Localité</u>	<u>Page</u>
Albite	Salmchâteau	34
Alurgite	Bihain	14
Alurgite	Salmchâteau	37
Andalousite	Sart	21,24
Andalousite	Vielsalm	58
Andalousite bleue	Ottré	17
Ardennite	Salmchâteau	29,34
Arsénopyrite	Vielsalm	62
Azurite	Moët-Fontaine	78
Bornite	Vielsalm	60,61,63
Bornite	Moët-Fontaine	78
Carpholite	Bierleux	77
Chalcopyrite	Moët-Fontaine	78
Chloritoïde	Ottré	18
Coticule	Bihain	5
Coticule	Sart	7,24
Cresse	Salmchâteau	32
Cresse	Vielsalm	54,55,56
Cryptomelane	Vielsalm	53
Cryptomelane	Sart	24
Davreuxite	Ottré	16
Davreuxite	Salmchâteau	40
Davreuxite	Vielsalm	58
Florencite	Salmchâteau	38
Fuchsite	Salmchâteau	34
Grenat	Salmchâteau	42
Hematite	Ménil	25
Hematite	Vielsalm	57,58
Kanonaite	Salmchâteau	37
Libethenite	Vielsalm	45,56,61
Magnetite	Vielsalm	52
Malachite	Salmchâteau	41,42
Malachite	Vielsalm	59,61
Malachite	Moët-Fontaine	78
Manganèse (minéral)	Moët-Fontaine	4
Manganèse (minéral)	Sart	4
Muscovite	Salmchâteau	42
Ottrélite	Ottré	16
Oxyde de manganèse	Bihain	14
Oxyde de manganèse	Sart	24
Oxyde de manganèse	Vielsalm	53
Paratellurite	Salmchâteau	42
Pseudocoticule	Vielsalm	54,55,56
Pseudomalachite	Salmchâteau	32
Pseudomalachite	Vielsalm	61
Pyrite	Vielsalm	52
Pyrolusite	Salmchâteau	37
Pyrophyllite	Ottré	16
Pyrophyllite	Sart	24,25
Quartz améthyste	Salmchâteau	38
Quartz veiné rouge	Ménil	25
Quartz veiné violet	Salmchâteau	38
Rhodocrosite	Vielsalm	63
Rhodocrosite	Moët-Fontaine	76
Spessartine	Salmchâteau	42
Spessartine	Moët-Fontaine	78
Sursassite	Minières (Lienne)	77
Turquoise	Sart	25
Turquoise	Salmchâteau	38
Turquoise	Vielsalm	57
Vantasselite	Bihain	9,12
Wavellite	Bihain	12,14
Wavellite	Vielsalm	57