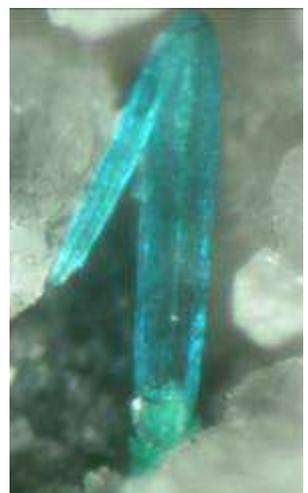
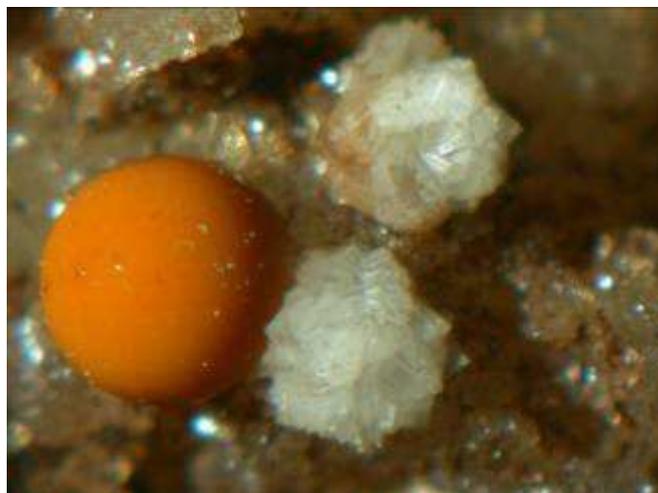
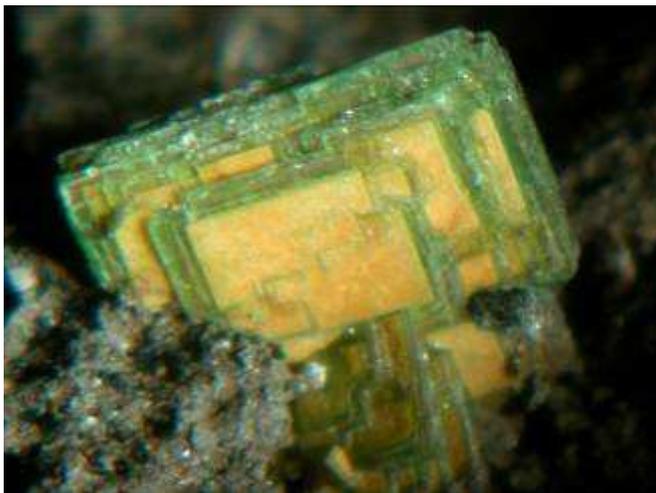


# Description des espèces minérales présentes dans les gisements salmiens du Massif de Stavelot



Légende de la page de couverture

1	1. Rhodocrosite, Vielsalm, Galerie Joannesses [4mm]
	2. Torbernite, Vielsalm, Galerie Roqueyes [3mm]
2	3. Pseudomalachite « phagocytant » une libethenite, Salmchâteau, Filon de cuivre [2mm]
3	4. Rhodocrosite rouge, Vielsalm, Galerie Joannesses [0,5 mm]
	5. Cacoxenite et Vantasselite, Bihain [3mm]
4	6. Langite, Vielsalm, Galerie Joannesses [1mm]
5	
6	

## **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

Faisant suite au premier tome paru en 2005 (« *Les gisements minéraux du Salmien dans le Massif de Stavelot* »)[presque épuisé], ce livre se veut en être sa prolongation et décrit toutes les espèces minérales recensées à ce jour dans les couches du Salmien du Massif de Stavelot. La liste de toutes ces espèces (et de leur formule chimique idéale) est fournie à la fin de l'ouvrage ; les espèces discréditées et les anciens noms sont également repris et mis en italique.

Les espèces minérales sont regroupées par classes chimiques selon la classification de Strunz et leur nom est autant que possible celui accepté par l'I.M.A. (International Mineralogical Association) et repris notamment dans le « *Fleischer's glossary of Mineral species - (Mandarino, 2004)* ». J'ai donc volontairement abandonné les accents : j'écris par exemple « hematite » et non « hématisation » ; ce qui n'est guère gênant. Par contre, lorsque les noms sont trop différents, j'ai conservé le terme français : j'écris par exemple « or natif » et non « native gold », j'écris « galène » et non « galena ».

Après la description des espèces recensées, j'ai inséré une petite rubrique présentant quelques espèces (photogéniques) non encore identifiées.

Rappelons également que l'identification des espèces minérales récoltées n'est pas toujours chose aisée. J'ai pu profiter de quelques analyses faites par RX mais on ne sait évidemment pas faire analyser tout. D'autre part, des investigations chimiques complémentaires auraient dans certains cas été nécessaires et elles n'ont pas été réalisées. D'avance, je m'excuse pour les erreurs ou imprécisions éventuelles.

Autant que possible, je donne la référence des travaux ayant conduit à la description des occurrences signalées. La lecture des documents anciens doit cependant se faire avec un œil (très) critique ; les identifications d'alors étant parfois bien moins rigoureuses que celles faites aujourd'hui. C'est ainsi que des informations, manifestement erronées, sont reprises d'édition en édition par les différents auteurs successifs. Dans certains cas, je donne mon avis et j'espère que ces remarques pourront « donner du grain à moudre » aux prochains auteurs qui aborderont à nouveau ces matières. Par ailleurs certains échantillons sont encore en cours d'étude ; les rectifications ou compléments d'informations seront régulièrement apportés sur mon site web sur la page : <http://membres.lycos.fr/minbe/salmien.html>. D'ores et déjà, je remercie toutes les personnes qui me permettront de rectifier ou de compléter les informations fournies dans ce(s) livre(s). Si cela s'avère nécessaire, un troisième tome pourrait être mis en chantier.

Par ailleurs, la récolte d'échantillons sur les anciennes haldes et terrils peut parfois poser des problèmes. Certains minéraux s'y trouvant ne sont peut-être pas autochtones mais ont été déversés par des collectionneurs peu scrupuleux vidant ainsi leur fond de sac. J'y ai déjà trouvé des minéraux venant manifestement d'ailleurs (mine Clara en Allemagne, scories volcaniques de l'Eifel, etc....). Ces petits dépôts sauvages sont cependant souvent réalisés dans des lieux facilement accessibles (en voiture) et sont souvent en petits tas ne laissant alors aucun doute sur leur origine. Si les minéralogistes habitués de ces gisements repèrent aisément la chose, il n'en est malheureusement pas nécessairement de même des personnes l'étant moins; ce qui peut parfois laisser planer des doutes sur certaines occurrences signalées.

J'ai également voulu réaliser un ouvrage agréable à regarder et me suis donc efforcé de l'enrichir avec de nombreuses photographies. Eddy Van Der Meersche m'a proposé gentiment d'utiliser certaines de ses photos mais je me suis heurté à des problèmes techniques de numérisation des diapositives. Par ailleurs, les meilleures photos d'Eddy sont déjà connues de tous ; j'ai donc souhaité en présenter de nouvelles.

Je me suis donc résolu à réaliser moi-même des photographies ; la photographie de petits minéraux, hier réservée à quelques as de la photo, est aujourd'hui, avec la génération des appareils numériques, devenue accessible à tous. Oh, bien sûr, ce ne sont pas des photos artistiques comme celles réalisées par Eddy mais elles présentent néanmoins les minéraux tels que je le souhaite et c'est l'essentiel. La plupart de ces photos ont donc été réalisées avec un appareil numérique « Nikon coolpix 4500 ». Signalons aussi que, si ce n'est quelques « découpages », ces photos prises avec cet appareil n'ont subi aucune retouche.

Malgré le souhait que j'ai de placer un maximum de photos (d'un maximum d'espèces), il a cependant bien fallu faire des choix. Par ailleurs, il n'est pas possible de présenter en photos tous les minéraux signalés dans le massif de Stavelot; certains, de quelques micromètres seulement, sont bien trop petits (tellure, altaïte, melonite,...), certains ne sont connus qu'en peu, voire un seul exemplaire (clinoclase, kutnohorite, ferrimolybdite, olivenite, beryl, stavelotite,...) et je n'ai pas pu les observer, certains ne forment que des mélanges (certains oxydes de manganèse, faustite,...), certains enfin ne sont tout simplement pas photographiables car vraiment pas photogéniques (glauconite, illite, paragonite,...),...

Malgré ces nombreuses contraintes, je présente sur plus de 450 photos (56 planches A4) un peu plus de 70% des espèces recensées. La dimension de la base des photos (dimension horizontale) est estimée sur base des optiques utilisées (binoculaire + APN) et est chaque fois indiquée en dessous de chaque photo.

- |   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 2 | De 8 à 9 photos sont généralement présentées sur chaque planche A4.   |
| 3 | 4 | Pour des raisons techniques, la numérotation des photos n'est cependant pas indiquée sur les planches mais est sous-entendue. Elle doit se faire, de gauche à droite et de haut en bas. (voir exemple ci-contre) Dans le texte, on fera référence aux photos de la manière suivante : par |
| 5 | 6 | exemple l'indication [42/3] signifiera « planche 42, photo n°3 ».   |
| 8 | 9 |   |

De même, les références faites aux photos du tome 1 seront notées [tome1/numéro de la page]

J'ai également ajouté des schémas de cristaux réalisés avec le logiciel « Face » [logiciel développé par Georges Favreau] en utilisant les données cristallographiques fournies dans la littérature. Ces schémas n'ont cependant aucune autre ambition que celle de montrer l'allure des cristaux observés et c'est pourquoi les faces n'ont pas été numérotées (indices de Miller).

J'espère que ce livre/recueil photographique va « booster » la connaissance des minéraux du massif de Stavelot et provoquer un regain d'intérêt pour ces espèces, pas nécessairement sur le terrain mais bien dans les collections qui, pourront être ainsi revisités avec un œil nouveau. Je serais vraiment heureux si des prolongations à cet ouvrage pouvaient voir le jour. Je suis convaincu que, malgré tous mes efforts, beaucoup d'espèces m'ont encore échappé ! Par ailleurs, beaucoup d'autres analyses pourraient encore être envisagées par les professionnels...

Enfin, petit bémol, je rappelle que les minéraux trouvés dans cette région sont souvent petits, difficiles à trouver dans des gisements le plus souvent ingrats et qu'ils n'ont pratiquement aucune valeur commerciale. Ce que je vous ai présenté dans ces deux tomes est en fait le résultat de plusieurs dizaines d'années de recherches assidues sur le terrain... et de très longues observations à domicile.

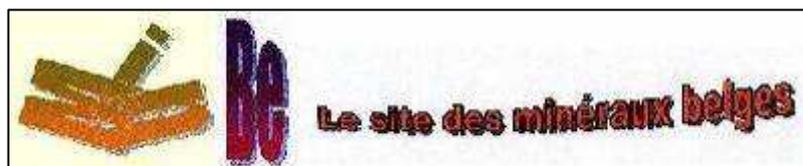
Par ailleurs, il y a aujourd'hui de plus en plus de restrictions quant à la recherche de ces minéraux et les personnes souhaitant aller sur le terrain doivent évidemment se conformer aux législations en vigueur. De plus, indépendamment de ces contraintes, chacun devrait naturellement avoir un comportement irréprochable comme par exemple celui décrit dans le « *code de déontologie pour géologues amateurs et collectionneurs de minéraux* » repris dans l'annexe au Moniteur Belge du 29 juillet 1993, n°13410. Ce n'est évidemment qu'en se comportant correctement que les amateurs continueront à être tolérés par les exploitants de carrières et propriétaires des sols mais aussi du grand public en général.

Enfin, afin de faciliter la localisation des sites signalés, j'ai à nouveau ajouté l'index des localités déjà publié dans le premier tome paru en 2005. (Voir pages 4 et 5)

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)]

D'avance merci pour toutes vos réactions et informations supplémentaires que vous m'apporterez.

# Remerciements

Beaucoup de personnes m'ont épaulé et encouragé dans ce (gros) travail totalisant deux livres consacrés au Salmien du Massif de Stavelot. Je souhaite toutes les remercier et plus particulièrement :

- Eddy Van Der Meersche, le compagnon de la première heure, qui a fait avec moi un sacré bout de chemin dans la réalisation de ces deux livres; il a lu et critiqué les premières versions du travail. Je veux également le remercier pour tous les documents qu'il m'a donnés. Un grand merci aussi pour l'autorisation d'utilisation d'une de ses photos M.E.B.

- Michel Deliens (IRScNB) et Herman Goethals (IRScNB) qui ont toujours accueilli gentiment Eddy lorsqu'il leur demandait des analyses d'échantillons curieux. Soulignons aussi que ces analyses ont toujours été réalisées gratuitement et rapidement. Un tout grand merci pour ces services.

- Monsieur le professeur André-Mathieu Fransolet (ULg) qui a réalisé des analyses minutieuses de minéraux récoltés sur le terrain. Je le remercie également pour m'avoir autorisé à consulter certains mémoires réalisés par des étudiants de son laboratoire. Je le remercie aussi de m'avoir permis d'utiliser quelques unes de ses photographies prises en microscopie électronique à balayage. (M.E.B.)

- Frédéric Hatert (ULg) qui a étudié soigneusement de nombreux échantillons que j'ai récoltés. Je le remercie également pour l'autorisation qu'il m'a donnée d'utiliser quelques unes de ses photographies M.E.B.

- Monsieur le professeur Jacques Jedwab (ULB) pour les informations personnelles qu'il a bien voulu me transmettre.

- Annick Anceau pour sa gentillesse à m'aider lors de mes recherches bibliographiques à la bibliothèque des Sciences de la terre au Sart Tilman (Liège).

- Alain Hanson (ULg) qui m'a fourni beaucoup d'informations sur les observations qu'il a pu faire dans cette région qu'il connaît particulièrement bien. Je le remercie aussi pour les échantillons d'espèces très rares qu'il a bien voulu me donner.

- Stéphane Puccio qui m'a donné de très nombreux renseignements minéralogiques et qui n'a jamais hésité à me donner des échantillons ainsi que des photos d'espèces rares.

- Alain Robert qui m'a donné des échantillons et des renseignements sur le cuivre natif de la Liègne.

- Les responsables de clubs amateurs qui ont accueilli très favorablement le premier tome. Je veux remercier tout particulièrement Francis Hubert (4M) pour l'aide spontanée qu'il m'a proposée.

- Monsieur Celis (Société Ardenne-coticule) qui a accepté que j'utilise des parties de ses documents publicitaires. Je le remercie également pour sa gentillesse à m'accorder (ainsi qu'aux autres amateurs) la permission d'aller collecter des minéraux dans sa carrière en activité à Sart, au thier del Preu.

- Monsieur Lambert Grailet, auteur d'un livre et d'articles pertinents sur la question de l'or dans le Massif de Stavelot. Je le remercie de m'avoir fourni des photographies prises lors de ses recherches et de m'avoir permis de les utiliser.

- Monsieur Vincent Duseigne pour les belles photos prises à l'intérieur de l'Old Rock (Salmchâteau) et qu'il m'a spontanément proposé de pouvoir utiliser gratuitement.

- L'A.S.B.L. « Val du Glain, terre de Salm » (Musée du coticule, Salmchâteau) pour l'intérêt porté à mes publications.

Beaucoup d'autres personnes, souvent des amateurs, m'ont également encouragé et donné au cours des années de nombreuses informations utiles dans la réalisation de ce travail assez gigantesque. Je veux toutes les remercier même si leur nom n'apparaît pas dans les remerciements ci-dessus.

Michel Blondieau

# Index des localités et lieux-dits

## Références au tome 1

Les personnes soucieuses de situer les localités et lieux-dits signalés dans ce livre peuvent trouver de nombreux renseignements dans le premier tome paru en 2005.

Le tableau ci-après reprend un index facilitant les recherches.

<u>Localité</u>	<u>Page</u>
Arbrefontaine	28
Aux Vieux Sarts (Bierleux)	79
Bihain	9
Bor1 (= 1 <sup>er</sup> filon à bornite de Vielsalm)	65
Bor2 (= 2 <sup>ième</sup> filon à bornite de Vielsalm)	65
Cahay	46
Carrière Georges Jacques (= Fosse-Roulette) (Vielsalm)	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 (galerie de Vielsalm)	46,49
Corai (au) (Ottré)	10
Corbeaux (Vielsalm)	46
Desmarets (Vielsalm)	46
Djôre Djâques (=Galerie Georges Jacques) (Vielsalm)	46,64
Filon de cuivre (Vielsalm)	41,42
Filons à bornite (Vielsalm)	65
Fosse-Roulette (Vielsalm)	46
FR (= « Fosse-Roulette ») (Vielsalm)	46
Fraiture	28
Galerie Continars (Vielsalm)	46
Galerie Corbeaux (Vielsalm)	46
Galerie Desmarets (Vielsalm)	46
Galerie Georges Jacques (Vielsalm)	46,64
Galerie Houlands (Vielsalm)	46
Galerie Jean Mathieu (Vielsalm)	46
Galerie Joannesses (Vielsalm)	46
Galerie Maizeroul (Bihain)	13
Galerie Roqueyes (Vielsalm)	46
Georges Jacques (Galerie) (Vielsalm)	46,64
Georges Jacques (carrière) (Vielsalm)	48,64
Gisement à ardenite (Salmchâteau)	34,35
Gisement à davreuxite (Vielsalm)	58
Gisement à davreuxite d'Ottré	17
Gisement à florencite (Salmchâteau)	38
Gisement à kanonaite (Salmchâteau)	36
Gisement à ottrelite d'Ottré	17
Gisement à pyrophyllite d'Ottré	17
Gisement à vantasselite (Bihain)	13
Gisement à wardite (Vielsalm)	50

<u>Localité</u>	<u>Page</u>
Hebronval	10
Heid Cossin (Bierleux)	79
Heid Julien (Bierleux)	79
Houlands (Vielsalm)	46
Jean Mathieu (Vielsalm)	46
Joannesses (= galerie de Vielsalm)	46,64
Les Minières (Vallée de la Lienne)	80
Lescrenier (Vielsalm)	47
Lienne	73
Lierneux	28
Longs Sarts	27
Manganèse (recherches) à Lierneux	27
Manganèse (recherches) à Verleumont	27
Massotais (trou)	18
Ménil	27
Meyer (Vielsalm)	47
Minières (les) (Bihain)	10
Moët-Fontaine	80
Musée du Coticule	44
Old Rock (Salmchâteau)	32,33
Ottré	9
Pagani (Ottré)	18
Pignon (Vielsalm)	47
Regné	12
Réserve naturelle (Vielsalm-Salmchâteau)	72
Roqueyes (galerie de Vielsalm)	46,49
Rouge Thier	83
Sart (carrière du thier del preu)	26
Sart Close (Salmchâteau)	38
TCVN-5 (Vielsalm)	49
TCVN-6 (Vielsalm)	49,64
TCVS-0 (Salmchâteau)	39,40
TCVS-1 (Salmchâteau)	39,40
TCVS-2 (Salmchâteau)	40
TCVS-3 (Salmchâteau)	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

# Les minéraux types du Massif de Stavelot

Les minéraux types observés dans les couches du Salmien du massif de Stavelot sont, à ce jour, au nombre de cinq. Il est remarquable de constater que quatre de ces espèces renferment des quantités appréciables de manganèse ;... ce qui, par ailleurs, est bien une des caractéristiques essentielles du Salmien. Ces espèces sont données ci-après par ordre chronologique de description.

Ottrelite	$(\text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_2\text{Al}_4\text{Si}_2\text{O}_{10}(\text{OH})_4$ Nommé d'après « Ottré », la localité de découverte.
1842 Ottré	Espèce découverte en 1809 par Dethier et décrite par Damour et Des Cloizeaux en 1842.
Voir page 118.	Minéral rare (+ selon Lapis), signalé aussi en beaucoup d'autres endroits mais il faudrait vérifier si il s'agit bien d'ottrelite et non de chloritoïde ; la confusion s'est faite aussi en Belgique jusqu'il y a peu. Le minéral est certainement plus rare que ce que n'indique lapis et, il est vraisemblable que sa rareté devrait plutôt être « cotée » « ++ ».
Ardennite	$\text{Mn}^{2+}_4(\text{Al}, \text{Mg})_6(\text{SiO}_4)_2(\text{Si}_3\text{O}_{10})[(\text{As}, \text{V})\text{O}_4](\text{OH})_6$ Nommé d'après « Ardennes », région naturelle où s'est faite la découverte.
1872 Salmchâteau	Espèce décrite par Von Lasaulx en 1872
Voir page 113.	Minéral rare (+ selon Lapis), signalé aussi en Italie, en Inde, aux USA, au Japon, en Grèce et en France (d'après Daltry) mais aussi en Macédoine, en Nouvelle Zélande et en Suisse (d'après Mindat). Le minéral est donc beaucoup moins rare que ce que l'on pense généralement.
Davreuxite	$\text{MnAl}_6\text{Si}_4\text{O}_{17}(\text{OH})_2$ Nommé en l'honneur de Charles Joseph Davreux (1800-1863), professeur de minéralogie à l'université de Liège.
1878 Ottré	Espèce découverte avant 1850 par A.Dumont et décrite par de Koninck en 1878.
Voir page 115.	Minéral très rare (++ selon Lapis), signalé uniquement dans le Massif de Stavelot.
Vantasselite	$\text{Al}_4(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ Nommé en l'honneur de René Van Tassel (1916-), chef de section honoraire à l'institut royal des Sciences naturelles de Belgique.
1987 Bihain	Espèce décrite par Fransolet en 1987.
Voir page 89.	Minéral très rare (++ selon Lapis), signalé aussi en Allemagne (Bestwig, carrière Föckinghausen) (d'après Mindat)
Stavelotite- La	$\text{La}_3\text{Mn}^{2+}_3\text{Cu}^{2+}(\text{Mn}^{3+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mn}^{4+})_{26}(\text{Si}_2\text{O}_7)_6\text{O}_{30}$ Nommé d'après « Stavelot », par référence au massif de Stavelot, région géologique où s'est faite la découverte.
2004 Salmchâteau	Espèce décrite récemment par Bernhardt.
Voir page 120.	

**Rem :** Les occurrences étrangères ont été reprises de l'article de Daltry (1993) et du site internet « Mindat » (<http://www.mindat.org/index.php>)

# Liste alphabétique des espèces minérales recensées dans le salmien du Massif de Stavelot

(Plus de 115 espèces)

Albite	Crandallite	Lithiophorite	Rutile
Altaite	Cryptomelane	Magnetite	Siderite
Anatase	Cuprite	Malachite	Soufre
Andalousite	Davreuxite	Manganite	Spessartine
Anilite	Delafossite	Marcasite	Sphalerite
Ardennite	Dickite	Melonite	Spionkopite
Arsenopyrite	Digenite	Mimetite	Stavelotite
Azurite	Djurleite	Molybdenite	Strontiomelane
Balyakinite	Euclase	Monazite-Ce	Sudoite
Barite	Faustite	Muscovite	Sursassite
Beryl	Ferrimolybdite	Nsutite	Teineite
Biotite	Florencite-Ce	Olivenite	Tellure natif
Bornite	Fluorapatite	Or natif	Tellurobismuthite
Braunite	Gahnite	Orthoclase	Todorokite
Brochantite	Galène	Ottrelite	Torbernite et
Cacoxenite	Glaucosite	Paragonite	Meta-Torbernite
Carpholite	Goethite	Paratellurite	Tourmaline
Cerussite	Graemite ?	Pennantite	Turquoise
Chalcoalumite	Groutite ?	Pharmacosiderite	Vantasselite
Chalcocite	Gypse	Piemontite	Variscite
Chalcophyllite	Hausmannite	Plumbojarosite	Wardite
Chalcopyrite	Hematite	Posnjakite	Wavellite
Chamosite	Hollandite	Pseudomalachite	Wittichenite
Chloritoïde	Idaite	Pyrargyrite ?	Wroewolfeite ?
Clinocllore	Illite	Pyrite	Wulfenite
Clinoclase ?	Ilmenite	Pyrolusite	Xenotime-Y
Cobaltite	Kanonaite	Pyromorphite	Yarrowite
Connellite	Kaolinite	Pyrophyllite	Zircon ?
Cookeite	Kutnohorite	Pyrrhotite	
Cuivre natif	Langite	Quartz	
Covellite	Libethenite	Rhodocrosite	

Un index plus complet, avec formules chimiques idéales et espèces discréditées est fourni en fin d'ouvrage.

# Classe 1

# Les éléments

Les minéraux natifs sont peu nombreux dans le Salmien du Massif de Stavelot. On n'en recense en fait que 4 espèces : 2 métaux, 1 métalloïde et 1 non-métal.

Cuivre natif  
Or natif

Soufre  
Tellure natif

- 1.1. Éléments natifs métalliques
- 1.2. Éléments natifs non métalliques

## 1.1. Éléments natifs métalliques

### Cuivre natif

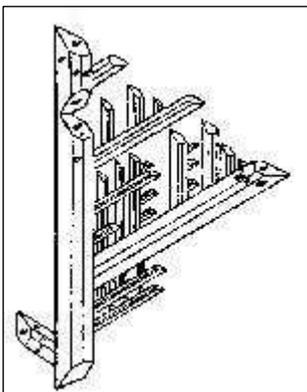
Cu

Le cuivre natif est signalé dans quelques localités mais toujours de manière discrète.

**Dans les minerais de manganèse de la Lienne inférieure**, le cuivre natif, se trouve associé à la cuprite et à la malachite, notamment dans une galerie de la concession de Meuville. De minuscules cristaux y sont parfois observés (A. Robert, comm. pers., 2003), [1/4 et 6].

**(Salmchâteau)**, au filon de cuivre, l'occurrence signalée est douteuse. Ainsi, du Ry et al. (1976) mentionnent : « *H. Buttgenbach [Buttgenbach, 1921 p.51] a admis que le cuivre natif sur du quartz dit « provenant de Vielsalm » vient en réalité de « Salmchâteau », où existent des veines quartzieuses avec différents minéraux cuprifères.* » En fait, le raisonnement de Buttgenbach n'est pas pertinent puisque des veines riches en cuivre sont également reconnues à Vielsalm. Toutefois, la présence de cuivre natif à cet endroit n'aurait rien d'étonnant.

**Vielsalm**, le cuivre natif y est signalé depuis longtemps. Un bloc de cuivre caverneux de 2 à 3 kg aurait été observé lors de l'installation de la distribution d'eau sur la place de Vielsalm (Dewalque, 1869).

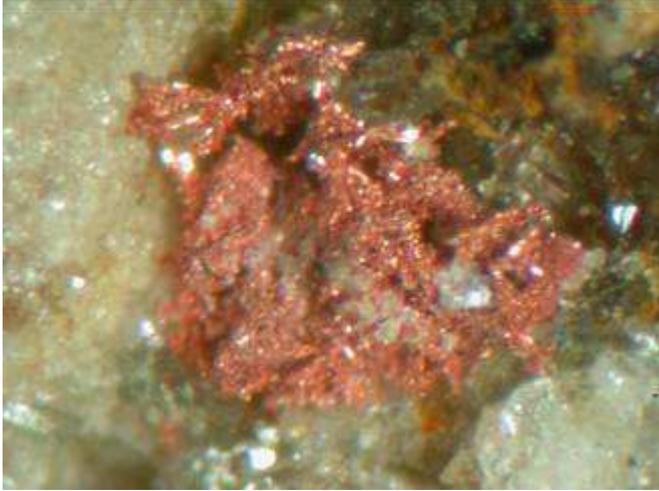


Il aurait également été observé en lamelles ductiles dans un phyllade hématitifère (Anten, 1914). Plus récemment, le cuivre a été reconnu dans différentes paragenèses. Dans le pseudocotricule du Salmien moyen (Sm2b) de la galerie « Roqueyes », il se présente généralement en agrégats dendritiques mais parfois aussi en cristaux aciculaires squelettiques [1/1-3,5]. Dans le Salmien supérieur (Sm3), il forme des concrétions millimétriques en association avec la cuprite dans un filonnet de quartz à rhodocrosite/sidérite de la galerie « Joannesses ». (Van Der Meersche, Mineralcolor 1998/41-42)

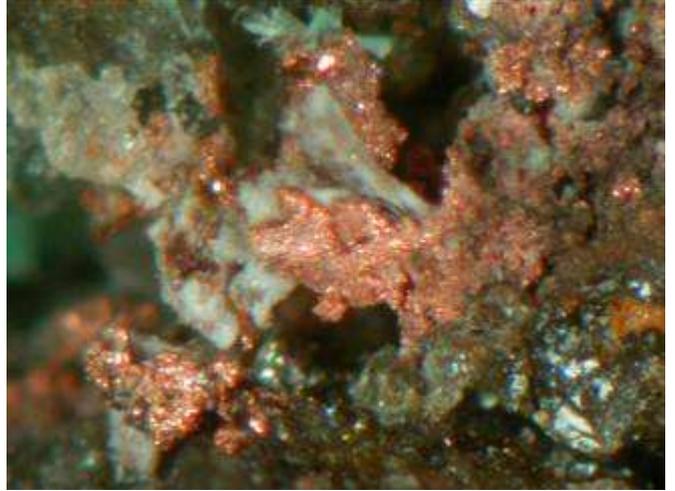
Dendrites de cuivre (Goldschmidt, 1920)

**Planche 1 - Cuivre natif**

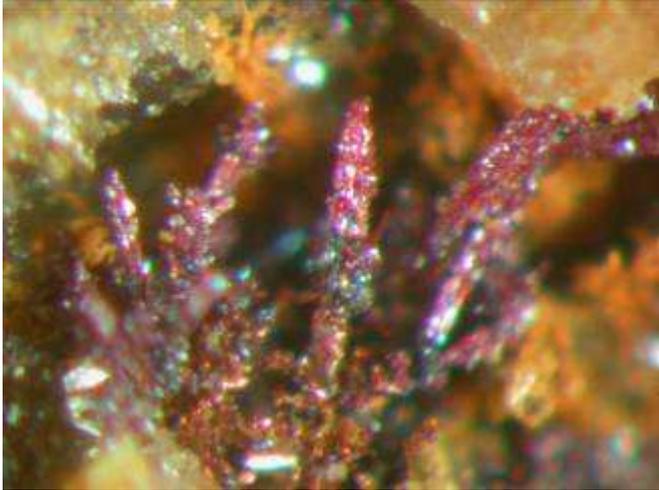
**Natifs (1/2)**



Cuivre natif -Vielsalm, galerie Roqueyes - [2 mm]



Cuivre natif -Vielsalm, galerie Roqueyes - [2 mm]



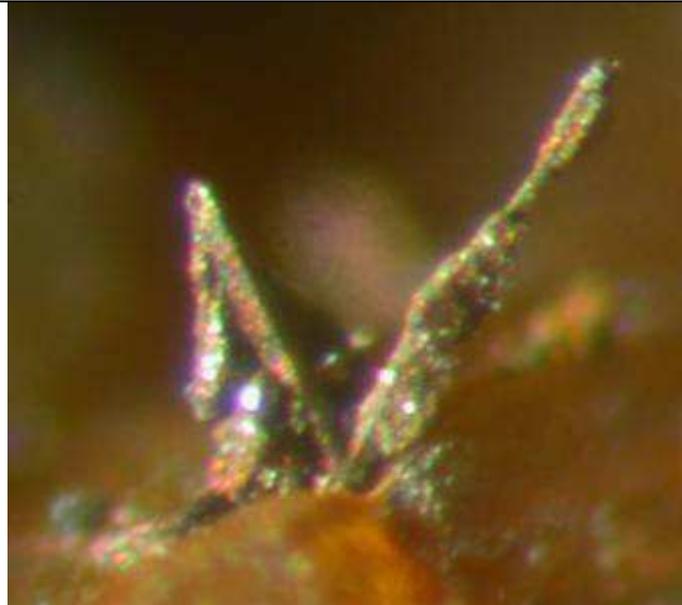
Cuivre natif et cuprite - Vielsalm, Roqueyes [1,5 mm]



Cuivre natif - Meville (Lienne)- [0,5 mm]



Cuivre natif -Vielsalm, galerie Roqueyes - [0,3 mm]



Cuivre natif - Meville (Lienne)- [0,5 mm]

Bien que connu depuis longtemps en petites paillettes ou pépites dans les alluvions de nombreuses rivières du Massif de Stavelot, l'or natif a pu également faire l'objet, ces dernières années, de quelques observations en place dans les roches de la région et notamment dans celles du Salmien et plus récemment encore dans celles du Devillien à Hourt.

**Le « trou des Massotais »**, non loin de Bihain a été reconnu comme étant une ancienne mine d'or dont l'exploitation remonterait au 4<sup>ème</sup> siècle après J.C. (Grailet, 1998 et 2001). L'or ne s'y exprime pas dans un filon quartzeux, mais semble plutôt disséminé dans les phyllades du Salmien. (G.E.M.E.A.U., 2001)

**Salmchâteau**, au gisement de florencite, l'or est présent dans la paragenèse des pseudocoticules du Salmien (Sm2b). Cet or très pur (pas d'argent, pas de terres rares,...) (Fransolet, comm. pers. 1994) est observé en petites paillettes millimétriques dans un bloc de quartz minéralisé en malachite, libethenite, turquoise et apatite [2/5], (Van Der Meersche, Mineralcolor 2000/13-14).

Cette occurrence très localisée est située au croisement d'un quartz riche en cuivre et d'une couche de pseudocoticule. M. Houssa a également repéré un peu d'or dans un gros bloc de quartz avec rutile quelques mètres au-dessus de l'affleurement (comm. pers. 1995).

**Vielsalm**, l'or natif n'a été observé que dans la paragenèse des pseudocoticules (Sm2b). A l'intérieur même des pseudocoticules, partout où ils affleurent, l'or, bien que discret, est présent en minuscules paillettes dans des joints chloriteux perpendiculaires aux veines de quartz qui les traversent [tome1/55], [2/1-3]. Par ailleurs, un échantillon de quartz rosé à malachite, ramassé sur terril, a également fourni l'or en plages de plusieurs millimètres [2/4], (L. Rixhon, comm. pers., 1989). De telles veines de quartz rosé à malachite et phosphates de cuivre sont connues en place dans le Salmien moyen (Sm2b) à proximité des pseudocoticules. (Van Der Meersche, Mineralcolor 1993/1-2).

## 1.2. Eléments natifs non métalliques

Le soufre natif est un produit récent de l'altération météorique des sulfures. Le minéral a été identifié qualitativement sur base de sa forte solubilité dans le sulfure de carbone. Après évaporation du solvant, le dépôt jaune obtenu s'est bien avéré être du soufre.

**Moët-Fontaine**, il est reconnu en petits cristaux déformés sur des veinules de chalcopryrite parcourant le minerai de manganèse du Salmien moyen (Sm2).

**Vielsalm**, le soufre natif se présente dans des quartz du Salmien supérieur (Sm3) se trouvant au sud des couches de phyllades ardoisiers, dans la carrière Georges Jacques (« Fosse-roulette »). Il accompagne la pyrite et la marcasite dont il est un produit d'altération. Il se présente en minces enduits cristallins blanc jaunâtre ou en petits cristaux jaunes transparents fortement arrondis de l'ordre du dixième de millimètre. (Van Der Meersche, Mineralcolor 1998/45-46) [2/7-8]

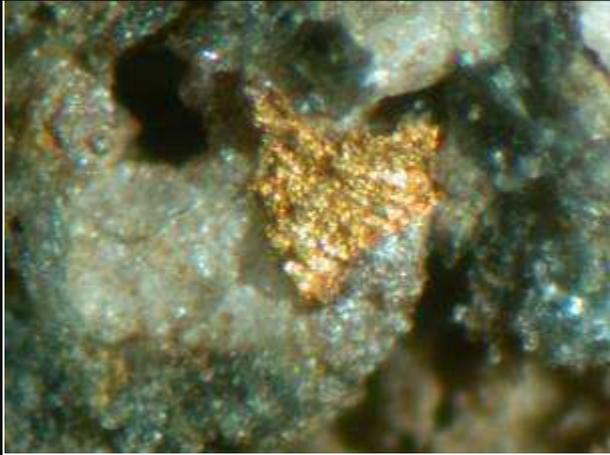
Le tellure natif n'est observé que par microscopie à réflexion sur des sections polies et il ne se présente qu'en plages vraiment minuscules.

**Salmchâteau**, au filon de cuivre, le tellure natif a été identifié en minuscules inclusions de l'ordre de 5 µm dans de la « chalcocite ». (Krygier, 1982)

**Vielsalm**, il se présente en très petits grains de l'ordre de 10 micromètres dans la chalcocite où il est parfois relativement abondant. (Hatert, 1996)

**Planche 2 - Or natif, ...**

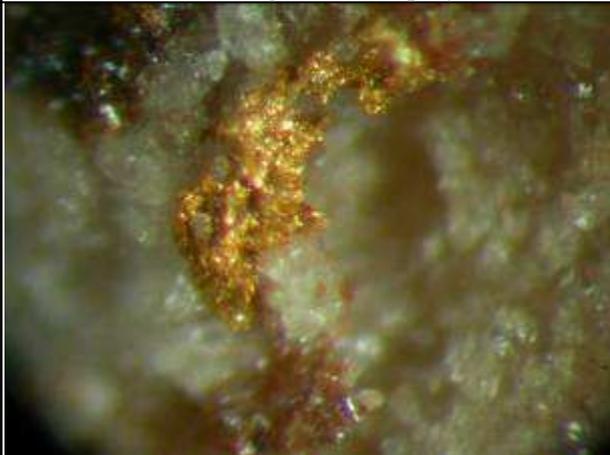
**Natifs (2/2)**



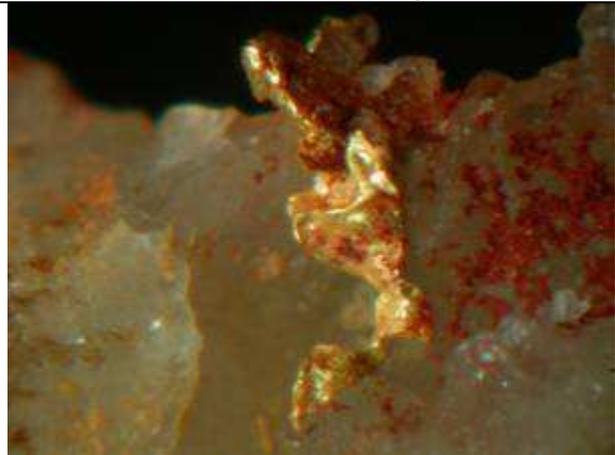
Or natif - Vielsalm, galerie Roqueyes - [1 mm]



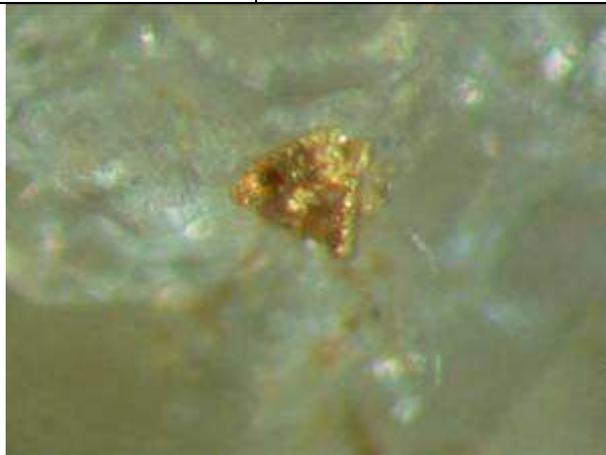
Or natif - Vielsalm, terril Socoetra - [1 mm]



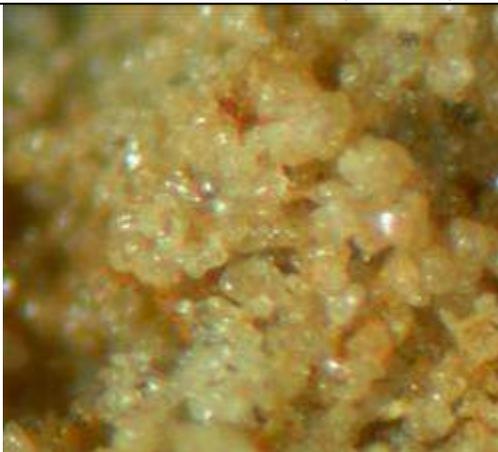
Or natif - Vielsalm - [1 mm]



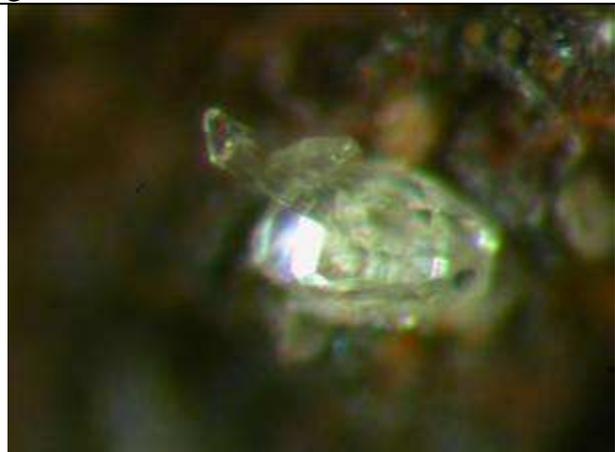
Or natif - Vielsalm - [2 mm]



Or natif (cristal ?)- Salmchâteau, gisement à florencite - [1 mm]



Soufre -Vielsalm, carrière Georges Jacques- [2 mm]



Soufre, gypse- Vielsalm, carrière Georges Jacques - [0,5 mm]

# Classe 2

## Sulfures, sulfosels et tellurures

A ce jour, dans le Salmien du Massif de Stavelot, on signale 23 espèces minérales dans le groupe des sulfures, sulfosels et tellurures.

Altaite	Cobaltite	Melonite	Sphalerite
Anilite	Covellite	Marcasite	Spionkopite
Arsenopyrite	Digenite	Molybdenite	Tellurobismuthite
Bornite	Djurleite	Pyrargyrite	Wittichenite
Chalcocite	Galène	Pyrite	Yarrowite
Chalcopyrite	Idaite	Pyrrhotite	

Les sulfures, sulfosels et tellurures sont bien représentés dans le Massif de Stavelot, notamment dans le Salmien supérieur Sm3 ; ces dernières couches semblant en effet être celles qui renfermaient à l'origine les métaux. Les sulfures les plus fréquents peuvent également être observés localement dans certaines zones du Salmien moyen Sm2, notamment là où les pseudocoticules ont été recoupés par des veines de quartz chargées en sulfures.

De nombreuses espèces de ces sulfures, sulfosels et tellurures ne se présentent cependant qu'en plages minuscules et leur identification nécessite le plus souvent la confection de sections polies et l'utilisation d'un microscope optique à réflexion, en lumière naturelle ou analysée.

Ajoutons également que ces espèces forment très souvent entre elles des associations très étroites. On signalera notamment les très fréquentes structures lamellaires. Ces associations de sulfures en lamelles parallèles résultent d'un processus de transformation des sulfures primaires (chalcocite) d'abord en digenite puis en covellite.

Hatert (2005) précise les séquences suivantes :

a) Pour la chalcopyrite :

Chalcopyrite → Digenite → ? → Covellite → Minéraux d'oxydation.

b) Pour la bornite :

Bornite → Digenite → Idaite + Chalcopyrite → Covellite → Minéraux d'oxydation.

c) Pour la chalcocite :

Chalcocite-H (hexagonale) → Chalcocite-M (Monoclinique) → Djurleite → [Digenite ou Anilite/Djurleite] → Spionkopite/Yarrowite → Covellite → Minéraux d'oxydation.

Les différentes espèces produites au cours de l'altération de la chalcocite sont de moins en moins volumineuses ; elles se contractent donc et présentent alors des retraits d'où l'aspect caractéristique en lamelles. En fin de séquence, on observe bien souvent de la malachite ayant conservé en relique la structure lamellaire des sulfures qui l'ont produite. [4/6-7]

2.1. Sulfures de cuivre

2.2. Autres sulfures

2.3. Tellurures

### **2.1. Sulfures et sulfosels contenant du cuivre.**

A Vielsalm et à Salmchâteau, des filons de quartz et des roches du Salmien supérieur Sm3 renferment des minéralisations sulfurées à cuivre et fer avec molybdène, bismuth, tellure, arsenic, plomb et zinc accessoires. On y observe également des mouchetures de sulfures dans la paragenèse des pseudocoticules du Salmien moyen Sm2b. Des minéralisations comparables ont été observées anciennement à Lierneux mais ces affleurements ne sont plus accessibles aujourd'hui.

Dans la vallée de la Lienne inférieure, les sulfures se présentent généralement en inclusions et veines très minces dans le minerai de manganèse du Salmien moyen Sm2 mais les sulfures de cuivre sont rarement observés dans les quartz.

Les affleurements de Vielsalm et Salmchâteau, encore relativement accessibles il y a quelques années, ont permis de faire des observations intéressantes en ce qui concerne les paragenèses rencontrées. Les gisements de la Lienne, par contre, ne permettent plus de faire des observations en place puisque seules des recherches sur terrils sont encore possibles.

Les sulfures de cuivre peuvent être classés en deux groupes : les sulfures primaires et les sulfures secondaires. Les sulfures primaires (principalement chalcopirite, bornite et chalcocite) ont fourni par oxydation atmosphérique des sulfures secondaires parfois plus riches en cuivre encore (digenite et covellite, essentiellement).

D'après Hatert (1996), la chalcopirite est le sulfure primaire le premier à s'être déposé. Plus tard, par refroidissement des fluides minéralisateurs, se sont formés des filons de quartz à bornite et enfin, en dernier lieu, des filons de quartz à chalcocite/djurleite ; les sulfures primaires ainsi déposés apparaissant de plus en plus riches en cuivre. (Tableau ci-dessous). Des associations bornite/chalcocite sont cependant fréquentes indiquant ainsi un dépôt parfois simultané.

<u>Teneur en Cu</u>	<u>Moyenne</u>	<u>Importante</u>	<u>Elevée</u>
<u>Rapport Cu/S</u>	[0,50 - 0,75]	[1,00 - 1,40]	[> 1,75]
<u>Sulfures primaires</u>	Chalcopirite	Bornite Wittichenite	Chalcocite Djurleite
<u>Sulfures secondaires</u>	Idaite	Covellite Spionkopite Yarrowite	Anilite Digenite

Importance du cuivre [Rapport Cu/S] dans les sulfures de cuivre

#### **Anilite**

$Cu_7S_4$

**Salmchâteau**, au filon de cuivre, la digenite [tome 1/41] forme des associations lamellaires avec un autre minéral qui pourrait être de l'anilite. Le minéral est difficile à repérer car, une fois broyé, il se transforme en digenite. La présence d'anilite est donc fort vraisemblable mais pas certaine. (Hatert, 1996)

#### **Bornite**

$Cu_5FeS_4$

Avec la chalcocite, la bornite est un des sulfures primaires les plus abondants du Massif de Stavelot. Sa couleur « gorge de pigeon » sur cassure fraîche permet de l'identifier facilement.

**Minerai de Manganèse de la Lienne inférieure**, la bornite s'y présente en petites mouches de quelques millimètres à même le minerai ou, plus rarement, dans des petits joints de quartz. Parfois, elle forme de minces digitations autour de rhomboèdres de carbonates. Parfois aussi, elle forme des petites veinules dans le phyllade lie de vin qui encaissait le minerai. [tome 1/78].

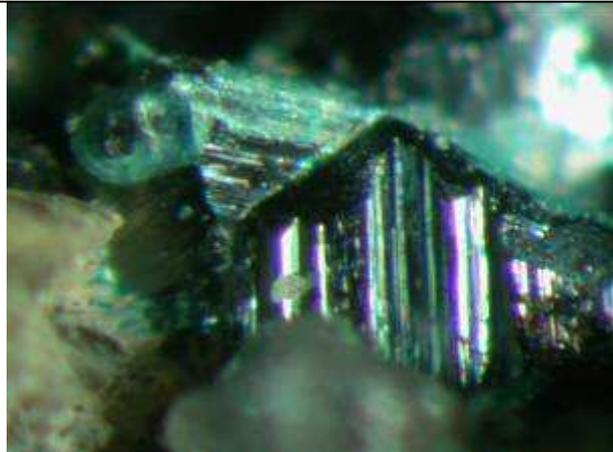
Le minéral se présente de la même manière dans toutes les concessions minières de la vallée (Bierleux, Meuville et Moët-Fontaine). De belles associations myrmékites avec digenite y sont « également signalées. (Hatert, 1996).

**Planche 3- Chalcocite/Djurleite**

**Sulfures de cuivre (1/4)**



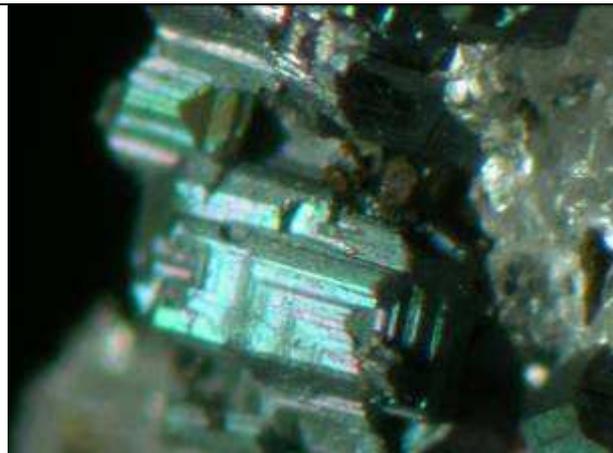
Chalcocite + malachite, Moët-Fontaine - [3 mm]



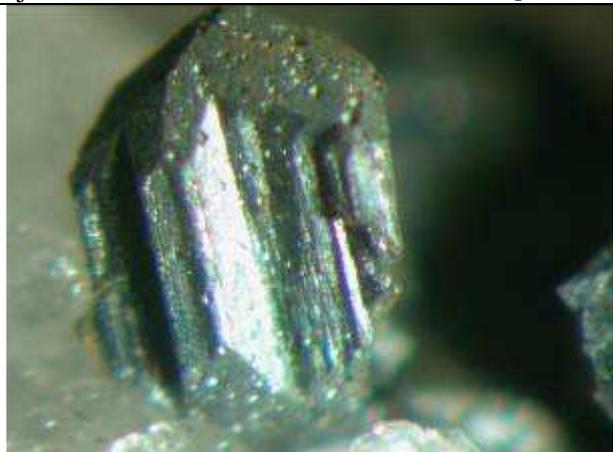
Djurleite/chalcocite - Salmchâteau, Old Rock (cr) - [1 mm]



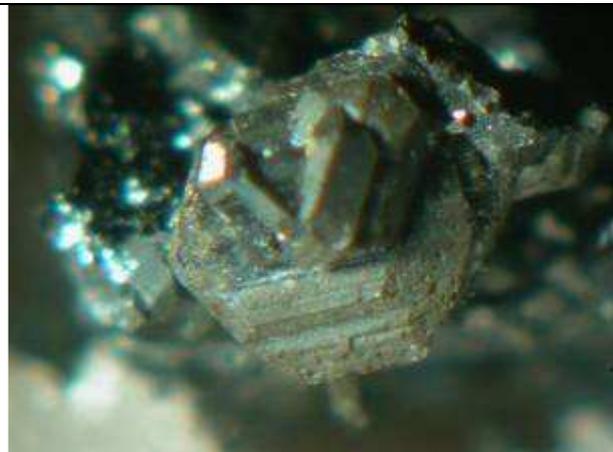
Djurleite/chalcocite Vielsalm, Joannesses - [1,5 mm]



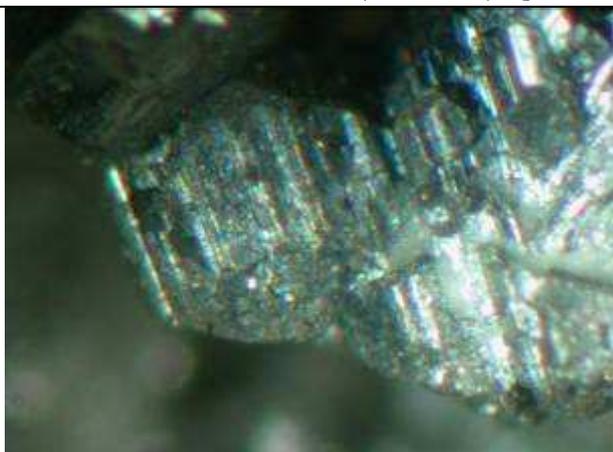
Chalcocite -Vielsalm, filon à chalcocite de TCVN6 - [2 mm]



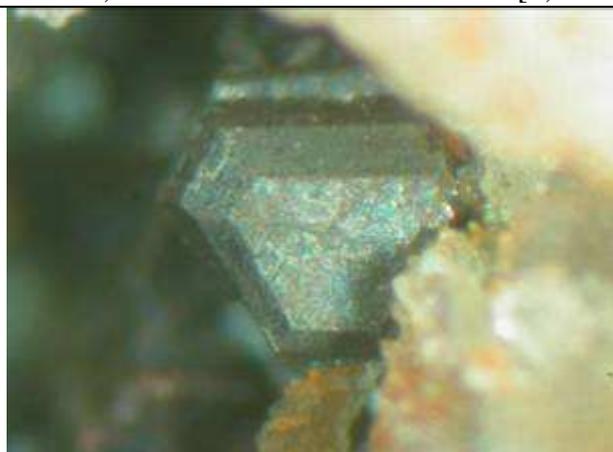
Chalcocite -Vielsalm, TCVN6 (chalcocite) - [1,5 mm]



Vielsalm, filon à chalcocite de TCVN6 - [1,5 mm]



Djurleite/chalcocite-Vielsalm, TCVN6 (chalcocite) - [1 mm]



Djurleite/chalcocite -Vielsalm, Joannesses - [0,5 mm]

**Lierneux**, la bornite se présente sous forme de petits grains disséminés dans la masse de la chalcopryrite découverte dans les fondations de « l’asile d’aliénés » (Legraye, 1925), (Corin, 1927). La bornite est également signalée dans les anciennes ardoisières au Sud de Verleumont, au lieu-dit Colanhan (Hatert, 2002).

**(Ottre)**, Mélon (1976) et Hatert (2004) relatent, sans aucune précision, la présence de bornite à Ottré. Par ailleurs, dans les archives du service géologique, Corin (1929b), à propos des minières de Bihain [point 97 des archives], précise : « *Le coticule est veiné de quartz, recouvert de psilomélane. Les veines renferment du rutile, de l’oligiste, des sulfures,...* ». L’occurrence de sulfures à cet endroit semble très douteuse et, hormis ce signalement, aucune découverte certaine de sulfures et à fortiori de sulfure de cuivre n’est établie dans le salmien moyen de la région de Bihain-Ottré.

Rem : Les oxyde de manganèse étaient généralement considérés anciennement comme « psilomélane », espèce non retrouvée dans le Massif de Stavelot. L’oligiste est un ancien nom désignant l’hématite.

**Salmchâteau**, elle est signalée au gîte de cuivre et à l’Old Rock.

Au gîte de cuivre, les phyllades sont parcourus par de nombreux filonnets noirs constitués essentiellement de digénite et de covellite. Ces filonnets sont quelquefois traversés par des filaments de bornite de quelques dizaines de micromètres de large. (du Ry et al., 1976). Plus récemment, des plages millimétriques ont également été observées dans un quartz minéralisé en digénite.

A l’Old Rock, ancienne exploitation de coticule Offergeld, elle se trouve en petites inclusions dans les pseudocoticules Sm2b ainsi que dans un joint minéralisé dans les phyllades d’une des anciennes galeries de l’ardoisière du Coreux.

**Vielsalm**, la bornite, déjà remarquée par Dumont, est rapportée pour la première fois par De Koninck (1871). Elle est essentiellement observée dans trois filons en surface (premier, deuxième et troisième filons à bornite) et un filon dans la galerie TCVN-6. De couleur caractéristique « gorge de pigeon », la bornite se présente en nodules pouvant atteindre 4 cm de diamètre ou en injections dans des quartz boudinés [tome1/61]. La bornite englobe souvent des cristaux de quartz complètement arrondis, du fait vraisemblablement des températures atteintes lors du dépôt des sulfures. On l’observe parfois aussi en intercroissance avec la chalcocite. Sur terril, on l’a observée associée à la rhodocrosite [tome1/63].

Dans les travaux souterrains de la galerie TCVN-6, elle se présente de manière grenue, très souvent en association myrmékitique avec la chalcopryrite et la digénite (filon à bornite) ou en petits cristaux cubiques minuscules, associés à des cristaux de chalcopryrite (filon à chalcocite) [4/8-9], (Van Der Meersche, Mineralcolor 1993/5 et 1999/7-8).

Au premier filon à bornite, là où la bornite a été plus oxydée, on observe des plages d’un minéral dénommé « anomalous bornite ». Sa teinte est plus pâle que celle de la bornite normale et sa teneur en cuivre est plus faible [tome 1/60], [6/6], (Hatert, 2005).

<b>Chalcocite</b>	<b>Cu<sub>2</sub>S</b>
-------------------	------------------------

La chalcocite est un des sulfures primaires les plus fréquents du Massif de Stavelot. Elle s’observe généralement en nodules ou injections dans les phyllades ou dans des filons de quartz. La distinction de la chalcocite et de la djurleite ne peut pas se faire visuellement.

**Minerai de Mn de la Lienne inférieure**, le minéral a été reconnu dans la concession de Moët-Fontaine dans un puits de recherche et dans une galerie ayant recoupé une petite faille rejetant la couche de minerai exploitée. La chalcocite s’y présente en petits nodules de 4 à 5 mm de diamètre dans la roche (Firket, 1883). Des cristaux de plusieurs millimètres sont également observables dans les petites cavités des quartz minéralisés en cuivre [3/1]. Le minéral se présente de la même manière dans les concessions de Bierleux et de Meuville.

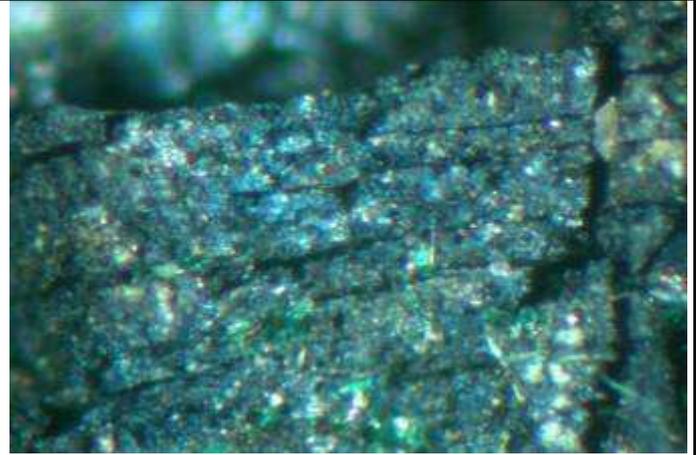
**Salmchâteau**, au gîte de cuivre, elle se présente en petites lamelles noirâtres (de Koninck et al., 1871) ou en grains lamellaires accompagnant la malachite (Buttgenbach, 1921). Krygier (1982) l’a reconnue en microscopie à réflexion et la signale fréquente. Il signale cependant la grande difficulté de l’observer car l’action de polissage des surfaces polies forme un film de digénite. Hatert (1996), bien qu’ayant constaté sa présence, la signale toutefois peu fréquente. Pour lui, la digénite et la covellite y sont nettement plus fréquentes.

**Planche 4- Oxydation de chalcocite**

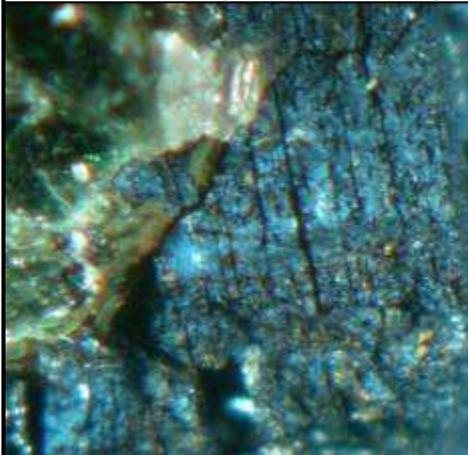
**Sulfures de cuivre (2/4)**



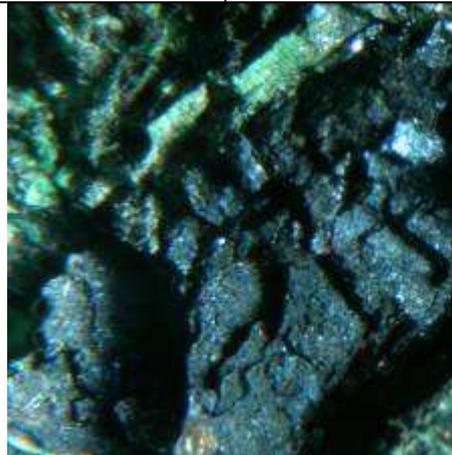
Ass. Lamell. [digenite, Anilite, djurleite]) - [8 mm]



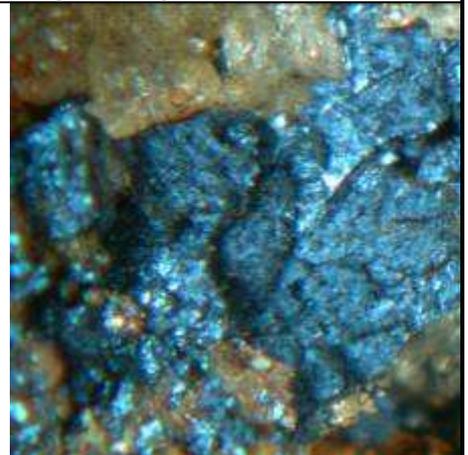
Ass. Lamell. [digenite/Djurléite]- [1 mm]



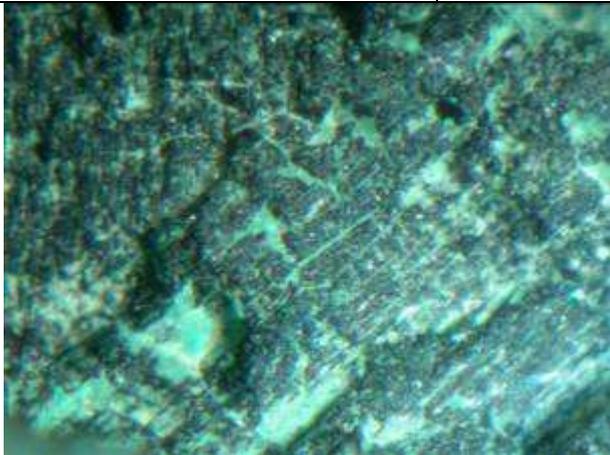
A. Lamel. [digenite/Djurléite]-[1,5 mm]



Vielsalm, terril Socogetra - [3 mm]



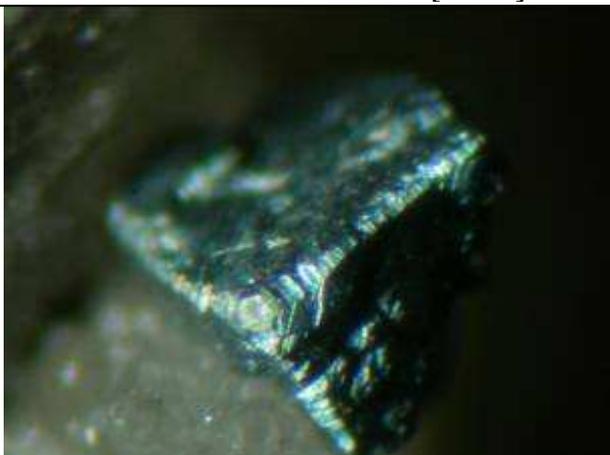
Salmchâteau, filon de cuivre- [5 mm]



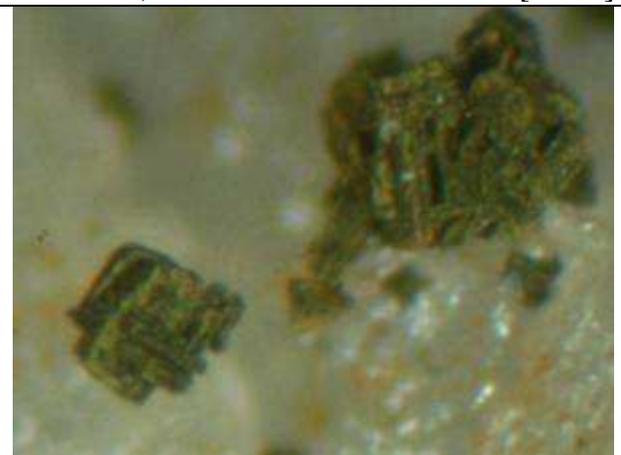
Associations lamellaires - [4 mm]



Malachite, stade final des ass. lamell. - [3 mm]



Cristal de bornite -Vielsalm, TCVN6 - [0,5 mm]



Cristaux de bornite + chalcopyrite -Vielsalm, TCVN6-[1 mm]

## Planche 4 - Légendes

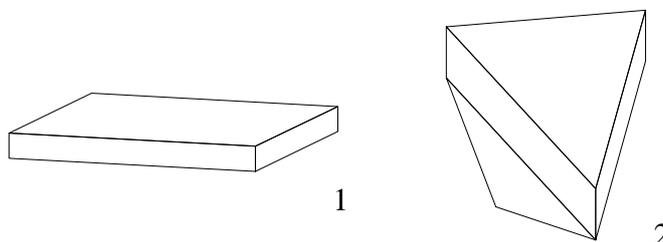
- Photo 1 Sulfures en associations lamellaires (altération météorique de la chalcocite [digenite, Anilite, djurleite])-Vielsalm, terri Pignon – [8 mm]  
Photo 2 Associations lamellaires de digenite/Djurleite -Vielsalm, galerie Georges Jacques- [1 mm]  
Photo 3 Idem, Vielsalm, galerie Georges Jacques, dans le quartz - [1,5 mm]  
Photo 4 Vielsalm, terri Socogetra - [3 mm]  
Photo 5 Associations lamellaires (digenite/anilite ?) - Salmchâteau, filon de cuivre- [5 mm]  
Photo 6 Associations lamellaires (digenite/anilite ?) et malachite - Salmchâteau, filon de cuivre - [4 mm]  
Photo 7 Malachite - Vielsalm, en surface - [3 mm]  
Photo 8 Cristal de bornite -Vielsalm, filon à chalcocite de TCVN6 - [0,5 mm]  
Photo 9 Cristaux de bornite recouverts de cristaux de chalcopirite -Vielsalm, filon à chalcocite de TCVN6-[1 mm]

**Vielsalm.** Dumont (1847-1848) est le premier à rapporter cette occurrence. Avec la bornite, la chalcocite y est le sulfure primaire de cuivre le plus fréquent et on l'observe parfois en nodules de taille pluri centimétrique. Elle est souvent associée à la bornite, parfois aussi elle se présente en associations lamellaires avec la digenite. Les filons de quartz à chalcocite se seraient déposés bien après ceux à bornite, à la fin des périodes de déformation. (Hatert, 1996). La chalcocite a été collectée sur terri mais a également été observée en place. Dans la galerie TCVN-6, elle se présente dans un filon de quartz en masses assez importantes, souvent autour de cristaux d'hématite aux bords arrondis comme si ils avaient été refondus. Des cristaux de chalcocite présentant des macles multiples sont souvent observés. Certains de ces cristaux apparaissent pseudo hexagonaux. Elle est également observée en mouchetures dans les filons de quartz à tellurobismuthite de la carrière Georges Jacques. Enfin, des petits cristaux isolés sont observés avec brochantite et langite dans un filonnet de quartz centimétrique de l'exploitation « Joannesses ». (Hatert, 1996), (Van Der Meersche, Mineralcolor 1991/13-14 ; 1998/39-40)

## Chalcopyrite

CuFeS<sub>2</sub>

Sans être vraiment rare, la chalcopyrite est cependant bien moins abondante que la bornite ou la chalcocite. Son association à la bornite est fréquente. Les cristaux sont rares et se présentent le plus souvent en petites tablettes de section quadratique (schéma 1) [5/4-9] et parfois mais plus rarement en cristaux tétraédriques (schéma 2) [5/1-3].



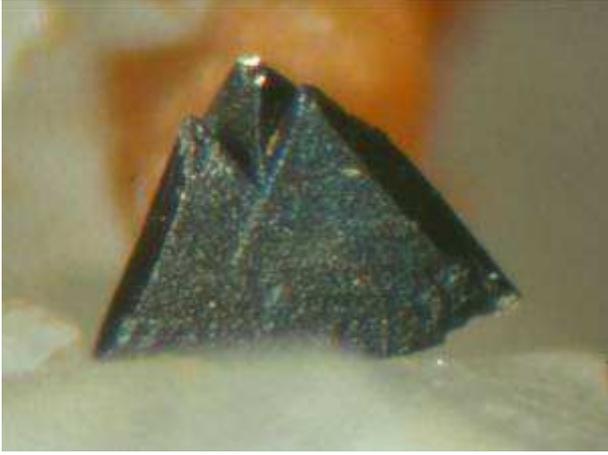
**Minerai de Mn de la Lienne inférieure,** la chalcopyrite se présente en petites mouches dans le minerai de manganèse [tome1/78], seule ou avec la bornite. Elle y forme parfois aussi des petits joints d'épaisseur millimétrique. Des petits cristaux mal définis s'observent également dans des petits joints chloriteux à anatase. Des petites « croissettes » sont parfois observées comme à Vielsalm. Le minéral se présente de la même manière dans toutes les concessions minières de la vallée (Bierleux, Meuville et Moët-Fontaine). [5/10]

**Lierneux,** la chalcopyrite a été découverte dans les fondations de l'asile d'aliénés. (Corin, 1927). Legraye (1925) précise que les filonnets, d'épaisseurs très variables, de quelques millimètres à quelques centimètres, forment un réseau très irrégulier dans le phyllade et sont composés en majeure partie de chalcopyrite massive. La bornite se présente sous forme de petits grains disséminés dans la masse de chalcopyrite et la covellite se développe dans les fissures. Hatert (2002) la signale également dans les ardoisières au Sud de Verleumont, au lieu-dit « Colanhan » ainsi qu'à Petit-Sart.

**Salmchâteau,** la chalcopyrite est signalée au gîte de cuivre où les filonnets noirs sont constitués essentiellement de digenite/covellite et accessoirement de bornite et de chalcopyrite (du Ry et al., 1976). Elle s'y présente également en petits grains métalliques jaunes recouverts de goethite pulvérulente noire (Van Tassel, 1978). La chalcopyrite est également observée en petites concrétions dans les pseudocoticles du Salmien moyen Sm2b affleurant dans les travaux souterrains de l'exploitation « Old Rock »

# Planche 5 - Chalcopyrite

# Sulfures de cuivre (3/4)



Sur rhodocrosite -Vielsalm, terril Pignon [0,5 mm]



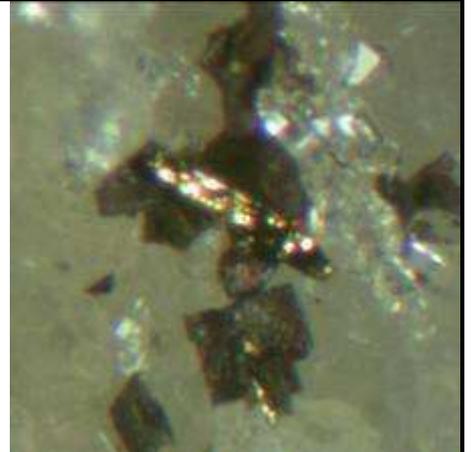
Sur rhodocrosite - Vielsalm, terril Pignon - [2 mm]



Sur rhodocrosite -Vielsalm -[0,5 mm]



+ Goethite - Vielsalm, bor2 - [0,5 mm]



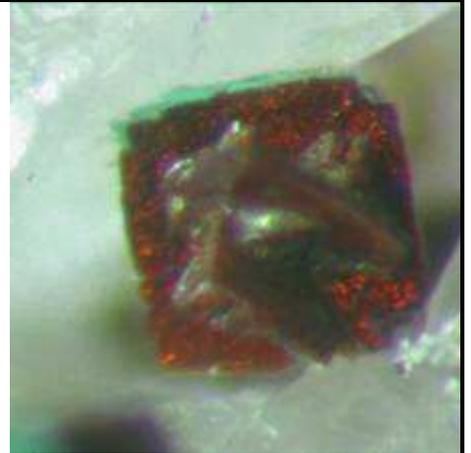
Vielsalm, TCVN6 (bornite)- [1 mm]



+ Goethite - Vielsalm, FR - [0,3 mm]



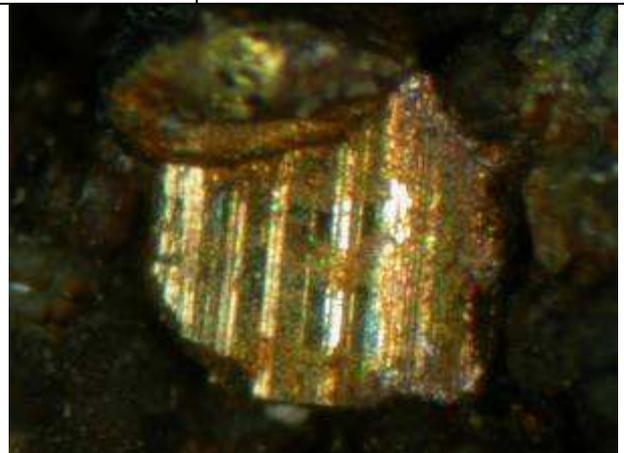
Vielsalm, bor2 - [0,5 mm]



Vielsalm, TCVN6 (bornite) - [0,5 mm]



Chalcopyrite couverte de goethite - Vielsalm, bor2 - [0,5 mm]



Moët-Fontaine - [1,5 mm]

**Vielsalm**, dans la galerie TCVN-6, elle forme des structures myrmékitiques dans la bornite [6/2] et on l'observe aussi en veinules millimétriques dans le quartz. Elle s'y trouve également en petits cristaux « squelettiques » ressemblant à des petites « croisettes ». Notons que ces cristaux semblent assez fréquents dans de nombreux autres filons de quartz à sulfures de Vielsalm mais ils y sont généralement de plus petite taille et très souvent à peu près complètement « limonitisés » ; ce qui n'est pas le cas dans cet affleurement souterrain moins oxydé. Dans la même galerie, on l'observe en petites « rosettes » avec petits cubes de bornite aux épontes du quartz minéralisé en chalcocite. [4/9]. En surface, elle se trouve en place dans la paroi tout au fond de la carrière « Georges Jacques », en plages associées à la pyrite, la pyrrhotite et l'arsenopyrite. Elle a également été observée en tétraèdres et petites « croisettes » très oxydés aux épontes du deuxième filon à bornite, souvent en association avec la wulfénite. Enfin, sur terril (terril « Pignon »), elle a été observée en petits cristaux tétraédriques très nets, avec rhodocrosite ainsi qu'en petites mouchetures associées aux cristaux d'arsenopyrite dans les quartzophyllades gris verdâtre ainsi qu'à de petites plages de galène et de sphalérite. (Hatert, 1996), (Van Der Meersche, Mineralcolor 1999/5-6)

<b>Covellite</b>	<b>CuS</b>
------------------	------------

La covellite (parfois aussi appelée « covelline ») est un sulfure secondaire se développant le plus souvent dans la bornite et la chalcopyrite auxquelles elle est généralement associée. Signalons cependant qu'elle est nettement moins fréquente que la digénite dans le Massif de Stavelot. Hatert (1996) distingue deux types de covellite dans le Massif de Stavelot : la covellite normale, d'aspect granulaire et pulvérulente et la covellite bleue (« blaubleibender covellite »), beaucoup plus riche en cuivre et se présentant en lamelles. Ces espèces ne sont cependant distinguables que par immersion dans de l'huile. Selon son dernier article de 2005, Hatert signale que cette « blaubleibender covellite » est en fait constituée du mélange de yarrowite et de spionkoppite et qu'elle se trouverait comme produit d'oxydation de la chalcocite. Elle est cependant également observée en association avec la bornite.

**Minerai de manganèse de la Lienne inférieure**, la covellite bleue est observée avec l'idaïte sur des échantillons de la concession de Moët-Fontaine en structures coronitiques (en couronne autour d'un îlot de sulfure primaire) autour de la chalcopyrite ; ce qui mettrait en évidence une possible transformation de la chalcopyrite en idaïte puis en covellite bleue. (Hatert, 1996)

**Lierneux**, la covellite (normale), de couleur bleue, se présente sous forme de filonnets microscopiques, formant un réseau très développé dans la chalcopyrite découverte dans les fondations de « l'asile d'aliénés ». (Legraye, 1925), (Corin, 1927).

**Salmchâteau**, au gîte de cuivre, les filonnets noirs sont, selon du Ry et al. (1976), constitués essentiellement de covellite et accessoirement de bornite et de chalcopyrite. La covellite y renferme parfois de multiples petites inclusions de paratellurite et des traces de tellure dispersé. Pour Hatert (1996), la covellite y est certes fréquente mais le minéral dominant est toutefois la digénite.

**Vielsalm**, la covellite normale se trouve généralement dans les fissures des sulfures primaires ou sur leur pourtour où elle se présente parfois en associations lamellaires avec la digénite, notamment dans des fissures de la bornite. La covellite bleue (yarrowite et de spionkoppite), en lamelles, couvre de grandes plages dans la bornite, notamment celle du deuxième filon à bornite. Dans la galerie Georges Jacques, la digénite passe progressivement à la covellite bleue. Cette transformation s'accompagne d'une diminution de volume ; ce qui confère un aspect lamellaire à la covellite bleue. (Hatert, 1996)

<b>Digénite</b>	<b>Cu<sub>9</sub>S<sub>5</sub></b>
-----------------	------------------------------------

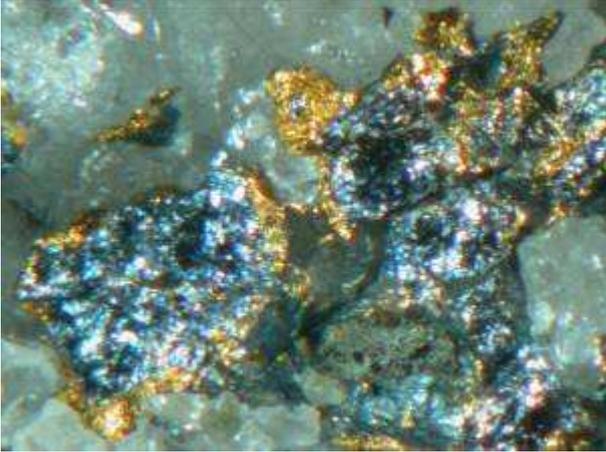
La digénite est le sulfure secondaire le plus fréquent des filons à sulfures du Massif de Stavelot. Il a longtemps été confondu avec la covellite avec laquelle elle est d'ailleurs généralement associée.

**Minerai de manganèse de la Lienne inférieure**, des associations myrmékitiques entre digénite et bornite sont observées dans les déblais de l'ancienne mine de Moët-Fontaine. (Hatert, 1996)

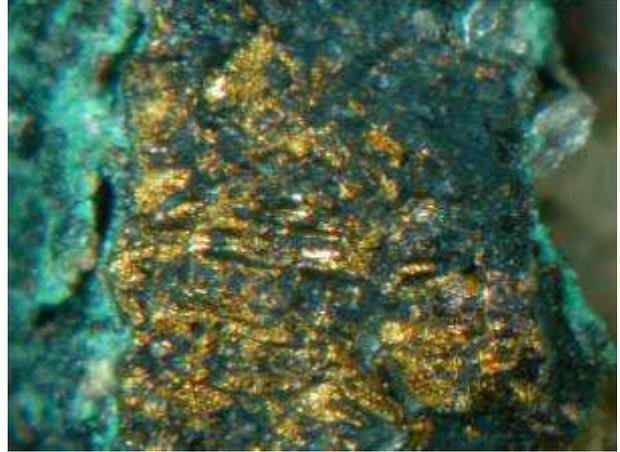
**Salmchâteau**, au filon de cuivre, du Ry (1976) a signalé des petits cristaux associés à la covellite. Pour Hatert (1996), la digénite est cependant le minéral dominant et il l'a observée en associations lamellaires avec un minéral qu'il soupçonne être de l'anilite [tome 1/41].

**Planche 6-Oxydation de la bornite**

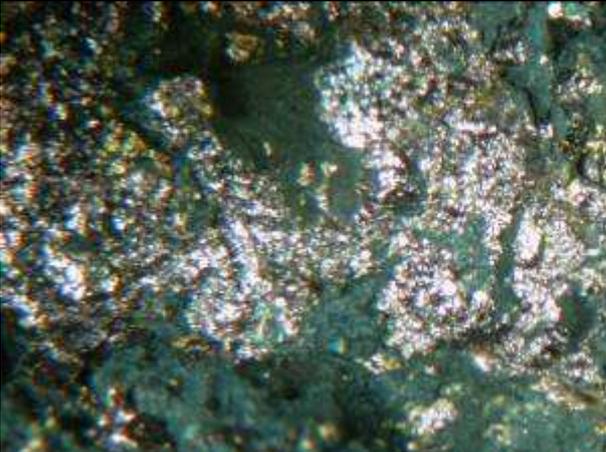
**Sulfures de cuivre (4/4)**



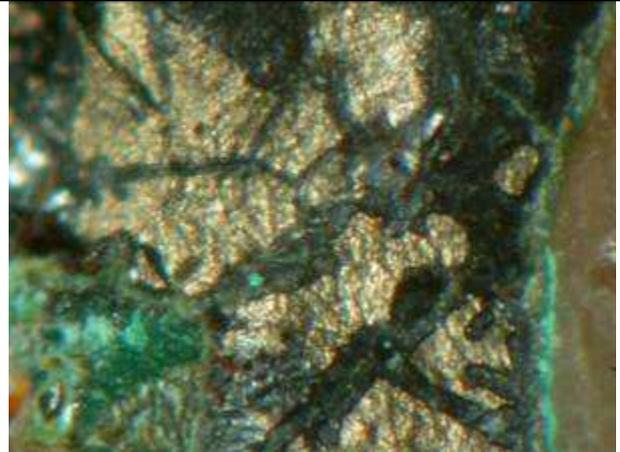
Chalcopyrite en exsolution autour de bornite - [5 mm]



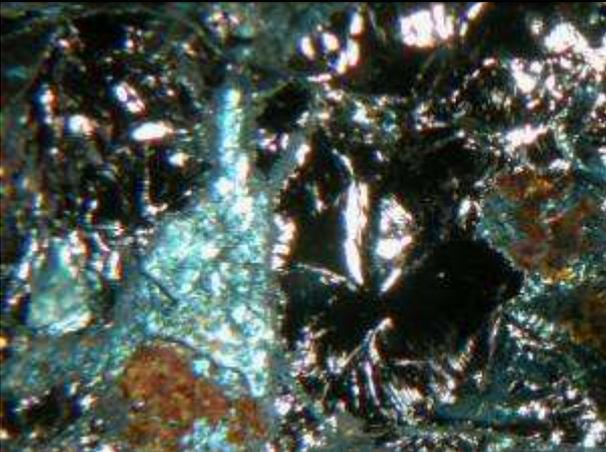
Chalcopyrite et digenite (+malachite) - [5 mm]



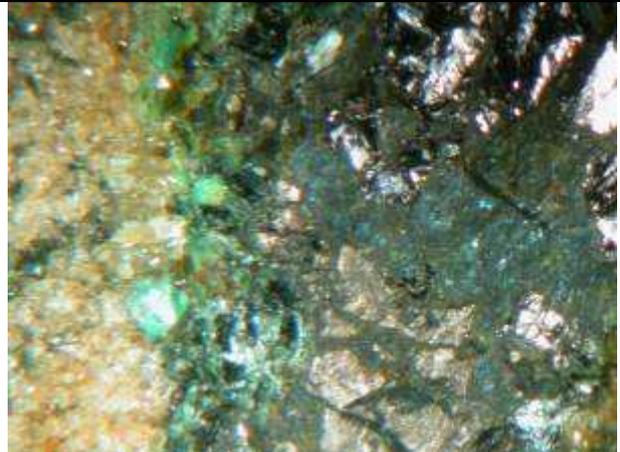
Bornite et digenite - [5 mm]



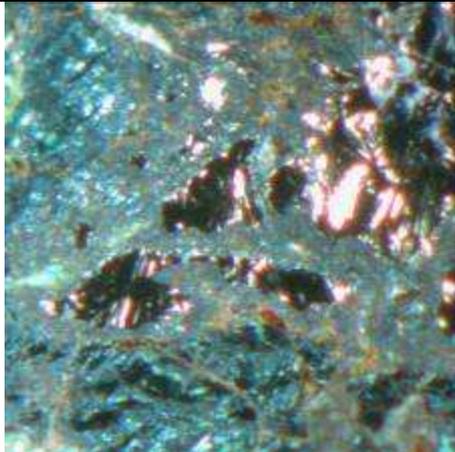
Idaite - Vielsalm, 1<sup>er</sup> filon à bornite - [5 mm]



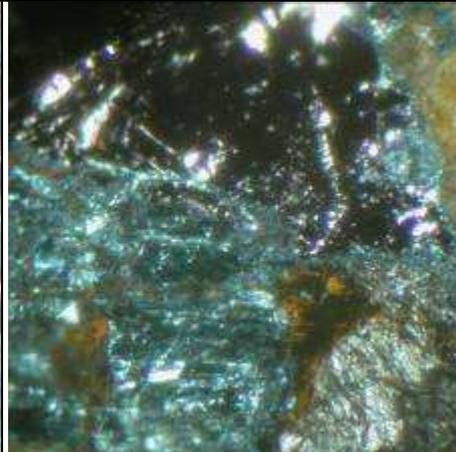
Bornite et yarrowite/spionkopite - Vielsalm, Bor1 - [5 mm]



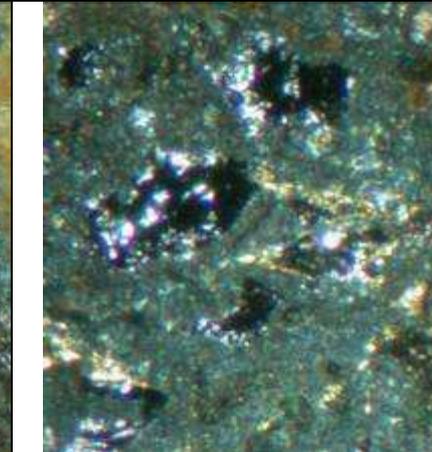
Bornite, digénite,... et « anomalous bornite » - [5 mm]



Bornite, digenite,y/s,... [5 mm]



Bornite, yarrowite/spionkopite - [2 mm]



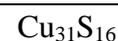
Bornite, digenite, chalcopyrite - [1 mm]

Planche 6 : légendes

- Photo 1 Chalcopyrite en exsolution autour de grains de bornite – Vielsalm, filon à bornite de TCVN-6 – [5 mm]  
 Photo 2 Chalcopyrite et digénite (+malachite) -Vielsalm, filon à bornite de TCVN6 - [5 mm]  
 Photo 3 Bornite et digénite (en bas)-Vielsalm, filon à chalcopyrite de TCVN6 -[5 mm]  
 Photo 4 Idaïte - Vielsalm, 1<sup>er</sup> filon à bornite - [5 mm]  
 Photo 5 Bornite (droite et gauche) et yarrowite/spionkopite ? (au milieu)-Vielsalm, 1<sup>er</sup> filon à bornite-[5 mm]  
 Photo 6 Bornite (en haut à droite), sulfures d'oxydation (digénite, spionkopite, yarrowite, covellite) au milieu, bornite anormale « anomalous bornite » en bas à droite. Spessartine (gauche)-Vielsalm, cahay en surface-[5 mm]  
 Photo 7 Noyaux de bornite entourés de sulfures d'oxydation (digénite entre les noyaux de bornite) et sulfures plus oxydés en bas et en haut à gauche (sans doute yarrowite/spionkopite et covellite), Vielsalm, 1<sup>er</sup> filon à bornite- [5 mm]  
 Photo 8 Bornite (en haut) et minéraux d'oxydation (yarrowite/spionkopite-covellite) - Vielsalm, 1<sup>er</sup> filon à bornite -[2mm]  
 Photo 9 Noyaux de bornite avec digénite et chalcopyrite - Moët-Fontaine - [1 mm]

**Vielsalm**, la digénite, de teinte bleutée, est le premier sulfure secondaire formé sur la bornite qu'elle peut recouvrir d'ailleurs entièrement. Des formations lamellaires de digénite sont très fréquentes avec covellite, chalcocite et djurleite [6/2-3], (Hatert, 1996).

**Djurleite**



La djurleite est un minéral qui ne peut se distinguer optiquement de la chalcocite. Seule une analyse chimique ou RX permet de l'identifier. Elle forme cependant volontiers des cristaux pseudo hexagonaux dus vraisemblablement à des macles de rotation ; ce qui est caractéristique de cette espèce minérale.

**Salmchâteau**, la djurleite est soupçonnée au filon de cuivre, en association avec covellite et paratellurite. Elle y est signalée noire et brillante (du Ry et al, 1976).

Elle est également identifiée par RX dans l'exploitation de coticule « Offergeld » où elle se présente en petits cristaux pseudo hexagonaux dans des pseudocoticules du Salmien moyen Sm2b. (Hatert, 1996) [3/2]

**Vielsalm**, la djurleite est reconnue en petits cristaux dans un filonnet de quartz minéralisé en sulfures de la galerie TCVN-6 ainsi qu'en associations lamellaires avec digénite dans le filon de quartz à sulfures de la galerie « Georges Jacques» (Hatert, 1996).

**Idaïte**

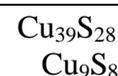


L'idaïte, de couleur bronze se trouve dans les parties les plus altérées de la bornite. Elle est généralement parcourue de très fines lamelles de chalcopyrite.

**Minerais de manganèse de la Lienne inférieure**, à Moët-Fontaine, l'idaïte se présente en un composé brunâtre en bordure de plages de chalcopyrite où elle forme des structures coronitiques (en couronne) autour de la chalcopyrite (Hatert, 1996). Elle se présente également comme à Vielsalm dans les zones où la bornite est fort altérée.

**Vielsalm**, elle se présente en plages centimétriques de couleur bronze dans les parties les plus oxydées de la bornite de Cahay, notamment dans celle du 1<sup>er</sup> filon de bornite. Elle remplace la bornite au contact de fines lamelles de chalcopyrite [6/4], (Hatert, 1996 et 2003).

**Spionkopite  
Yarrowite**



Ces deux espèces, toujours étroitement liées, ont d'abord été remarquées par Frenzel (1959). Ces assemblages étant optiquement comparables à la covellite, il les a appelés : «Blaubleibender covellite ». On ne peut les distinguer de la covellite (normale) que par immersion dans de l'huile. Récemment, Hatert (2005) vient de montrer que cette « blaubleibender covellite » est en fait constituée de l'association de deux espèces, la spionkopite et la yarrowite. Ces deux espèces doivent être relativement fréquentes dans les zones d'oxydation des sulfures de cuivre. C'est le cas à Vielsalm mais également à Salmchâteau et dans les anciennes mines de manganèse de la Lienne. (voir également la rubrique « covellite »).

**Vielsalm**, ces espèces minérales sont observées un peu partout où les sulfures de cuivre sont soumis à l'oxydation. On peut notamment citer la cresse riche en sulfure de la galerie Georges Jacques [tome 1/56] où ils se présentent en lamelles avec la digénite/anilite mais aussi les filons à bornite, notamment le deuxième [6/5,7-8]. (Hatert, 2005)

**Vielsalm**, la wittichenite est signalée dans le deuxième filon à bornite où elle a été repérée sur sections polies de bornite observées en microscopie optique à réflexion. Elle se présente en grains bruns arrondis inférieurs à 10 micromètres. (Hatert, 1996)

## 2.2. Autres sulfures et sulfosels

Les autres sulfures (et sulfosels) du Massif de Stavelot sont essentiellement des sulfures (et sulfosels) de fer et très accessoirement, par ordre d'importance décroissante, de molybdène, de plomb, de zinc, de cobalt et d'argent.

Element	Fer	Molybdène	Plomb	Zinc	Cobalt	Argent
Minéral	Arsenopyrite Marcasite Pyrite Pyrrhotite	Molybdenite	Galène	Sphalerite	Cobaltite	Pyrrargyrite

Dans la région de Vielsalm et Salmchâteau, où ils sont d'ailleurs les mieux représentés, ces sulfures et sulfosels sont tous localisés dans le Salmien supérieur Sm3, excepté la pyrite qui se trouve partout (Sm1, Sm2 et Sm3). De même, la marcasite a également été repérée dans le Sm2.

## Arsenopyrite

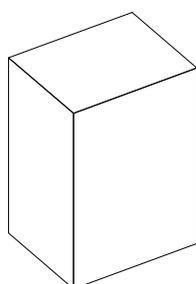
FeAsS

L'arsenopyrite n'est apparemment observée qu'à Vielsalm et toujours dans le salmien supérieur Sm3 en association avec la rhodocrosite. De fort beaux cristaux ont pu être observés.

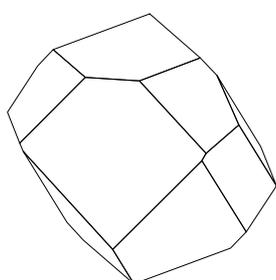
**Vielsalm**, dans la carrière « George Jacques » [Fosse-Roulette], on l'a observée en petits cristaux brillants dans des quartzophyllades gris verdâtres du Salmien supérieur Sm3 avec rhodocrosite, chalcopryrite et pyrrhotite. L'affleurement n'est pas accessible mais des blocs éboulés au pied de la paroi permettent de situer géologiquement l'occurrence [7/1-2].

Tout au fond de la galerie « Les Joannesses », l'arsenopyrite a été observée dans un gros quartz à rhodocrosite et pyrite du Salmien supérieur Sm3 (M. Houssa, comm. pers. 1997).

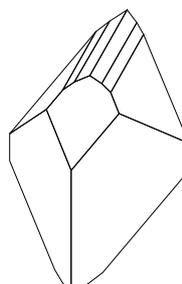
Enfin, on l'a trouvée sur un terail « Pignon » [tome1/62], [7/3-8] dans des débris de quartzophyllades gris verdâtres à patine noirâtre contenant de la rhodocrosite et que l'on peut très probablement rapporter au Salmien supérieur Sm3. Des cristaux nets, parfois centimétriques ont pu y être observés soit à même le phyllade, soit dans des parties plus quartzueuses. Certains cristaux sont bien brillants ; d'autres, plus oxydés, sont couverts de produits verdâtres à ocres essentiellement constitués de pharmacosiderite. La chalcopryrite en petites mouches et la rhodocrosite sont des minéraux fréquemment associés (Hatert, 1997), (Van Der Meersche, Mineralcolor, 1992/7-8 ; 1999/3-4).



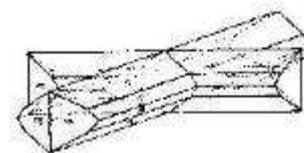
D'après  
Mineralcolor, 1992/7



D'après Hatert et al. ;  
2002



D'après Mélon et al.,  
1976



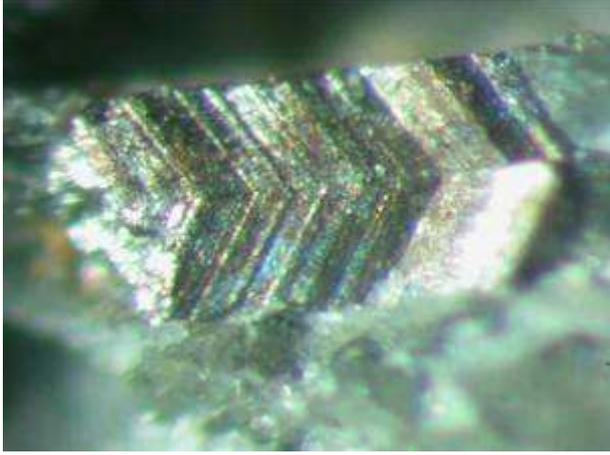
D'après Goldschmidt,  
1920

## Cobaltite

CoAsS

**Vielsalm**, la cobaltite, identifiée par R.X., a été trouvée en cubes pouvant atteindre 2 millimètres d'arête inclus dans la bornite du deuxième filon à bornite. Apparemment, le minéral n'est connu qu'en trois échantillons seulement dont un est conservé dans les collections de l'Université de Liège [8/7], (Hatert, 2002).

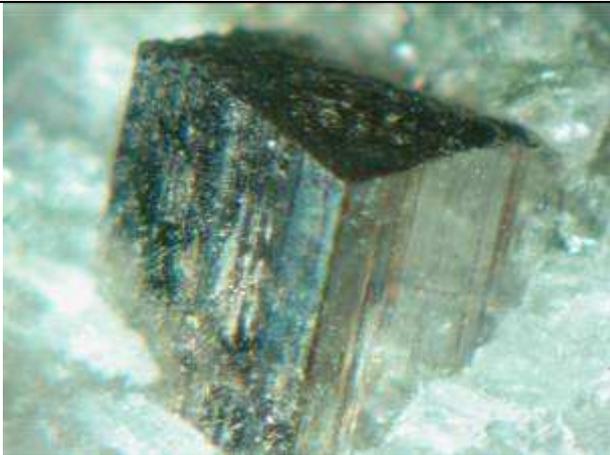
## Planche 7 - Arsenopyrite



Vielsalm, Carrière Georges Jacques, zone à soufre-  
[1 mm]



Vielsalm, terril Pignon- [3 mm]

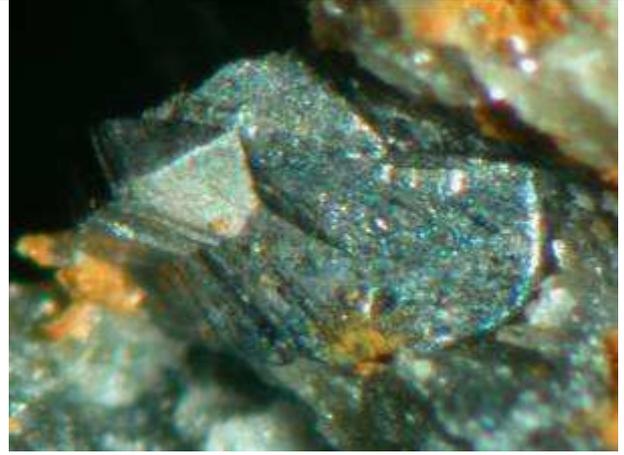


Vielsalm, terril Pignon - [5 mm]



Vielsalm, terril Pignon- [2,5 mm]

## Autres sulfures (1/3)



Vielsalm, carrière Georges Jacques, zone à soufre-  
[3 mm]



Vielsalm, terril Pignon - [5 mm]



Même échantillon vu du dessus - [5 mm]



+ Rhodocrosite, Vielsalm, terril Pignon- [3 mm]

**Galène**

PbS

Dans le Salmien du Massif de Stavelot, la galène est un minéral plutôt rare et n'est souvent observée qu'en fort petites plages.

**Vielsalm**, la galène a été repérée au premier filon à bornite où elle se présente en grains de quelques dizaines de micromètres où elle a été observée par microscopie optique à réflexion sur des sections polies d'échantillons de bornite. Elle a également été repérée en petites plages de taille inférieure à 2 mm, avec sphalerite sur terril dans des échantillons à arsenopyrite, chalcopyrite et rhodocrosite (Hatert, 1996).

De même, tout au fond de la carrière Georges Jacques, elle s'observe en cristaux minuscules fortement altérés en association avec sphalerite, arsenopyrite, chalcopyrite [8/8]. Ils sont recouverts d'un voile grisâtre, sans doute de la cerussite. A cet endroit, la galène est également observée en petites plages au plus millimétriques entourées d'auroles de plumbojarosite [29/7]. Cette dernière occurrence est située dans les quartzophyllades pyriteux du Salmien supérieur.

**Minerai de manganèse de la Lienne inférieure**, elle se présente en plages millimétriques à centimétriques autour de bornite dans le terril de Moët-Fontaine. Le minéral n'a pas été analysé ; l'identification visuelle étant suffisante (Goethals, comm. pers. 2004), [8/9].

**Marcasite**FeS<sub>2</sub>

**Minerai de manganèse de la Lienne inférieure**, elle est observée à différents endroits. A Moët-Fontaine, elle est reconnue par RX et s'y présente en petits « polyframboïdes » inclus dans la chalcopyrite. On y observe également des cristaux parfois maclés, avec pyrite. (Hatert, 1996) De même, dans une petite halde de la concession de Bierleux, des joints dans le phyllade renferment des globules millimétriques de marcasite montrant des cristaux maclés en association avec la pyrite [9/1-2,4].

**Salmchâteau**, à l'Old Rock, dans le pseudocoticule du Sm2b, elle se présente en très petits cristaux. Aucune analyse n'a cependant été faite mais la comparaison des photos [9/3] et [9/4] est étonnante.

**Molybdenite**MoS<sub>2</sub>

Hatert qui a étudié ces molybdenites de Vielsalm (1996) a pu y reconnaître les deux polytypes 3R (rhomboédrique) et 2H<sub>1</sub> (hexagonal). Le polytype 3R a été reconnu dans la carrière Georges Jacques.

**Vielsalm**, la molybdenite a été observée à différents endroits dans la paragenèse à sulfures du Salmien supérieur Sm3 [8/1-2]. Elle est notamment signalée dans des roches phylladeuses vert clair montrant des enclaves d'une roche phylliteuse vert foncé, bourrée de mouchetures de molybdénite. (Van Tassel, 1983). On l'a observée en place au deuxième filon à bornite où elle se trouve dans un petit joint de phyllade au toit du quartz minéralisé en bornite. Elle forme alors des petits cristaux millimétriques à faciès triangulaire. Au contact avec le phyllade, elle est également observée en plages millimétriques dans le quartz avec bornite. C'est dans cette zone qu'a été observée la wulfénite.

Dans la carrière Georges Jacques, elle s'est montrée localement assez abondante dans un des deux filons à l'entrée de la carrière. Bien souvent, les empreintes hexagonales des cristaux sont marquées dans les cavités du quartz qui renferme encore les lamelles de molybdénite sur lesquelles on observe des sortes de tourelles hexagonales se rétrécissant en gradins vers le sommet [8/3], (Hatert, 1996).

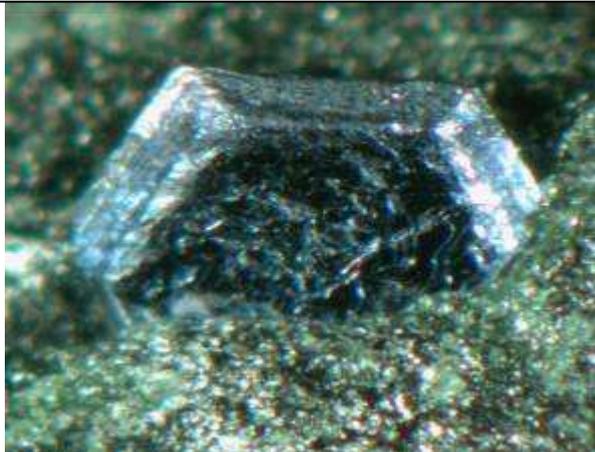
**Pyrargyrite ?**Ag<sub>3</sub>SbS<sub>3</sub>

Le minéral vient d'être découvert récemment par J.Jedwab (comm. pers. 2003). Voici la description qu'il en donne : « *Tout récemment, j'ai trouvé un échantillon de quartz de Vielsalm minéralisé en pyrargyrite-galène-chalcopyrite. Cet échantillon a été trouvé dans un tiroir de nos collections et porte un numéro très ancien. Il n'y a pas de bornite associée. Il y a beaucoup d'arsenopyrite en petites aiguilles dans le quartz. La pyrargyrite se présente en placages de fissures brun sombre à noir, et pourrait être confondue avec de l'hématite finement grenue. Il y a cependant des reflets rouges et elle est très tendre.* »

Cette occurrence de pyrargyrite est curieuse sinon suspecte. En effet, aucun minéral d'argent n'a été découvert à Vielsalm (un tellurure d'argent a néanmoins été reconnu au filon de cuivre de Salmchâteau) et surtout aucun minéral d'antimoine n'a été jusqu'à présent détecté dans tout le salmien du Massif de Stavelot. L'échantillon analysé provient-il vraiment de Vielsalm ? La question mérite vraiment d'être posée.

## Planche 8 Sulfures Mo,Zn,Pb

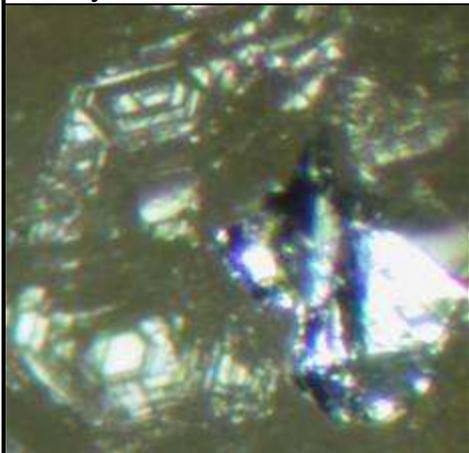
## Autres sulfures (2/3)



Molybdenite - Vielsalm, Terril Pignon - [2 mm]



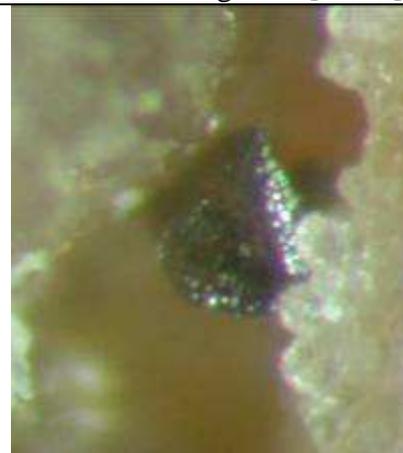
Molybdenite - Vielsalm, Terril Pignon - [2 mm]



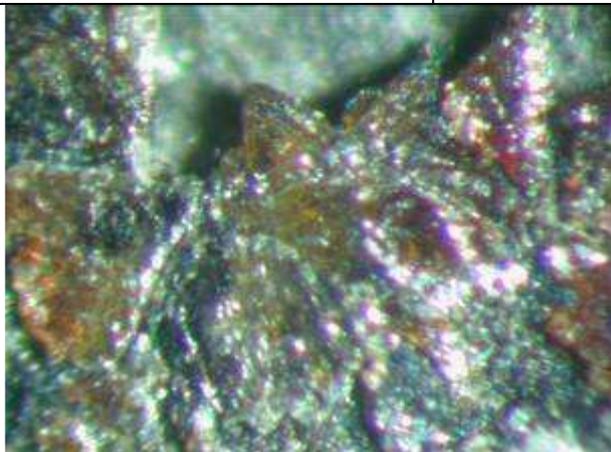
Molybdenite, Vielsalm, FR - [1 mm]



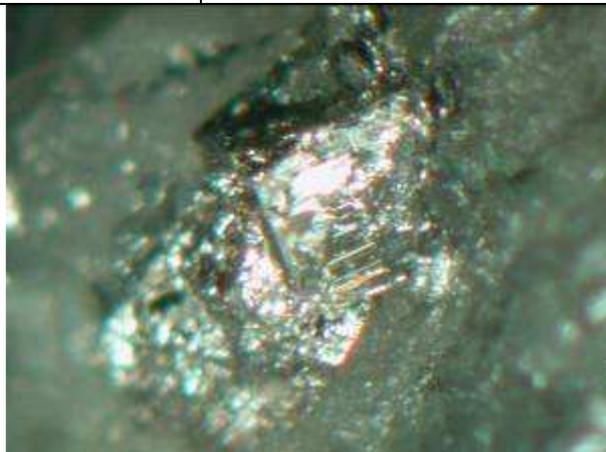
Sphalerite - Vielsalm, FR- [0,4 mm]



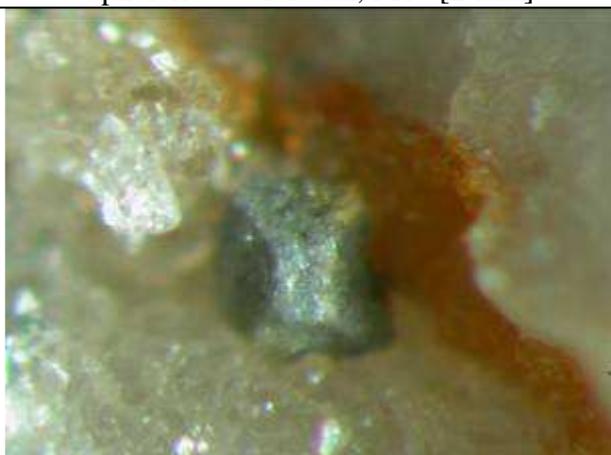
Sphalerite - Vielsalm, FR- [0,4 mm]



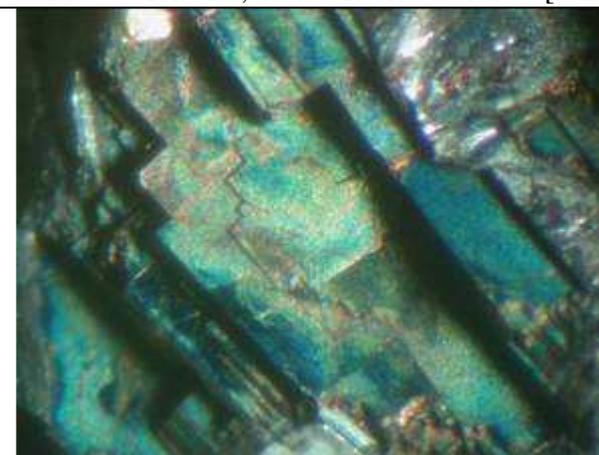
Sphalerite - Vielsalm, FR - [2 mm]



Cobaltite - Vielsalm, 2ième filon à bornite- [5 mm]

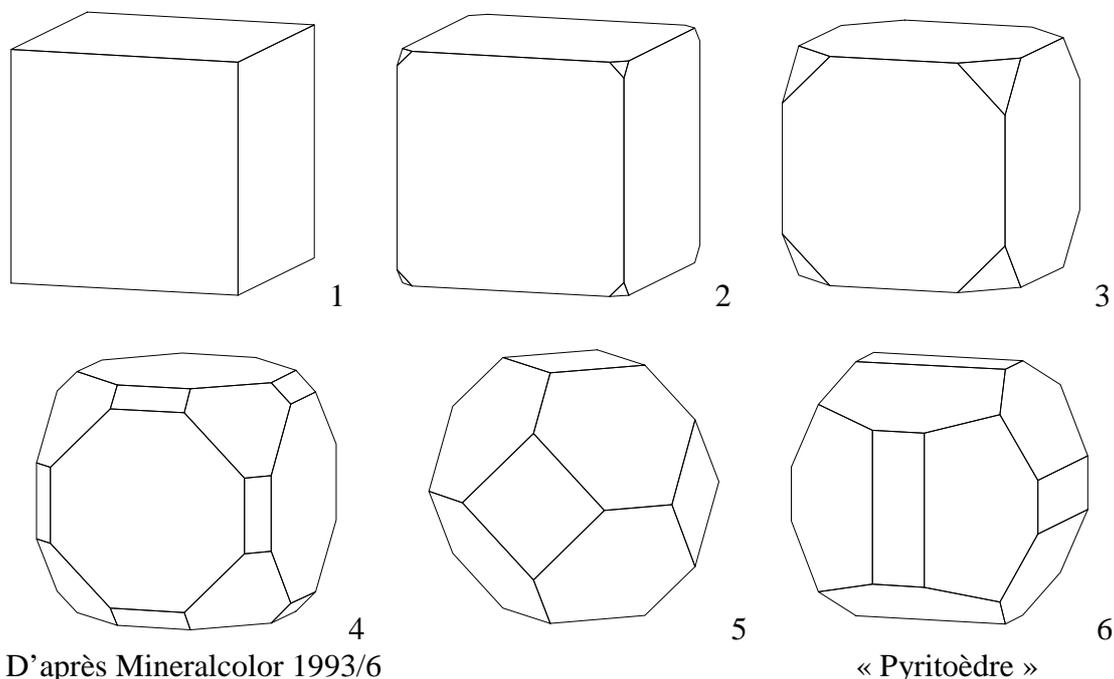


Galène (cubo-octaèdre) – Vielsalm, FR - [1 mm]



Galène - Moët-Fontaine - [8 mm]

La pyrite est un minéral abondant du Salmien inférieur (Sm1) où elle se trouve parfois en cristaux centimétriques dans des phyllades dits « pyritifères ». Dans les autres couches du salmien, elle est beaucoup plus rare. Nous ne pouvons évidemment pas citer toutes les occurrences ; seuls donc quelques affleurements sont signalés. Le cube simple ou légèrement tronqué [schémas 1-3] est la forme dominante mais d'autres habitus (cubooctaèdre et pyritoèdre) sont également observés [schémas 4-6].



**Minerai de manganèse de la Lienne inférieure**, elle est observée dans le salmien moyen Sm2 à Moët-Fontaine en petits cristaux cubiques inclus dans la chalcopryrite où on l'observe également en inclusions grenues centimétriques avec chalcopryrite, en association avec pyromorphite. A Bierleux, des petits cristaux de pyrite peuvent également être observés sur des cristaux d'un feldspath alcalin (albite ?) dans des fissures du minerai en association avec des cristaux de marcassite [9/8].

**Fraiture**, au nord de la localité, la pyrite limonitisée est observée en association avec cookeite. (Hanson, comm.pers.2004)

**Salmchâteau**, dans une galerie de l'ancienne ardoisière du Coreux à laquelle on accède par l'exploitation de coticule « Offergeld », on peut observer un petit filonnet sulfuré dans lequel la pyrite se présente en petits cristaux cubiques inclus dans la bornite. Cette pyrite serait assez riche en cobalt. (Hatert, 1996)

**Vielsalm**, la pyrite n'y est pas vraiment fréquente mais on l'a néanmoins observée dans les roches du Salmien inférieur (Sm1) et dans celles du Salmien supérieur (Sm3).

Dans le Salmien inférieur, elle est observable en gros cubes, parfois centimétriques, déformés et fortement limonitisés dans les phyllades recoupés par les premiers mètres de la galerie menant à l'ardoisière « Continars » [tome1/52].

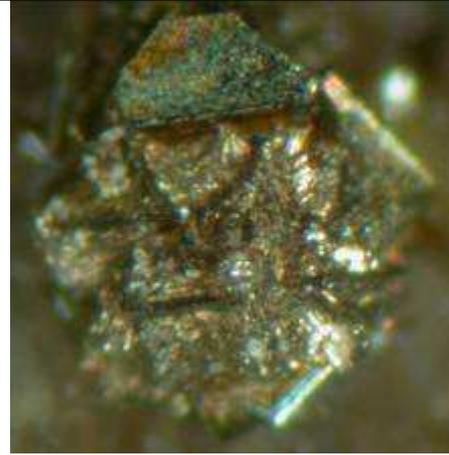
Dans le Salmien supérieur, elle se présente en petits cristaux millimétriques brillants avec rhodocrosite. Cette association a été observée en place tout au fond de l'exploitation souterraine « Joannesses » mais aussi dans un terail en surface. Les formes cristallines observées sont celles du cube, du cubooctaèdre, de l'octaèdre et du pyritoèdre [9/5-7], (Van Der Meersche, Mineralcolor 1993/6). Toujours dans le Salmien supérieur, elle est également observée en petits cristaux très altérés, fréquemment recouverts d'enduit microcristallin de soufre dans la carrière « Georges Jacques ». Sous cette forme, la marcassite a été un temps soupçonnée mais une analyse RX (Goethals 2004, IRScNB ; RX A597) a balayé tous ces soupçons : c'est bien de la pyrite sans marcassite.). Parfois aussi, on observe des petits cristaux cubiques ou octaédriques souvent recouverts de pellicules brunes d'oxydes de fer (Van Der Meersche, Mineralcolor 1999/9-10). Hatert (2002) signale également la pyrite à Comté, Ottré et Salmchâteau. Ce sont cependant des occurrences dans le Salmien inférieur et les roches de cet étage sont réputées pyriteuses.

## Planche 9 -Sulfures de fer

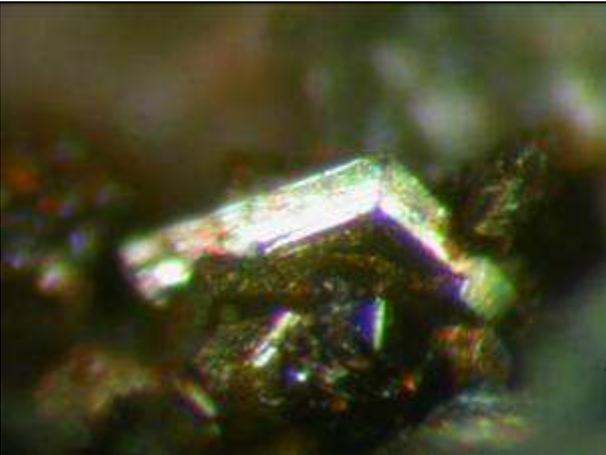
## Autres Sulfures (3/3)



Marcasite sur albite - Bierleux - [5 mm]



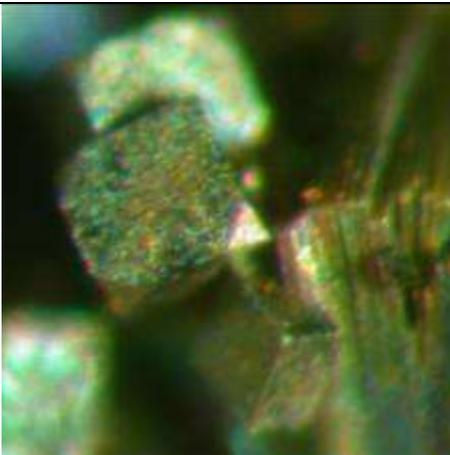
Marcasite - Bierleux - [0,5 mm]



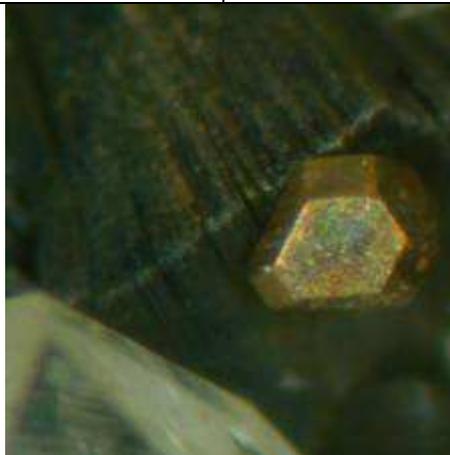
Marcasite - Salmchâteau, OldRock - [0,5 mm]



Marcasite - Moët-Fontaine - [1,5 mm]



Pyrite -Vielsalm, Joannesses - [1 mm]



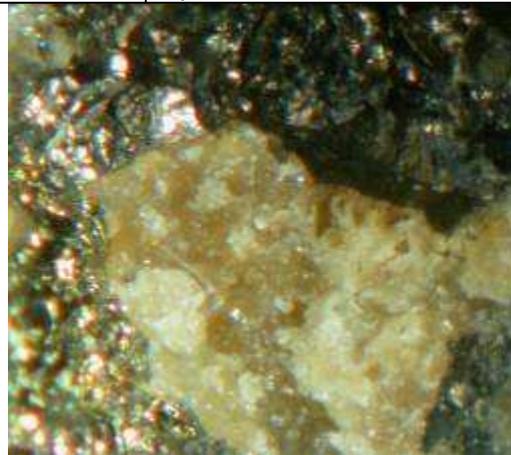
Pyrite - Viesalm, Joannesses - [2 mm]



Pyrite - Viesalm, Joannesses - [0,5 mm]



Pyrite et siderite, Moët-Fontaine - [0,5 mm]



Pyrrhotite, chalcopyrite, rhodocrosite - Vielsalm, FR - [4mm]

**Pyrrhotite**Fe<sub>1-x</sub>S

La pyrrhotite est un minéral discret. Du fait de ses propriétés magnétiques, elle est facilement identifiée.

**Vaux (Lierneux)**, elle est signalée dans le phyllade « Cambrien » (en fait, il s'agit du phyllade « Salmien » mais, assimilé, au début du XX<sup>e</sup> siècle au groupe Cambrien) (Malaise, 1913).

**Vielsalm**, au fond de la carrière « Georges Jacques », dans les quartzophyllades pyriteux, elle se trouve en petites tablettes hexagonales pouvant atteindre 0,5 mm. Elle est associée à la chalcoppyrite, l'arsenopyrite et la rhodocrosite [9/9], (Godfroid, 1999).

**Sphalerite**

ZnS

La sphalerite est une espèce peu fréquente du massif de Stavelot. Le zinc est pourtant un élément fréquemment observé en trace dans de nombreux minéraux du Massif.

**Vielsalm**, elle a été repérée sur terril en petites plages de taille inférieure à 2 mm, avec galène. De couleur brune, elle se présente généralement dans les blocs de quartz à rhodocrosite, chalcoppyrite et arsenopyrite. (Hatert, 1996). Elle est également observée au fond de l'exploitation Georges Jacques (Fosse-Roulette) où elle est associée à la galène dans des petits joints de quartzophyllades pyriteux du Salmien supérieur Sm3 [8/4-6].

**3. Tellurures**

Au nombre de trois, les tellurures identifiés sont tous localisés dans la paragenèse des quartz à sulfures de cuivre du Salmien supérieur Sm3.

**Altaite**

PbTe

**Vielsalm**, au deuxième filon de bornite l'altaite a été repérée sur des sections polies de bornite observées en microscopie optique à réflexion où elle se présente en grains de l'ordre de 50 micromètres (0,05 mm). (Hatert, 1996)

**Melonite**NiTe<sub>2</sub>

**Vielsalm**, dans le filon de bornite de la galerie TCVN-6, la melonite a été repérée sur des sections polies de bornite observées en microscopie optique à réflexion où elle se présente en minuscules inclusions inférieures à 5 micromètres. (Hatert, 1996)

**Tellurobismuthite**Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>

**Vielsalm**, la tellurobismuthite a été signalée dans un filon de quartz de la carrière « Georges Jacques » (Fosse-Roulette). Le minéral se présente en plages très métalliques un peu rosée pouvant atteindre parfois plusieurs millimètres. Un excellent clivage permet d'observer des lamelles bien planes. Le minéral est presque toujours accompagné d'un produit d'altération vert pomme qui s'avère être constitué d'oxyde de Bismuth, tellure et cuivre mais dont l'identification exacte n'a pas été réalisée [10/1-5]. (Hatert, 1996)

**Tellure d'argent non identifié**Ag<sub>x</sub>Te<sub>y</sub>

**Salmchâteau**, au filon de cuivre, Krygier (1982) a observé à la microsonde un tellure d'argent dans une inclusion de 5µm présente dans la chalcocite. La détermination exacte, en raison de l'exiguïté des plages, n'a pu être poussée plus loin. Selon Krygier, il pourrait s'agir de hessite (Ag<sub>2</sub>Te), stuetzite (Ag<sub>5</sub>Te<sub>3</sub>) ou bien d'empressite (AgTe).

**Planche 10 - Tellurobismuthite**

**Tellurures (1/1)**



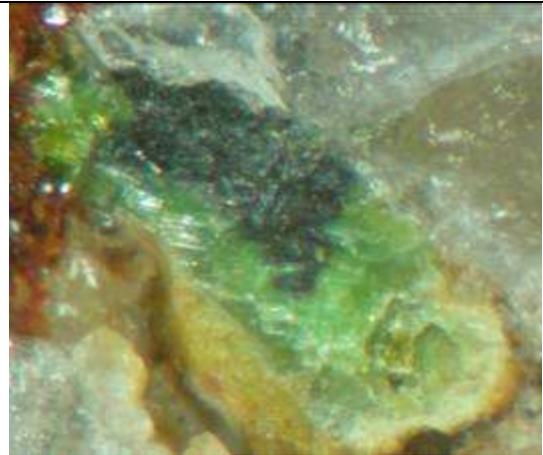
Vielsalm, car. Georges Jacques - [2 mm]



Vielsalm, car. Georges Jacques - [2 mm]



Vielsalm, car. Georges Jacques - [5 mm]



Vielsalm, car Georges Jacques - [2 mm]



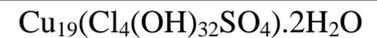
Vielsalm, Carrière Georges Jacques [Fosse-roulette], [5 mm]

# Classe 3

## Les halogénures

La classe des halogénures, considérée sur base de la classification de STRUNZ, est fort peu représentée dans le Salmien du Massif de Stavelot puisqu'on n'y trouve en fait qu'une seule espèce : la connellite; d'ailleurs considérée comme un sulfate par Hatert (2002).

### **Connellite**



La connellite se présente généralement en sphérules infra millimétriques de couleur bleu « d'encre » tout à fait caractéristique. Elle est observée en association avec brochantite et langite dans la paragenèse des pseudocoticules du Salmien moyen Sm2 et des sulfures de cuivre du Salmien supérieur Sm3.

**Salmchâteau**, la connellite est observée dans les pseudocoticules du Salmien moyen Sm2b de la rive gauche de la Salm, dans l'exploitation souterraine « Offergeld » et dans les affleurement de surface. (Van Der Meersche, 1987)

**Vielsalm**, la connellite est signalée à différents endroits :

Dans les pseudocoticules (Sm2), elle est notamment observée dans la galerie « Georges Jaques » mais aussi sur terril où elle se présente en petites fibres bleues dans les cavités d'un pseudocoticule particulièrement bien minéralisé en mouchetures de chalcosine, cuprite et rhodocrosite.

Dans les quartz à sulfures (Sm3), elle se présente en très belles petites boules d'un bleu d'encre sur la bornite du premier filon à bornite où elle est associée à la brochantite et à la langite. Sur terril, on l'a également observée en enduits fibreux bleu pâle sur chalcocite [11/1-5], (Van Der Meersche, Mineralcolor 1991/5-6).



Des photos prises en microscopie électronique montrent des cristaux sous différents habitus (prismes hexagonaux, prismes surmontés d'une pyramide ou cristaux en « navettes ») (Van Der Meersche, 1987).

Connellite, Vielsalm, en surface.

[0,030 mm], soit un grossissement de 1800 x environ !

Le minéral se présente également sous d'autres habitus.

Microscopie électronique à balayage

Photo réalisée par Eddy Van Der Meersche

Avec tous mes remerciements pour l'autorisation de publication.

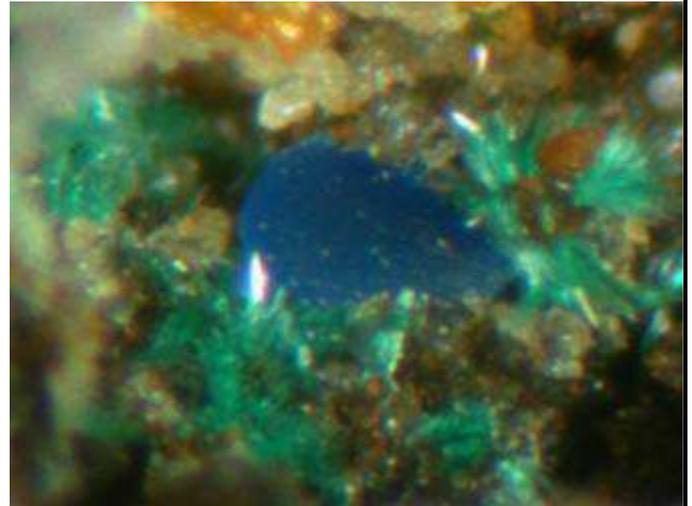
**Minerai de manganèse de la Lienne inférieure**, le minéral a été reconnu visuellement sur un échantillon recueilli dans les haldes de la concession de Moët-Fontaine. Le minéral, accompagné de brochantite se présente en petites sphérules bleues comme à Vielsalm.

**Planche 11 - Connellite**

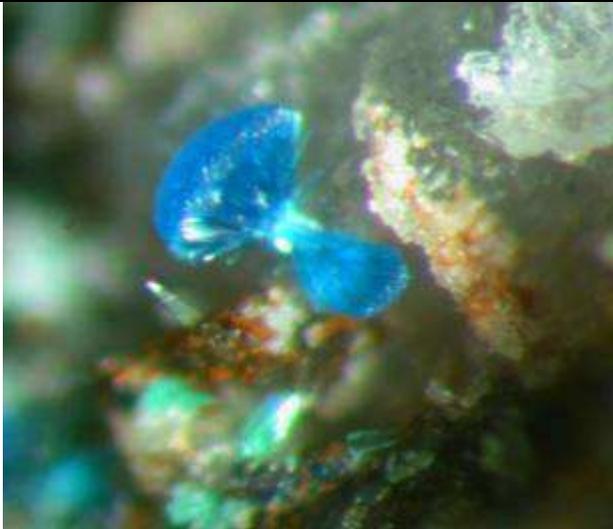
**Halogénures (1/1)**



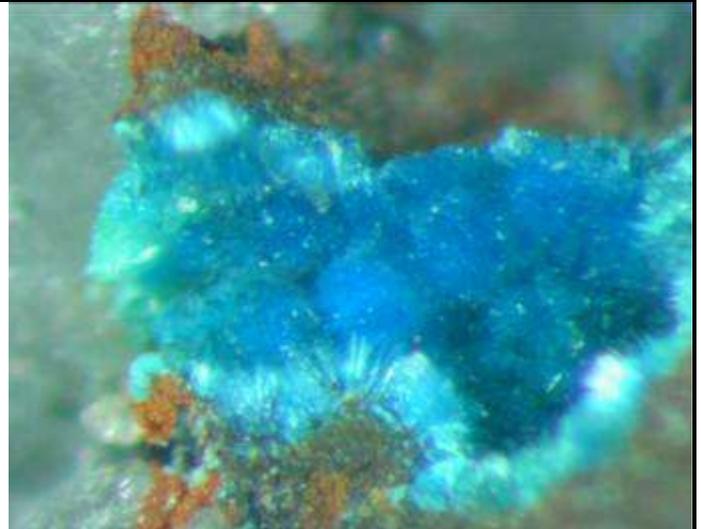
Vielsalm, 1er filon à bornite- [2 mm]



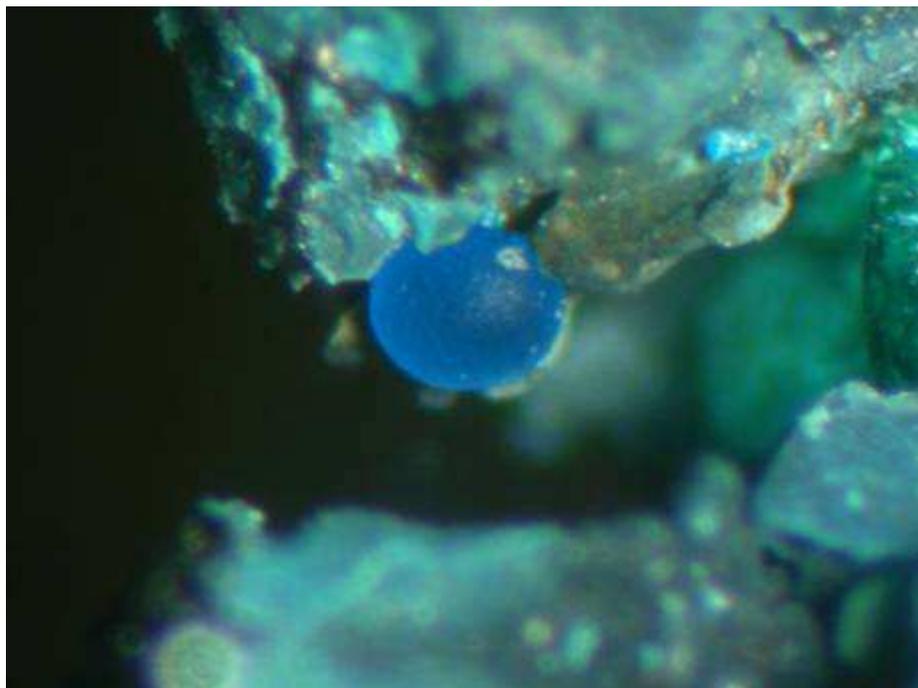
+ Brochantite - Vielsalm, 1<sup>er</sup> filon à bornite - [2 mm]



Connellite -Vielsalm, 1er filon à bornite- [1 mm]



Vielsalm, en surface - [2,5 mm]



Vielsalm, en surface - [2 mm]

# Classe 4

## Oxydes et hydroxydes

A ce jour, dans le Salmien du Massif de Stavelot, on signale 24 espèces minérales dans le groupe des Oxydes et hydroxydes

---

Anatase	Graemite	Magnetite	Strontiomelane
Balyakinite	Groutite	Manganite	Teineite
Cryptomelane	Hausmannite	Nsutite	(Tenorite)
Cuprite	Hematite	Paratellurite	Todorokite
Delafossite	Hollandite	Pyrolusite	
Gahnite	Ilmenite	Quartz	
Goethite	Lithiophorite	Rutile	

Le groupe des oxydes et hydroxydes est bien représenté dans le Salmien du massif de Stavelot, notamment par ceux de manganèse et de fer qui y sont vraiment très abondants. Les oxydes de titane engendrés par le métamorphisme sont également des minéraux mineurs fréquents des roches de la région. Des oxydes de cuivre et de tellure sont également observés dans la paragenèse des quartz à sulfures de cuivre. La gahnite, une spinelle zincifère est signalée en plusieurs endroits.

Enfin, suivant la classification de STRUNZ qui privilégie la composition chimique à la structure cristallographique, le quartz et ses différentes variétés sont rangés dans le groupe des oxydes et non dans celle des silicates.

- 4.1. Oxydes et hydroxydes de manganèse
- 4.2. Oxydes et hydroxyde de fer
- 4.3. Oxydes de titane (et de fer)
- 4.4. Oxydes de cuivre (et de fer)
- 4.5. Oxydes de tellure
- 4.6. Autres oxydes
- 4.7. Le quartz et ses variétés

## 4.1. Oxydes et hydroxydes de manganèse

Les oxydes et hydroxydes de manganèse sont très fréquents dans le Salmien du Massif de Stavelot, et ils ont d'ailleurs été exploités jadis dans de petits gisements, notamment à Arbrefontaine, Bihain, Fraiture, Malempré, Ottré et Lierneux. Ils sont principalement localisés dans le Salmien moyen (Sm2), généralement dans les phyllades à coticule.

Ils se présentent habituellement sous l'aspect d'un minerai massif assez dense, en veines, veinules ou rognons dans les phyllades de couleur lie-de-vin ; parfois aussi en veinules et petits rognons dans des quartz extrêmement fissurés.

Dans le Massif de Stavelot, la plupart de ces espèces ne développent aucun cristaux et leur identification est pratiquement impossible sans moyens d'analyse. De plus, elles sont fréquemment associées ensemble et forment des structures colloformes [13/5] où plusieurs espèces se superposent en couches successives concentriques. C'est souvent le cas pour la cryptomelane et la lithiophorite, les deux espèces majoritaires dans la région. Parfois aussi, plusieurs espèces forment des mélanges intimes entre elles. Anciennement, ces minerais noirs de manganèse étaient appelés « psilomélane » (ancien nom de « romanéchite », espèce non observée dans le Massif de Stavelot) ou « wad » (terme ancien désignant des oxydes de manganèse de faible densité, souvent pulvérulent). Bien souvent aussi, ces minerais sont simplement désignés comme « oxydes de manganèse » (OxMn) ; l'identification de toutes ces espèces est très délicate.

<b>Cryptomelane</b>	$K(Mn^{4+}, Mn^{2+})_8O_{16}$
---------------------	-------------------------------



La cryptomelane est l'oxyde de manganèse majoritaire du Massif de Stavelot (Fransolet & Mélon, 1975), (Gustine, 2002) et est signalée pratiquement partout où il y a des oxydes de manganèse, c'est-à-dire partout où affleurent les couches de Salmien moyen (Sm2). Toutes les occurrences ne peuvent donc être mentionnées. A l'état pur, elle renferme jusqu'à 60% en masse de manganèse ; ce qui en faisait, anciennement, un assez bon minerai.

La cryptomelane a un éclat terreux à submétallique et une couleur noire à gris noire. Elle se présente sous des formes très variées : stalactitiques, botryoïdales, en petits filonnets ou en enduits. D'un point de vue chimique, les échantillons de cryptomelane du Massif de Stavelot sont relativement pauvres en potassium (Gustine, 2002).

**Minerai de manganèse de la Lienne inférieure**, Gustine (2002) a constaté, dans des parties très oxydées, une transformation de cryptomelane en nsutite.

**Arbrefontaine**, la cryptomelane est signalée dans les minerais de manganèse ; elle devait s'y présenter comme dans les carrières de Sart-Lierneux au thier del Preu.

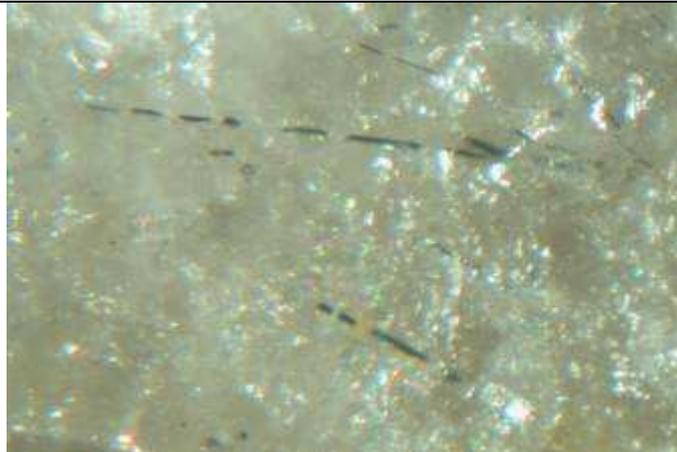
**Bihain**, aux anciennes minières de manganèse, la cryptomelane est pratiquement pure dans les fissures des phyllades lie-de-vin. Elle se présente également sous forme de petites masses gris sombre à gris bleuté d'une densité supérieure à 4, à cassure conchoïdale et éclat terreux. Dans les quartz ou les joints des phyllades, elle est cependant en mélange avec la lithiophorite, bien souvent majoritaire (Fransolet, 1979). Pour Gustine (2002), les grandes veines d'oxyde de manganèse traversant les quartz sont cependant de la cryptomelane.

Au gisement de vantasselite, les encroûtements de lithiophorite observés dans les diaclases ou les cavités à phosphates contiennent un peu de cryptomelane (Fransolet, 1987).

**Malempré**, la cryptomelane a été reconnue en mélange avec lithiophorite sur de vieux échantillons provenant de l'ancienne mine de manganèse (Fransolet, 1979).

## Planche 12

## Oxydes-Hydroxydes Mn (1/2)



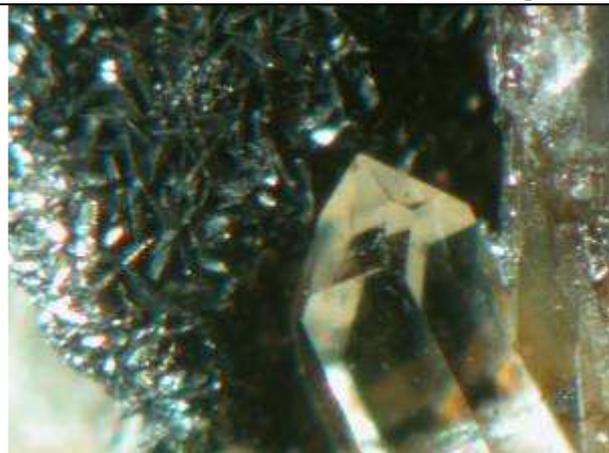
Hollandite-strontiomélane - Salmchâteau, Coreux - [4 mm]



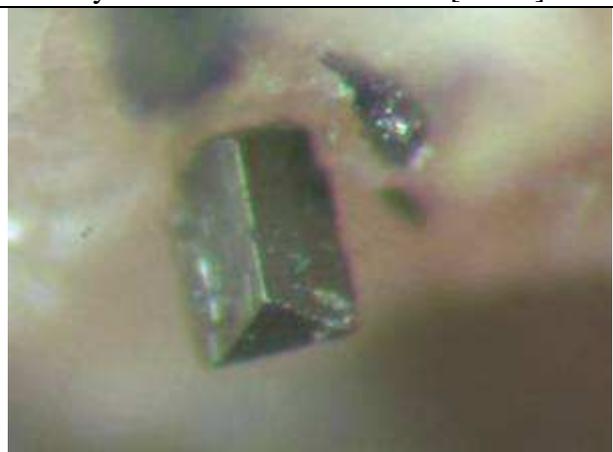
Rhodocrosite et OxMn - Moët-Fontaine - [2,5 mm]



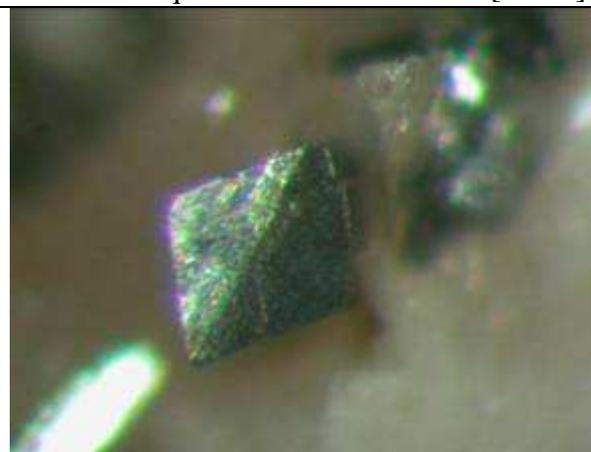
Pyrolusite - Moët-Fontaine - [3 mm]



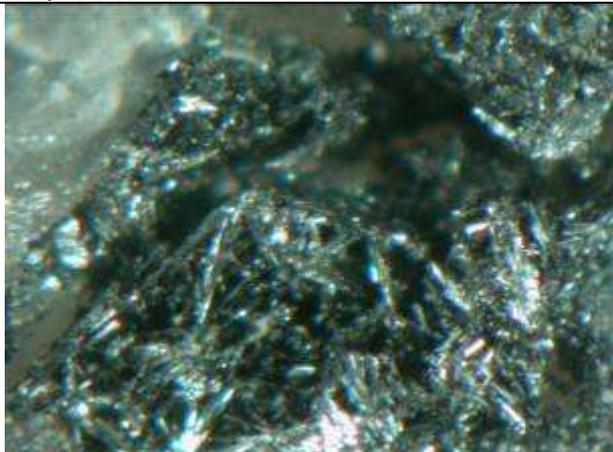
Groutite et quartz - Moët-Fontaine - [5 mm]



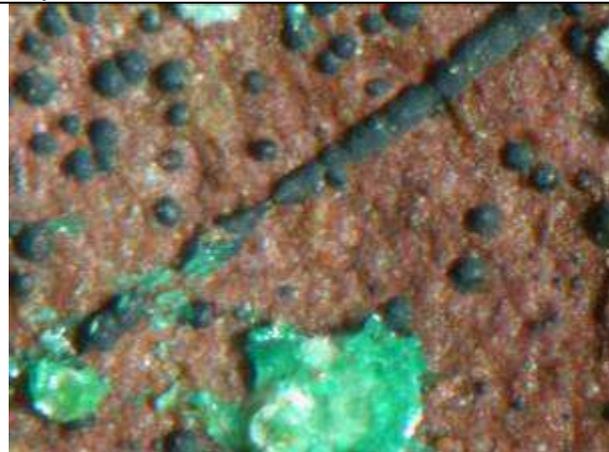
Pyrolusite-Salmchâteau, Coreux - [0,5 mm]



Pyrolusite - Salmchâteau, Coreux - [0,5 mm]



Manganite - Salmchâteau, Coreux - [5 mm]



OxMn, malachite et brochantite - Moët-Fontaine - [5 mm]

**Sart-Lierneux**, au Thier del preu, des masses très pures trouvées dans des quartz blancs se sont avérées être de la cryptomelane (RX, Michel Deliens-IRScNB, 2002), [tome1/24], [13/1-2]. Elle se présente aussi en petites croûtes botryoïdales d'épaisseur millimétrique sur phyllade avec wavellite et turquoise cristallisée. Des structures circulaires ou ovoïdes parfois de grand diamètre (plus de 30 cm) mais de faible épaisseur (quelques cm) incluses dans des phyllades semblent être des parties de la roche enrichies en oxyde de manganèse dont la cryptomelane. Ces concrétions sont assez caractéristiques des zones riches en minerais de manganèse [tome1/24].

**Verleumont**, dans une ancienne fouille pour manganèse, elle se présente en rognons parfois volumineux. Ces échantillons sont très comparables à ceux observés au thier del Preu.

**Vielsalm**, dans les carrières de Cahay, la cryptomelane est dominante mais se trouve en mélange aussi avec la lithiophorite. Elle forme des enduits noirs ou des encroûtements (Fransolet, 1979). Elle est notamment observée en beaux encroûtements mamelonnés, d'épaisseur centimétrique, sur les diaclases des phyllades du Salmien inférieur Sm1 dans la galerie « Roqueyes » [tome1/53], [13/5]. En surface, dans la carrière « Meyer », des phyllades du Salmien moyen (Sm2) sont particulièrement imprégnés d'oxydes noirs de manganèse formant des rognons décimétriques. Ils sont sans doute constitués d'un mélange de cryptomelane/lithiophorite. Signalons aussi, dans cette carrière, des encroûtements d'oxydes de manganèse autour de cristaux de wavellite presque entièrement dissous ; la partie centrale est vraisemblablement de la cryptomelane alors que la partie externe est sans doute de la lithiophorite. [13/3-4]

#### **Groutite**

MnO(OH)

La groutite a même composition chimique que la manganite mais cristallise dans le système orthorhombique alors que la manganite est monoclinique (pseudo-orthorhombique).

**Minerai de manganèse de la Lienne inférieure**, à Moët-Fontaine, la groutite a été reconnue en mélange avec goethite et hematite (RX, M. Deliens, IRScNB - 2004). Les échantillons analysés se présentaient soit en petits cristaux noirs à gris argenté, soit en liserés noirs millimétriques dans des fissures de la rhodocrosite [12/4].

#### **Hausmannite**

Mn<sup>2+</sup>Mn<sup>3+</sup><sub>2</sub>O<sub>4</sub>

**Bihain**, un vieil échantillon des collections de l'université de Liège s'est révélé être, à l'analyse, de l'hausmannite. Le minéral, nettement cristallin dans la cassure, se caractérise par une poussière brun foncé (Fransolet & Mélon, 1975). Les recherches faites sur le terrain par Gustine (2002) n'ont cependant pas permis de retrouver d'autres échantillons de ce minéral.

#### **Hollandite**

BaMn<sup>3+</sup><sub>2</sub>Mn<sup>4+</sup><sub>6</sub>O<sub>16</sub>

**Salmchâteau**, au Coreux, dans les phyllades à kanonaite, des veinules de quartz renferment un minéral fibreux opaque qui s'est avéré appartenir au groupe hollandite/stromtiomelane.

Le minéral forme des fibres et aiguilles jusqu'à 2 mm de longueur mais extrêmement minces puisque inférieures à 1 µm. Des analyses faites à la microsonde électronique montrent que la majorité des cristaux tombent dans le domaine de l'hollandite. Cependant, certains d'entre eux ; par remplacement du baryum par du strontium, peuvent contenir jusqu'à 60% de stromtiomelane. Le minéral n'a cependant pas été trouvé en place ; seul un petit déblai aux pieds des rochers à kanonaite a fourni quelques échantillons [12/1], (Schreyer et al., 2001).

#### **Lithiophorite**

(Al,Li)Mn<sup>4+</sup>O<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>

Non altérée, la lithiophorite a un éclat submétallique et une couleur gris foncé. Par altération, l'éclat devient terreux et la couleur plus brune. Elle se présente en structures botryoïdales ou en enduits (Gustine, 2002). Le minéral est fréquent et souvent associé dans ses gisements à la cryptomelane. Comme pour la cryptomelane, il n'est pas possible de citer toutes les occurrences du minéral. Sa dureté est faible : 3 sur l'échelle de Mohs alors que la cryptomelane a une dureté comprise entre 5,5 et 6,5.

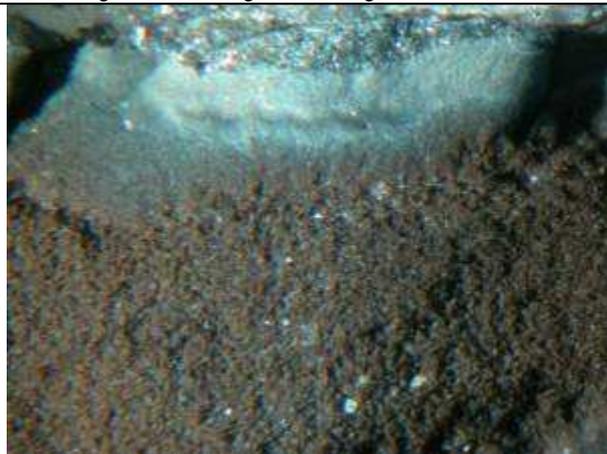
**Minerai de manganèse de la Lienne**, la lithiophorite est associée à la cryptomelane (Gustine, 2002).

# Planche 13

# Oxydes-Hydroxydes Mn (2/2)



Cryptomelane dans phyllade - Sart, Thier del Preu -- [5 mm]



Cryptomelane et lithiophorite - Sart, Thier del Preu - [5 mm]



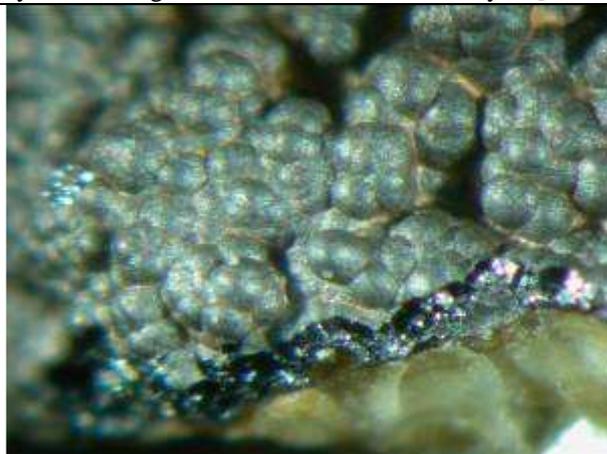
Oxydes de manganèse -Vielsalm, Carrière Meyer- [2,5 mm]



Oxydes de manganèse - Vielsalm, Carrière Meyer- [0,3 mm]



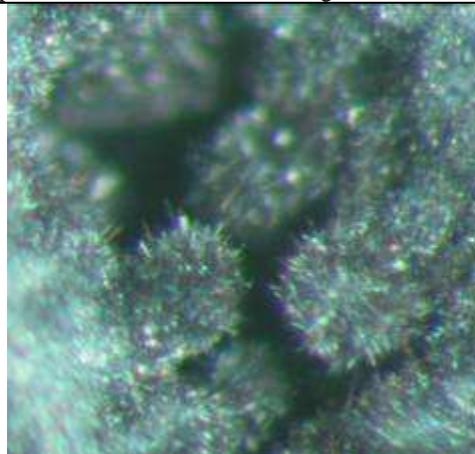
Cryptomelane, lithiophorite - Vielsalm, Roqueyes - [2,5 mm]



Lithiophorite sur wardite-Vielsalm, gis. à wardite- [1 mm]



Lithiophorite - Sart, Thier del Preu. - [3 mm]



Lithiophorite - Bihain, gisement à vantasselite - [0,5 mm]

Planche 13 : légendes

- Photo 1 Cryptomelane dans phyllade - Sart, Thier del Preu - [5 mm]  
Photo 2 Cryptomelane (tout au-dessus) et lithiophorite. La lithiophorite est plus noire et s'altère en brun dans les petites cavités ; ce qui est bien visible dans la partie inférieure de la photo. - Sart, Thier del Preu - [5 mm]  
Photo 3 Oxydes de manganèse -Vielsalm, Carrière Meyer- [2,5 mm]  
Photo 4 Idem mais agrandi. Oxydes de manganèse développé autour de cristaux de wavellite dont il ne reste que la section caractéristique. La partie externe est vraisemblablement de la lithiophorite - Vielsalm, Carrière Meyer- [0,3 mm]  
Photo 5 Cryptomelane (bandes crème) et lithiophorite (bandes noires) - Vielsalm, Roqueyes - [2,5 mm]  
Photo 6 Lithiophorite sur wardite -Vielsalm, gis. à wardite- [1 mm]  
Photo 7 Lithiophorite en encroûtements fibro-radiés - Sart, Thier del Preu. - [3 mm]  
Photo 8 Lithiophorite - Bihain, gisement à vantasselite - [0,5 mm]

**Bihain**, aux anciennes minières de manganèse, elle est souvent majoritaire mais en mélange avec la cryptomelane dans des proportions très variables. Le minéral s'y trouve dans des quartz et dans des joints des phyllades, en amas, en filonnets et en encroûtements noirs. L'éclat est submétallique avec couleur gris bleuâtre sur cassure fraîche. Dans les fissures (fractures) des phyllades cependant, on a généralement de la cryptomelane presque pure (Fransolet, 1979). Elle est également associée à la wavellite dans les cavités de quartz (Gustine, 2002). Au gisement de vantasselite, elle se présente en encroûtements avec un peu de cryptomelane dans les diaclases des phyllades ou dans les cavités à phosphates [13/8], (Fransolet, 1987).

**Otré**, la lithiophorite forme des encroûtements gris foncé à noirs, d'une densité voisine de 3,3. Le minéral remplit des fractures du quartz et apparaît alors gris de plomb avec un éclat submétallique. (Fransolet, 1979)

**Salmchâteau**, la lithiophorite forme des petites masses noires étroitement associées à la wavellite de Sart-Close, plus haut que le gisement à florencite. La structure zonaire du minéral est bien visible et la couleur est gris foncé devenant noire par altération. Elle est souvent mêlée au cryptomelane. (Fransolet & Mélon, 1975). Elle est également observée en belles structures zonaires noires dans les quartz à ardennite. (Van Der Meersche, Mineralcolor 2002/15-16)

**Sart-Lierneux**, dans les carrières du thier del preu, elle forme des mélanges avec la cryptomelane ; cette dernière étant cependant dominante. On l'observe aussi en minces encroûtements fibro-radiés [13/7], (Gustine, 2002)

**Vielsalm**, au gisement de wardite, la lithiophorite accompagne fréquemment la wardite [13/6], (Fransolet, comm.pers.1993).

<b>Manganite</b>	MnO(OH)
------------------	---------

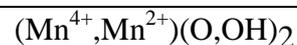
La manganite représente le terme initial de l'oxydation de la rhodocrosite. Elle se transforme plus tard en nsutite et puis en pyrolusite (Gustine, 2002).

**Minerai de manganèse de la Lienne inférieure**, l'observation d'une section polie d'un échantillon de la concession de Meuville, un peu plus au Nord du moulin de Rahier a mis en évidence des cristaux xénomorphes gris de quelques dizaines de micromètres. Des reliques de manganite sont également fréquentes au cœur des cristaux de pyrolusite. (Gustine, 2002)

L'échantillon [12/2] montre bien la progression du front d'oxydation à partir de la rhodocrosite saine. Les plages brunes sont vraisemblablement de la rhodocrosite mêlée à de la manganite.

**Bihain**, aux anciennes minières, la manganite a été reconnue sur un échantillon de quartz présentant une veinule remplie de manière symétrique par rapport à ses épontes. Une couche de manganite recouvre une couche de nsutite elle-même collée contre le quartz. (Gustine, 2002)

**Salmchâteau**, au gisement à kanonaite, la manganite se présente en aiguilles noire métallique isolées ou assemblées en gerbes [12/7], (Van Der Meersche, Mineralcolor 2001/39-40).

**Nsutite**

La nsutite se présente en masses noires dans des cavités de quartz ou en veinules dans les phyllades. La surface altérée possède un éclat terreux. Elle serait un terme intermédiaire de la série d'oxydation transformant la rhodocrosite en pyrolusite (Gustine, 2002).

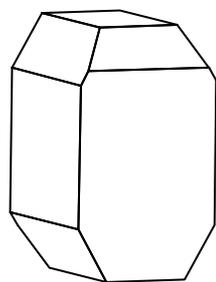
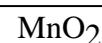
**Minerai de manganèse de la Lienne inférieure**, elle a été observée dans la concession de Meuville et dans celle de Moët-Fontaine sur des sections polies où elle forme des agrégats sphérolitiques constitués de fines fibres. Ces agrégats ont un diamètre d'une centaine de micromètres. Elle est également observée en texture à forme squelettique où elle est partiellement transformée en pyrolusite. La nsutite se présente alors en lamelles entourées par des aiguilles de pyrolusite secondaire. (Gustine, 2002)

**Bihain**, aux anciennes minières de manganèse, elle s'y trouve en inclusions grises massives, assez résistantes au milieu de noyaux constitués d'un mélange de lithiophorite et de cryptomelane dont elle se distingue par une couleur plus franchement grise, un éclat plus métallique et une dureté plus élevée (Fransolet, 1979).

Au même endroit, elle y forme aussi des couches dans des veinules remplies symétriquement et parallèlement par rapport aux épontes de quartz. La nsutite collée contre le quartz est recouverte de manganite. (Gustine, 2002)

**Salmchâteau**, elle a été recueillie à Salmchâteau (dans les quartz à ardennite ?) à la fin du 19<sup>e</sup> siècle et elle a été signalée alors comme « psilomélane ». Des analyses faites sur ces échantillons ont permis de déterminer la nsutite. Elle forme des masses botryoïdales noires, à poussière brun foncé et la cassure montre une structure concentrique. (Fransolet & Mélon, 1975)

**Verleumont**, l'occurrence est simplement mentionnée. (Hatert, 2002)

**Pyrolusite**

Le plus souvent, la pyrolusite se forme par altération superficielle de la rhodocrosite (Berger, 1965). Gustine (2002) précise qu'elle constitue en fait le terme final d'une série d'oxydation de la rhodocrosite ; celle-ci s'oxydant successivement en manganite puis en nsutite puis enfin en pyrolusite. Elle est généralement associée à la manganite dont elle est le produit de déshydratation

Schéma dessiné d'après les faces cristallines signalées par Mélon, 1976

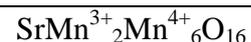
**Minerai de manganèse de la Lienne inférieure**, la pyrolusite se présente sous la forme de fines aiguilles ou d'enduits à éclat métallique. Elle est parfois observée en aiguilles autour de lamelles de nsutite dont elle dérive (Gustine, 2002). La pyrolusite est également signalée comme souvent associée à la carpholite (Ledoux, 1911), (Blaise, 1930).

**Fraiture**, la pyrolusite forme des enduits gris bleu sur du quartz filonien. Dans cette occurrence, la pyrolusite semble primaire et ne dérive pas de la transformation de la manganite (Gustine, 2002). Des cristaux millimétriques très nets ont pu être observés, parfois accompagnés d'autres oxydes de manganèse (cryptomelane ?). Les cristaux trop serrés et trop brillants ne m'ont pas permis d'obtenir une bonne photo.

**Salmchâteau**, au Coreux, dans les phyllades à kanonaite, elle se présente en lattes et baguettes quadratiques dans des zones riches en braunite où elle cimente des fractures [tome 1/37] (Herbosch, 1967). L'occurrence du minéral est confirmée par une diffractométrie RX sur des échantillons récoltés récemment (M. Deliens, 2003). Le minéral se présente dans des petites veines de quartz blanc en très petits cristaux bien formés noirs très brillants ou en veinules gris métallique de plusieurs millimètres d'épaisseur entre des couches de phyllade. [12/5-6]

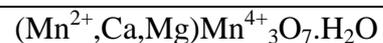
**Vielsalm**, des petits cristaux gris métalliques caractéristiques ont été observés dans les phyllades pyriteux à arsenopyrite de la carrière « Georges Jacques ». Dans la carrière « Meyer », elle a été observée dans des cavités de quartz, en cristaux aciculaires noirs sur des croûtes constituées vraisemblablement d'un mélange de cryptomelane/lithiophorite.

#### Strontiomelane



**Salmchâteau**, la strontiomelane forme des solutions solides avec la hollandite (Voir rubrique « hollandite »). Signalons cependant que le strontiomelane est un minéral fort rare et l'occurrence de Salmchâteau est la seconde au niveau mondial. (Schreyer et al., 2001)

#### Todorokite



**Ottre**, elle est signalée en enduits mamelonnés noirs sur coticule, sans doute de la carrière en activité (Hatert, 2002).

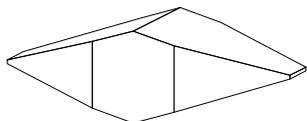
## 4.2. Oxydes et hydroxydes de fer

Le fer est abondant dans les roches du massif de Stavelot. Parmi les oxydes et hydroxydes de fer, l'hématite est l'espèce la mieux représentée. Elle se trouve dans à peu près partout dans toutes les couches du Salmien. Moins fréquente, la goethite n'est pas vraiment rare non plus.

#### Goethite



La goethite est un minéral fréquemment associé à d'autres oxydes et hydroxydes de fer dans les minerais brun rouille appelés généralement « limonite ». Dans le Salmien du Massif de Stavelot, elle ne forme cependant pas de grosses masses et on ne l'observe qu'en petites concrétions ou en enduits. Les cristaux sont rares.



**Minerai de manganèse de la Lienne inférieure**, des petites croûtes fibreuses avec des reflets brun rougeâtre caractéristiques s'observent sur des concrétions d'oxydes de manganèse dans des cavités de quartz récoltés notamment sur les haldes de l'ancienne concession de Moët-Fontaine.

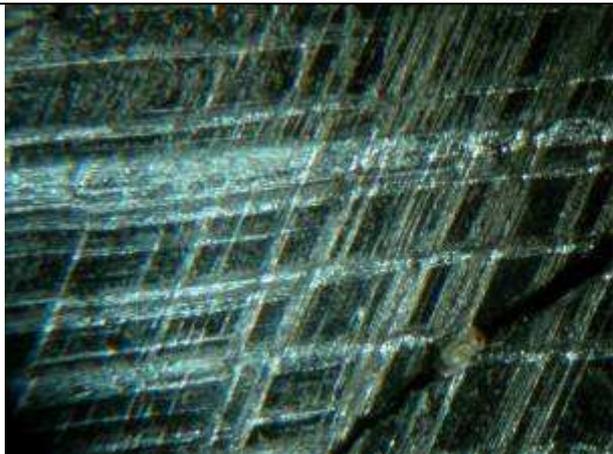
**Salmchâteau**, au gîte de cuivre, la goethite est de couleur brun clair et recouvre des globules de delafossite. Elle se présente également en minces encroûtements mamelonnés à surface globulaire. Sous forme d'une substance pulvérulente noire, elle enrobe également des grains métalliques jaunes de chalcopryrite. (Van Tassel, 1978)

Dans les quartz à ardennite, la goethite est observée en pseudomorphoses de cristaux semblant être de la siderite.

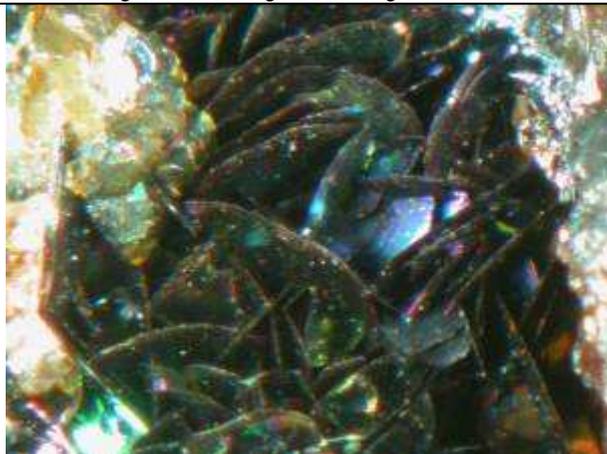
**Vielsalm**, la goethite est connue en de nombreux endroits et il est sans intérêt de les envisager tous. Elle se présente en petits globules ou en croûtes brun noir fibreux. Citons cependant la carrière Georges Jacques où elle forme des encroûtements noirs fibreux autour des plages de pyrite très oxydée des quartzophyllades pyriteux du Salmien supérieur (Sm3). Elle est également observée avec cuprite dans la galerie « Joannesses » où elle remplit avec cette dernière de minces filets dans les phyllades au croisement entre un quartz rosé et une couche de pseudocoticule [19/4]. Elle accompagne également, souvent de manière pulvérulente, les produits de la transformation de la rhodocrosite et de la siderite. Dans les pseudocoticules, des petits cristaux millimétriques isolés ou des petites gerbes brunes se sont avérés être de la goethite (RX, M. Deliens, 2003), [15/4]. Il s'agit sans doute d'une pseudomorphose de siderite. Enfin, des petits cristaux rouges par transparence, en forme de navettes, ont été observés sur des oxydes de manganèse dans la galerie « Joannesses ». Il s'agit vraisemblablement de cristaux de goethite [15/1-6], (Van Der Meersche, Mineralcolor 1992/4).

## Planche 14 - Hematite

## Oxydes-Hydroxydes Fe (1/2)



Lierneux, carrière du thier del preu à Sart - [5 mm]



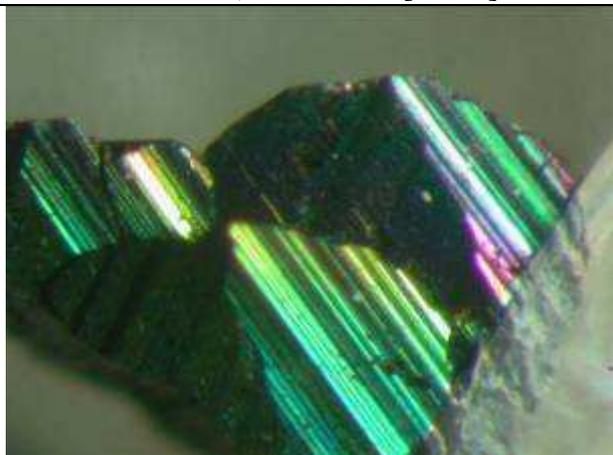
Salmchâteau, filon de cuivre- [6 mm]



Vielsalm, en surface- [5 mm]



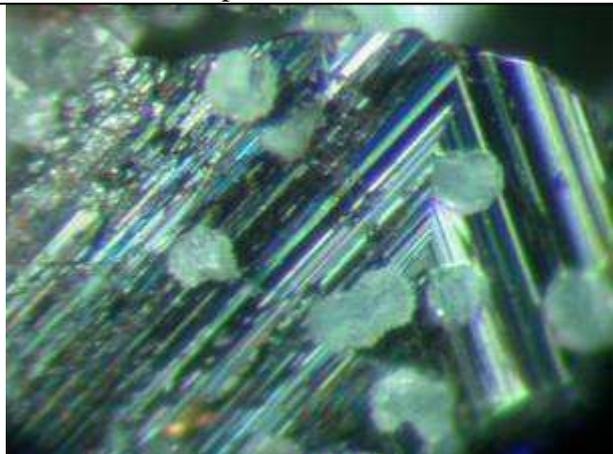
Vielsalm, en surface - [6 mm]



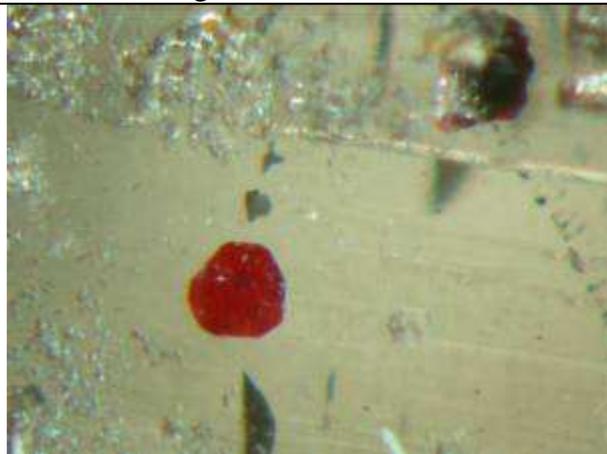
Salmchâteau, près de TCVS-0 - [2,5 mm]



Vielsalm, gisement à wardite - [5 mm]



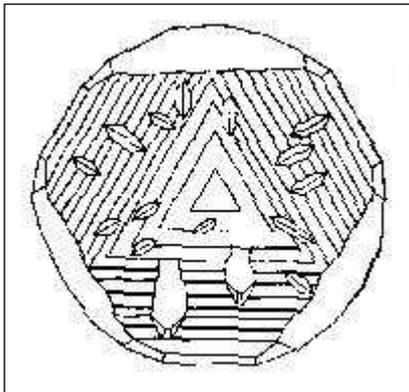
+ Crandallite(?)-Salmchâteau, près de TCVS-0- [2,5 mm]



Dans cristal de quartz, Salmchâteau, gis. florencite - [1,2mm]

Elle est signalée en de nombreux endroits du Massif de Stavelot, souvent en masses « laminées » plus ou moins importantes avec chlorite dans le quartz du Salmien moyen (Sm2), notamment.

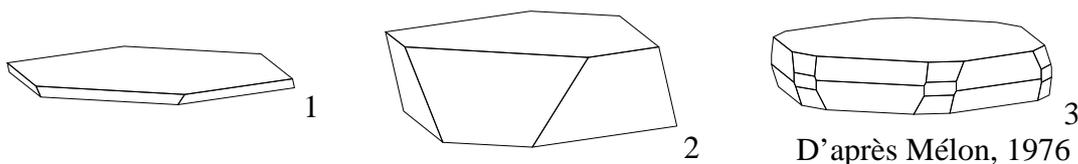
Les cristaux aux formes nettes sont rares et fragiles. On observe souvent des stries « à  $60^\circ$  » sur les faces  $\{0001\}$ . Krygier (1982) signale que ces stries à  $60^\circ$  sont en fait des plans de séparation dus à des macles suivant  $\{0001\}$  et  $\{10\bar{1}1\}$ .



Les « stries » triangulaires sont souvent observées sur les cristaux d'hématite du Massif de Stavelot [14/5-6].

Schéma extrait de Victor Goldschmidt, 1920.

Généralement les cristaux, très minces [schéma 1], sont empilés parallèlement à  $\{0001\}$ , ce qui rend cette hématite extrêmement fragile. Souvent, elle se délite alors en écailles parallèlement à ce plan ; sous cet aspect elle constitue la variété « oligiste ». Des cristaux plus trapus sont parfois observés aussi [schéma 2].



D'après Mélon, 1976

L'hématite est présente dans tous les affleurements des couches salmiennes. Il n'est donc pas possible de les citer tous ; seuls certains sites sont mentionnés.

**Minerai de manganèse de la Lienne inférieure**, à Bierleux, Meuville et Moët-Fontaine, l'hématite est cryptocristalline et est le constituant essentiel du ciment (Berger, 1965). On l'observe parfois en petites lamelles métalliques dans le minerai et dans les quartz associés ; parfois aussi en petits cristaux très minces, translucides, de couleur rouge, notamment à Bierleux. Ces cristaux ont la forme de petits hexagones très minces et sont soit isolés soit regroupés en petites rosettes ; d'ailleurs assez caractéristiques du minéral. Enfin, à Bierleux, sur le site de la Heid Cossin, elle colore en rouge sang certaines roches [tome1/78].

**Bihain**, dans la galerie Maizeroul, aujourd'hui effondrée, elle était exceptionnellement abondante (Anten, 1928). Cette hématite présente des hautes teneurs en manganèse, parfois plus de 16% et se caractérise par une poussière et un trait presque noir sur la porcelaine alors qu'il est généralement plus rouge pour les hématites les plus pures ( Bourguignon & Toussaint, 1955).

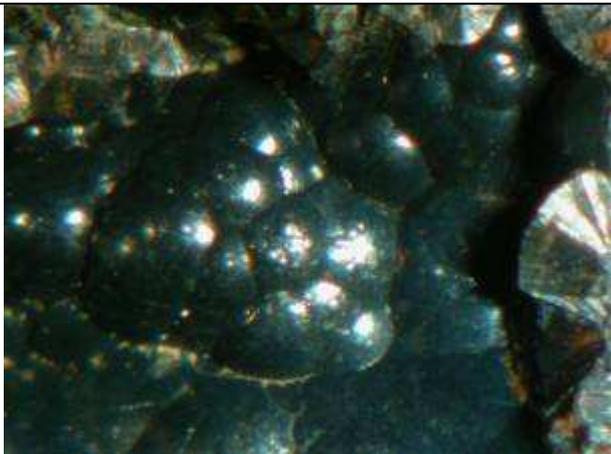
**Ménil**, l'hématite est observée en gros cristaux souvent assez trapus [schéma 2], [tome1/25].

**Neuville**, près de Vielsalm, dans une vieille carrière, la variété « martite » est signalée. Cette variété se forme en pseudomorphoses d'octaèdres de magnetite (Corin, 1927b).

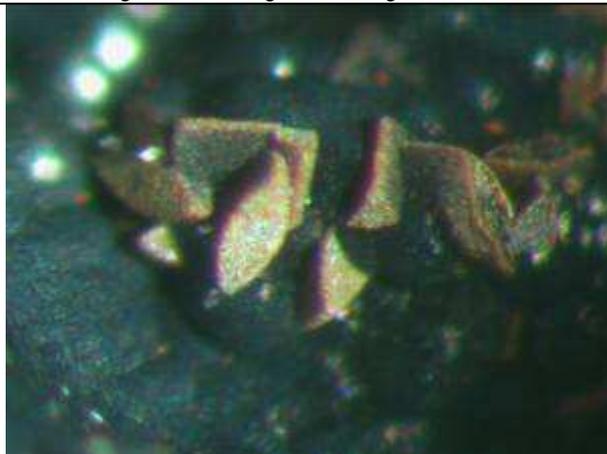
**Salmchâteau**, au filon de cuivre, l'hématite est généralement bien cristallisée mais les cristaux sont difficile à extraire. Par endroit, elle contient dans ses fissures de la paratellurite et un autre minéral jaune sale à brun, tellurifère mais non identifié [14/2], (Krygier, 1982) (Van Der Meersche, Mineralcolor 2002/5-6). Au filon à florencite, elle est responsable de la coloration « améthyste » des quartz [14/8]

**Planche 15**

**Oxydes-Hydroxydes Fe (2/2)**



Goethite -Vielsalm, terril Pignon - [5 mm]



Goethite -Vielsalm, Joanneses - [2 mm]



Goethite -Vielsalm, terril Socogetra- [1 mm]



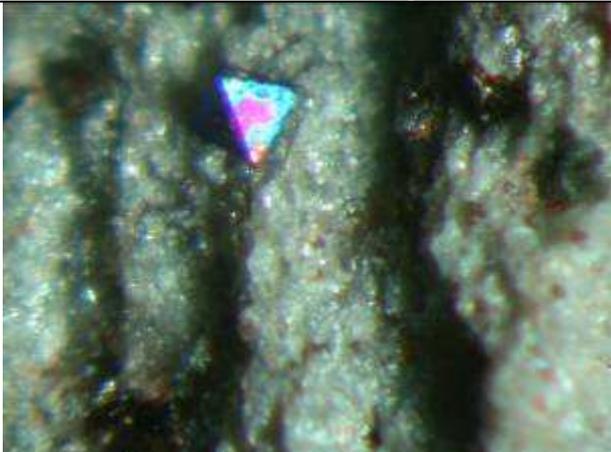
Goethite (après siderite?)-Vielsalm, Roqueyes - [5 mm]



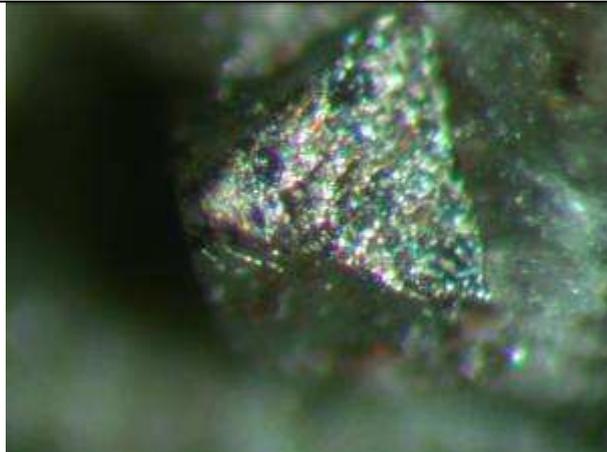
Goethite -Vielsalm, terril Socogetra- [1,5 mm]



Goethite -Vielsalm, terril Socogetra - [5 mm]



Magnetite - Vielsalm, Joanneses - [2,5 mm]



Magnetite -Vielsalm, Joanneses - [0,5 mm]

**Vielsalm**, elle est abondante dans toutes les paragenèses.

Dans le Salmien inférieur, dans les galeries « Continars » et « Joannesses » notamment, des phyllades montrent localement de nombreux octaèdres de magnetite dont certains, comme à Neuville, sont partiellement transformés en hematite (« martite ») ; ce que l'on constate par le trait rouge caractéristique laissé par les cristaux frottés sur la porcelaine.

Dans la paragenèse des quartz à phosphates d'aluminium du Salmien moyen, elle forme parfois des masses assez pures de plusieurs dizaine de kilos [tome1/57,58]. Les cristaux aux contours généralement mal définis présentent fréquemment des stries « triangulaires ». Cette hematite montre souvent des irisations métalliques bleues ou vertes du plus bel effet.

Dans les pseudocoticules du Salmien moyen, elle s'observe en petits globules rouge brun en surface mais noir métallique sur cassure. Parfois aussi, on observe des petites « roses » noires constituées par l'empilement de nombreux petits cristaux bien formés [14/34,6]

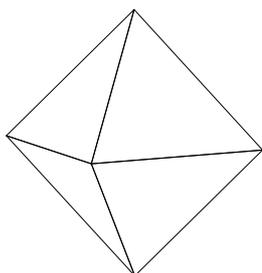
Dans la paragenèse à andalousite et davreuxite du Salmien moyen, elle a été observée sur terril en grosses masses constituées de fins cristaux associés les uns aux autres, donnant à l'ensemble un aspect feuilleté extrêmement fragile (Van Der Meersche, Mineralcolor 1990/77-78).

Dans les grosses veines de quartz du Salmien moyen, on observe parfois des quartz avec des nuances rouges ou violettes. Ces teintes sont dues aux minuscules inclusions d'hematite filiformes, en lamelles triangulaires, ou en très minces cristaux hexagonaux se trouvant dans les cristaux de quartz.

Enfin, dans la paragenèse des quartz à sulfures de cuivre, l'hematite n'est pas rare non plus. Elle est notamment intimement associée aux sulfures de cuivre dans les deux filons de la galerie TCVN-6.

## Magnetite

Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>



La magnetite est un minéral caractéristique de certains niveaux du Salmien inférieur Sm1 et est donc un minéral très fréquent. Nous ne pouvons bien sûr signaler tous les endroits où elle a été reconnue. Elle se présente généralement en nombreux petits octaèdres [schéma ci-contre] disséminés dans les phyllades. Les propriétés magnétiques de la magnétite rendent son identification aisée : les petits cristaux sont très facilement attirés par un aimant.

**Neuville**, près de Vielsalm, dans le terril de l'ancienne carrière, la magnetite se présente en petits octaèdres dans une roche verdâtre du Salmien inférieur Sm1. Ces petits cristaux sont très magnétiques. Localement cependant, on observe des pseudomorphoses en martite, caractérisée par la couleur rouge sang prise par les cristaux écrasés (Corin, 1927b).

**Vielsalm**, la magnetite s'observe dans les couches de Salmien inférieur Sm1 recoupées par les galeries. Elle se présente en abondants cristaux octaédriques de quelques dixièmes de millimètres dispersés statistiquement dans certains phyllades gris vert assez clairs (Van Der Meersche, Mineralcolor 1993/4) [tome1/52] [15/7-8]. Parfois aussi, les minuscules octaèdres se rassemblent et forment alors des veines millimétriques grenues. Localement, les cristaux semblent être transformés en « martite » (hematite), comme à Neuville.

-----

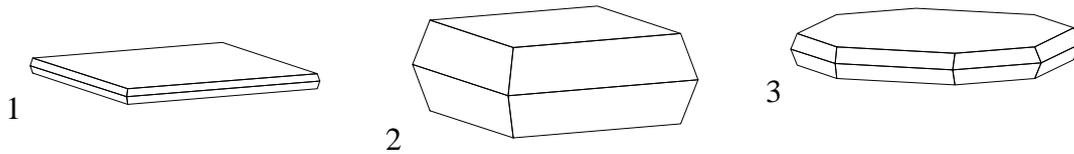
### 4.3. Oxydes de titane (et de fer)

Les oxydes de titane les plus fréquents sont l'anatase et le rutile. Ces deux espèces sont présentes dans toutes les couches du Salmien. (Sm1, (Sm2) et (Sm3)). L'ilménite est une espèce moins fréquente, uniquement observée dans la paragenèse des quartz à sulfures du Salmien supérieur.

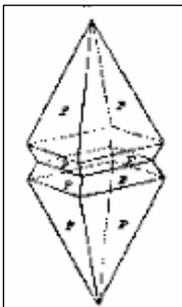
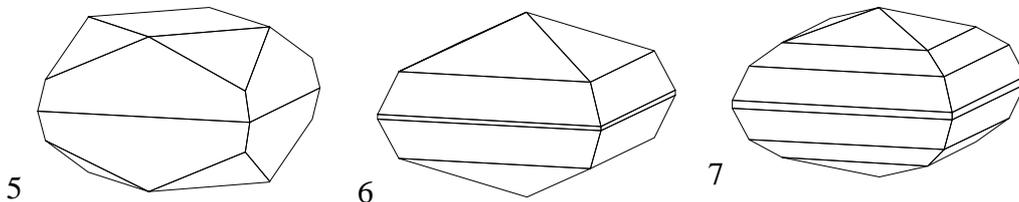
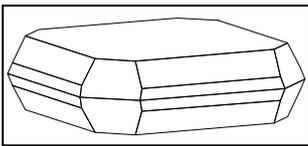
#### Anatase

TiO<sub>2</sub>

L'anatase est un minéral bien répandu dans la région mais, du fait de ses petites dimensions, il passe facilement inaperçu. Si ce n'est au voisinage des minerais de manganèse de la Lienne inférieure où l'on observe de nombreuses formes cristallines, les cristaux observés sont généralement très simples [Schémas 1 à 3]. Ce sont le plus souvent de très petits cristaux tabulaires carrés extrêmement minces, souvent inférieurs à 1 millimètre. Leur couleur varie de l'orange/rouge au noir en passant par tous les tons de brun. Bien souvent aussi, la couleur du cristal varie du centre à ses extrémités.



**Minerai de manganèse de la Lienne inférieure**, les cristaux gris bleu à bleu vert se présentent de multiples manières [schémas 4 à 7]. On les a notamment observés à Meuville sur carpholite, aux Minières et à Moët-Fontaine avec siderite et albite [16/1-7].



De plus, à Moët-Fontaine, de très petits cristaux incolores à blancs sont observés dans des joints que l'on pourrait prendre pour des petites veines de coticule, voire de pseudocoticule. Ces cristaux sont très comparables à la forme ci-contre, [55/1-2]. Mais s'agit-il d'anatase ?, de wulfenite ?,...

Schéma extrait de Victor Goldschmidt.

**Bihain**, au gisement de vantasselite, elle forme de rares petits cristaux tabulaires de teinte brune. Ces cristaux sont très minces et de forme simple [schéma 1].

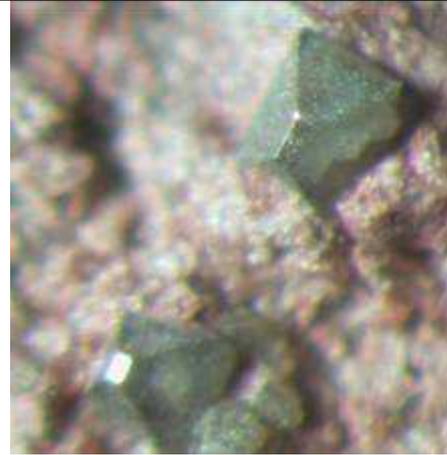
**Ottre**, dans le filon à ottrelite, davreuxite et pyrophyllite, elle forme des petits cristaux tabulaires de teinte brun rouge [schéma 1], [16/9].

**Planche 16 - Anatase**

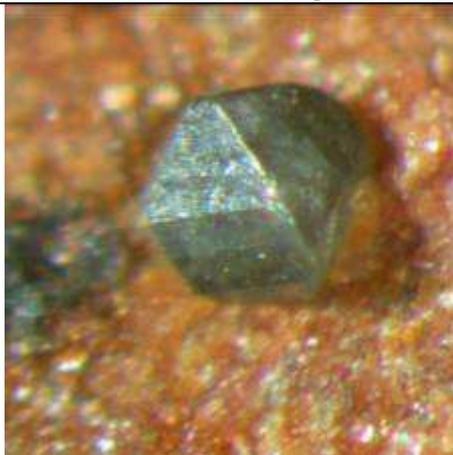
**Oxydes de titane (1/3)**



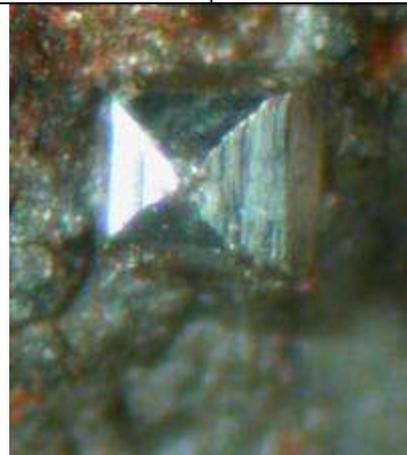
Meuville, Rouge thier - [2,5 mm]



Meuville, Rouge thier - [1,5 mm]



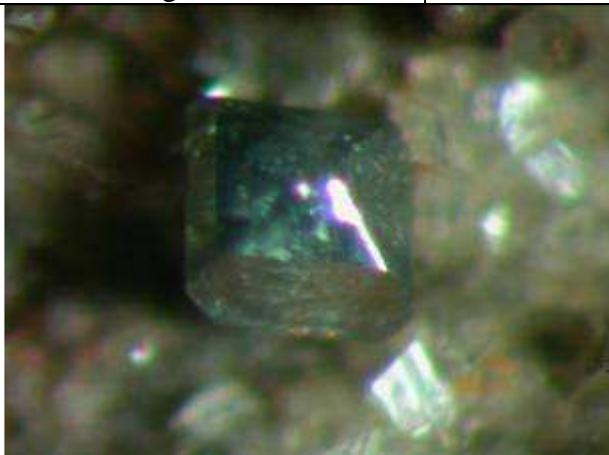
Meuville, Rouge thier - [0,4 mm]



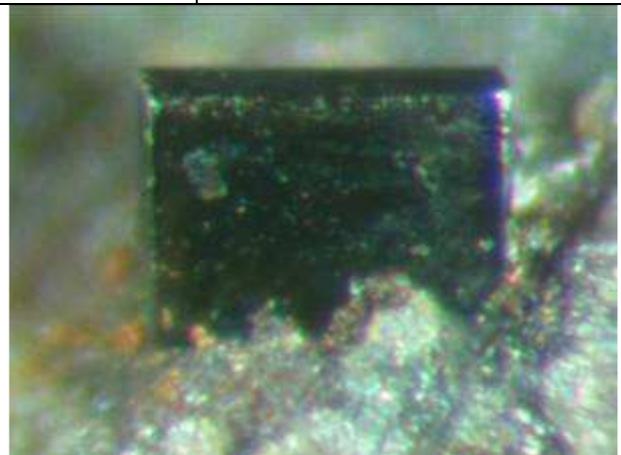
Meuville, Rouge thier - [0,3 mm]



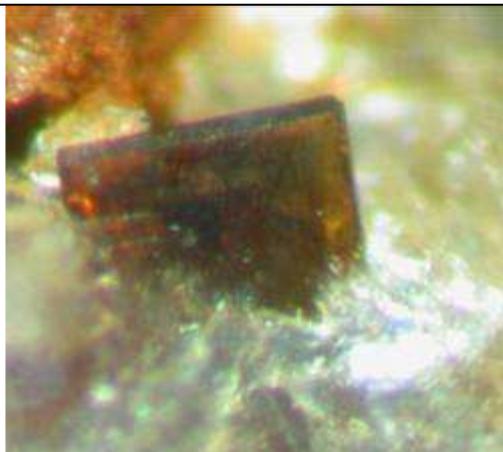
Les Minières - [0,5 mm]



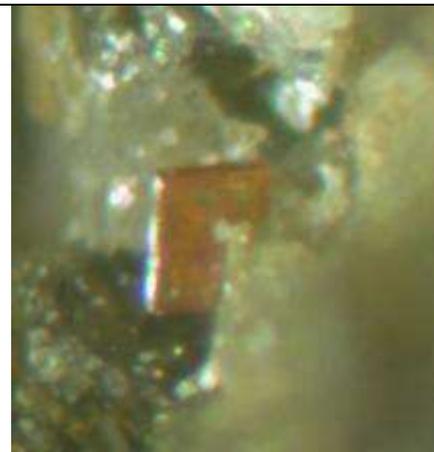
Moët-Fontaine - [0,5 mm]



Moët-Fontaine - [0,5 mm]



Sart, carrière du thier del preu - [0,4 mm]



Ottreé, gisement à ottrelite - [0,4 mm]

**Salmchâteau**, l'anatase est observée en de nombreux endroits.

Au filon de cuivre, dans les déblais de la tranchée de recherche quelques mètres au nord de la base des haldes principales, l'anatase est observée en petits cristaux tabulaires brun noir sur hematite. Ils sont parfois très nombreux mais toujours très petits de l'ordre de quelques dixièmes de millimètres seulement. Ils sont fort comparables à ceux observés dans la zone à tellurobismuthite de Vielsalm.

Au gisement de florencite, elle se présente en cristaux jaune brun avec éclat terreux faisant penser à une pseudomorphose. Ces échantillons ont été diffractés par RX (M. Deliens, 2003).

Dans les quartz à ardenite, elle se présente parfois en petits cristaux bleus ou gris bleu aux formes mal définies.

**Sart-Lierneux**, au Thier del preu, l'anatase se présente en petites plaquettes comme à Vielsalm. L'observation de cristaux de cette occurrence est récente et n'est pas signalée dans le tome 1 [16/8].

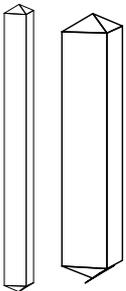
**Vielsalm**, elle est relativement fréquente mais du fait de ses faibles dimensions, passe souvent inaperçue. On l'observe dans toutes les paragenèses.

Dans le Salmien moyen, elle est notamment observée dans le gros quartz colmatant la grande faille Est-Ouest. Dans son affleurement souterrain entre les exploitations « Continars » et « Joannesses », elle se présentait en nombreux petits cristaux tabulaires dans de fort petites cavités du quartz blanc. Au filon de wardite, des cristaux tabulaires brun noir millimétriques ont pu être observés dans des petits joints de quartz d'épaisseur inférieure à un centimètre. Parfois le cœur des cristaux est brun clair et entouré d'une bordure brun foncé. (Van Der Meersche, Mineralcolor 1990/83-84)

Dans la paragenèse à sulfures de cuivre du Salmien supérieur, elle est notamment observée en fort petits cristaux tabulaires, de quelques dixièmes de millimètres seulement, dans la zone à tellurobismuthite de la carrière « Georges Jacques ». Les cristaux forment des petites tablettes de couleur orange à brun miel ou noir sur des plages d'hematite, parfois avec malachite. Elle se présente de la même manière sur l'hematite associée à la bornite dans la galerie TCVN-6. [17/1-4]

## Rutile

TiO<sub>2</sub>



Le rutile est bien représenté comme constituant accessoire de toutes les roches de la région, notamment celles du Salmien moyen et supérieur (Sm2 et Sm3). Il est également fréquent en petites baguettes cristallines parfois très minces [schémas ci-contre] dans les veines de quartz, généralement sur hématite. Sa couleur varie de brun à rouge. La variété « sagenite » n'est localement pas rare non plus.

Schémas dessinés d'après Mineralcolor 1992/9.

**Bihain**, il est observé comme minéral accessoire de la roche blanche à inclusions d'ottrelite (Theye, 1994).

**Ménil**, dans les anciennes exploitations de coticule, il se présente en petits cristaux brun orange sur hematite.

**Ottre**, au gisement à ottrelite et davreuxite, il se présente en petits cristaux rouges ne dépassant pas 1 mm [17/5], (de Rauw, 1911).

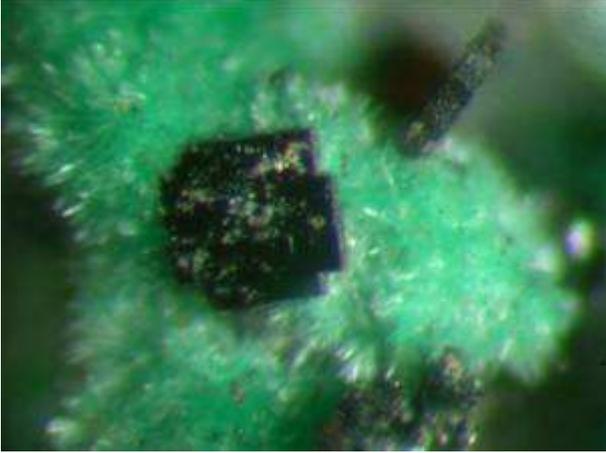
**Vielsalm**, le minéral est observé dans toutes les paragenèses.

Dans le Salmien moyen (Sm2), elle est observée en minuscules cristaux rouges aux formes généralement émoussées dans les pseudocoticules, notamment dans la galerie « Roqueyes ».

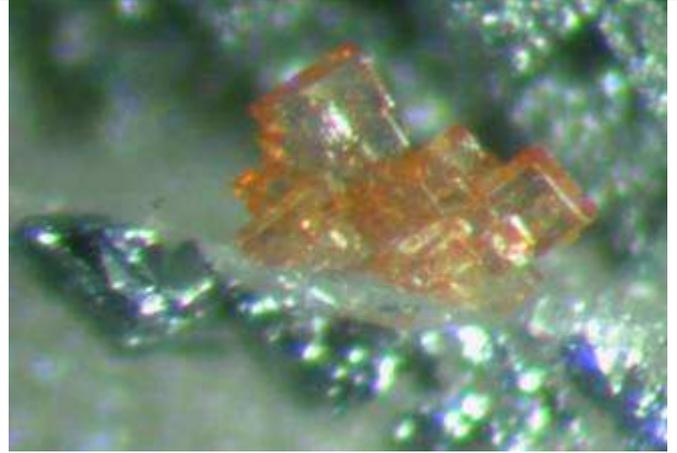
Sur terril, des quartz montrent de grandes plages brunes de la variété « sagenite » constituée d'innombrables cristaux très minces maclés à 60° en tous sens et formant des surfaces « tissées » de plusieurs centimètres carrés. Signalons également la présence, en inclusion dans des cristaux de quartz de rutile en fibres brun rougeâtre ou parfois aussi en macles de cristaux rouges en « V ».

## Planche 17 - Anatase et Rutile

## Oxydes de titane (2/3)



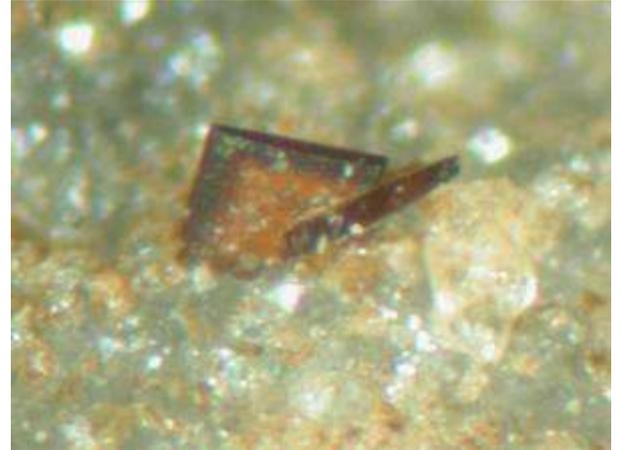
Anatase sur malachite - Vielsalm, car. G.Jacques - [1 mm]



Vielsalm, filon à bornite de TCVN-6 - [1 mm]



Anatase sur quartz -Vielsalm, Continars - [2 mm]



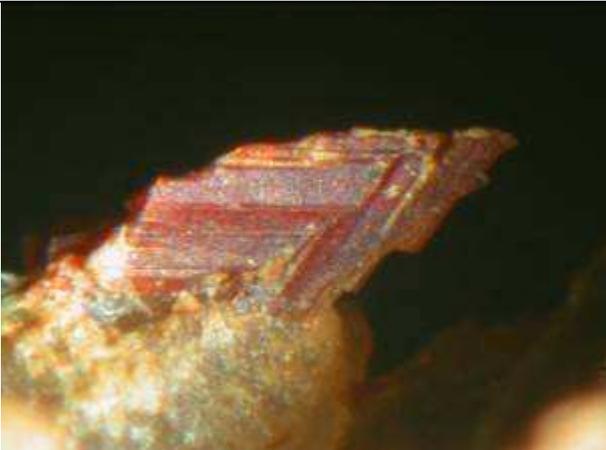
Anatase -Vielsalm, gisement à wardite - [2,5 mm]



Rutile sur ottrelite - Otré - [5 mm]



Rutile -Salmchâteau, gisement à florencite- [1,5 mm]



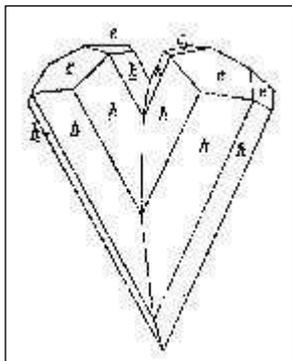
Rutile - Salmchâteau, gisement à florencite - [2 mm]



Avec molybdenite, Vielsalm, terril Pignon - [2 mm]

Dans la paragenèse à sulfures du Salmien supérieur, il est également observé en de nombreux endroits, notamment dans des quartz à rhodocrosite noirâtre très oxydée récoltée sur terril où elle se présente en magnifiques cristaux orangés atteignant 2 cm en longueur et 1mm en largeur. Dans les filons de quartz à bornite, elle se présente en petites plages millimétriques brunes sous la variété « sagenite », généralement dans les quartz et phyllades encaissant les quartz à sulfures. Parfois aussi, elle est associée à l'ilménite noire, notamment au deuxième filon à bornite [17/8], [18/1-6], (Van Der Meersche, Mineralcolor 1990/81-82 ; 1992/9-10).

**Salmchâteau**, le rutile est très fréquent. Il est notamment présent en petits globules dans les pseudocoticles de la rive gauche, en baguettes cryptocristallines associées aux cristaux de kanonaite (Deschodt, 1966) et en petits cristaux brun rouge à rouge sang au gisement de florencite [17/6-7], (Van Der Meersche, Mineralcolor 2001/47-48).



Macle de rutile en « V ». Elle est notamment observée à Vielsalm et à Salmchâteau [18/3].

D'après Goldschmidt, 1920

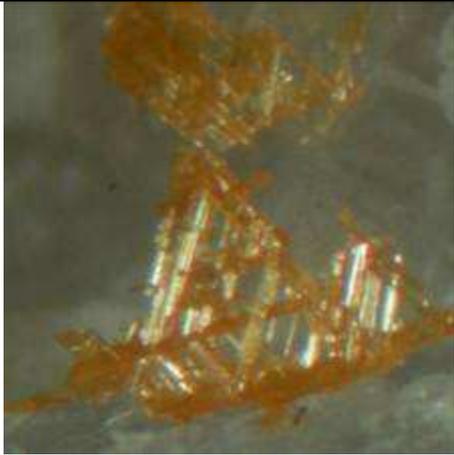
## Ilmenite

FeTiO<sub>3</sub>

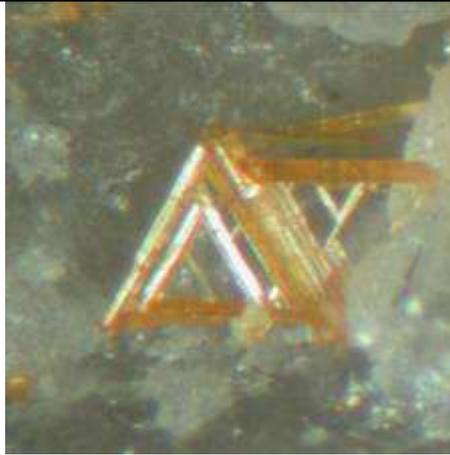
**Vielsalm**, au deuxième filon à bornite, elle se présente en plages noires mêlées au rutile sagenite. Elle a également été observée sur terril [18/7-9].

# Planche 18 - Rutile et Ilmenite

# Oxydes de titane (3/3)



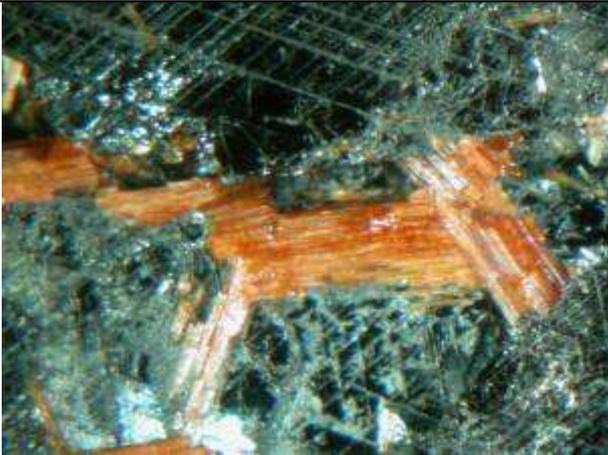
Rutile -Vielsalm, Socogetra -[0,4 mm]



Rutile -Vielsalm, Socogetra - [0,4 mm]



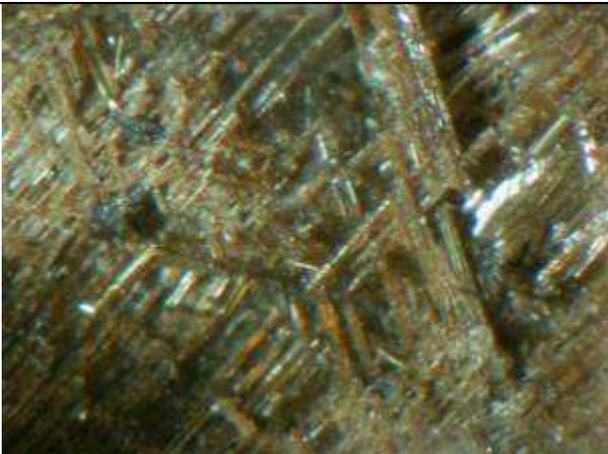
Rutile -Vielsalm, Lescrenier - [0,5 mm]



Rutile sur hematite- Vielsalm, Lescrenier - [2,5 mm]



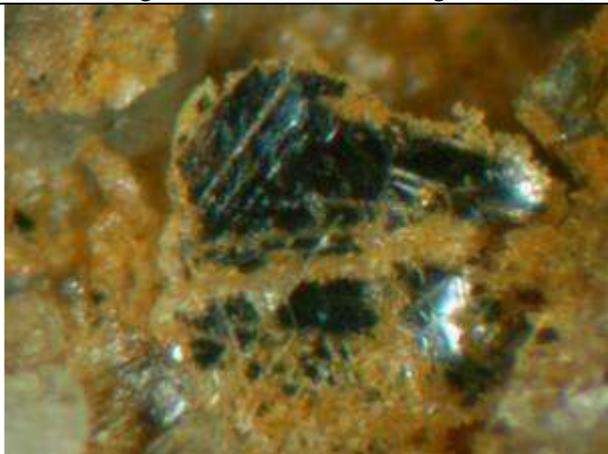
Rutile sur hematite -Vielsalm, zone à davreuxite - [4 mm]



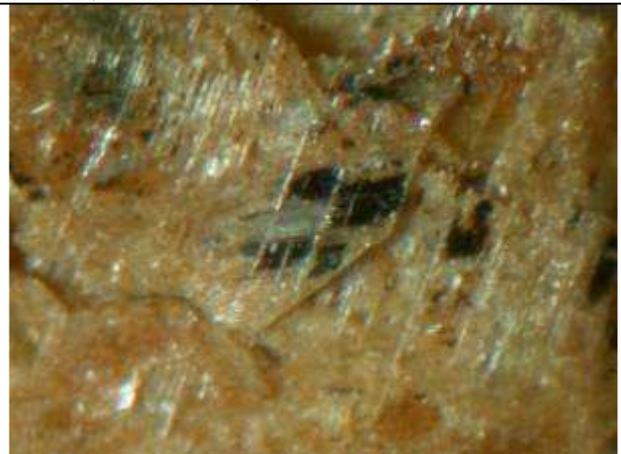
Rutile « sagenite » -Vielsalm, terril Pignon - [2 mm]



Ilmenite (lamelles noires) et rutile -Vielsalm, Bor2 - [3 mm]



Ilmenite (lamelles noires) et rutile -Vielsalm, bor2 - [4 mm]



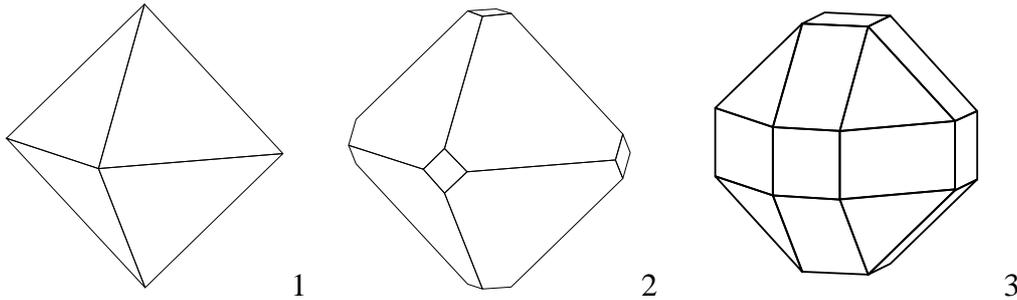
Ilmenite sur rutile, Vielsalm, terril Pignon - [2,5 mm]

#### 4.4. Oxydes de cuivre (et de fer)

Dans la région de Vielsalm et de Salmchâteau, les oxydes de cuivre sont généralement observés dans la paragenèse des pseudocoticules riches en cuivre (Sm2b) et dans celle des filons de quartz à sulfures du Salmien supérieur (Sm3).

<b>Cuprite</b>	<b>Cu<sub>2</sub>O</b>
----------------	------------------------

La cuprite se présente habituellement en octaèdres simples [schéma 1] de petite dimension. Les faces du cube, quand elles s'observent, sont souvent très réduites [schémas 2 et 3] ; la forme reproduite sur le schéma 3 est rare [19/6]. La cuprite est souvent associée à la malachite mais également à la delafossite et au cuivre natif.



**Minerai de manganèse de la Lienne inférieure**, la cuprite est observée en minuscules octaèdres rouges. Elle est également associée au cuivre natif dans la grande galerie de la concession de Meuville [19/1].

**Salmchâteau**, la cuprite est signalée au filon de cuivre où elle se présente en petits octaèdres sur quartz avec malachite et cuivre natif (Buttgenbach, 1921). L'échantillon ainsi décrit était d'abord étiqueté dans les collections de l'université de Gand comme venant de Vielsalm et a finalement été considéré comme venant de Salmchâteau par Buttgenbach (voir rubrique « Cuivre natif »). En fait, ce diagnostic n'est pas pertinent. Néanmoins, la cuprite est bien présente au filon de cuivre et a été observée récemment en très petites plages rouges. Elle est également observée dans les pseudocoticules de la rive gauche de la Salm en petits cristaux octaédriques rouges sur des surfaces terreuses brun ocre résultant de l'altération de la rhodocrosite.

**Vielsalm**, on l'observe dans la paragenèse des pseudocoticules chargés de cuivre du Salmien moyen ainsi que dans la paragenèse à sulfures de cuivre du Salmien supérieur.

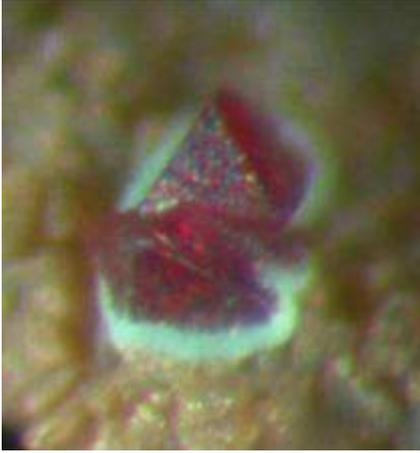
Dans le Salmien moyen, on l'observe dans les pseudocoticules de la galerie « Roqueyes » où elle est associée au cuivre natif qu'elle recouvre parfois [1/3]. Des minuscules cristaux octaédriques sont également observés. Dans la galerie « Joannesses », près d'un quartz croisant le pseudocoticule, elle se présente en petits joints millimétriques rouges dans les phyllades [19/4]. Dans le pseudocoticule, on a observé des octaèdres à cœur rouge déjà entièrement couverts d'une épaisse croûte de malachite [19/8-9].

Dans la paragenèse à sulfures de cuivre du Salmien supérieur, on l'observe notamment en petites « baguettes » rouges sur le quartz du filon à bornite de la galerie « TCVN-6 ». Dans cette galerie, de curieuses dendrites de cuprite couvertes de malachite sont également observées au filon de chalcocite [19/3].

Elle se présente également en minuscules cristaux octaédriques dans la rhodocrosite associée à des masses de chalcocite et de bornite récoltées sur terril. Toujours avec rhodocrosite, elle est observée dans la galerie « Joannesses » en petits cristaux octaédriques très rouges avec delafossite et cuivre natif dans des joints de phyllade imprégnés de cuivre [19/2-9], (Van Der Meersche, Mineralcolor 1991/9-10).

**Planche 19 - Cuprite**

**Oxydes de cuivre (1/2)**



Moët-Fontaine - [0,4 mm]



Vielsalm, Joanneses - [0,3 mm]



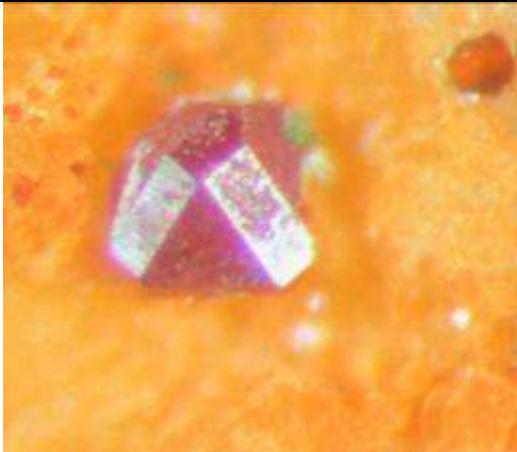
Vielsalm, TCVN-6 - [1mm]



+ goethite, dans phyllade - Vielsalm, Joanneses - [3 mm]



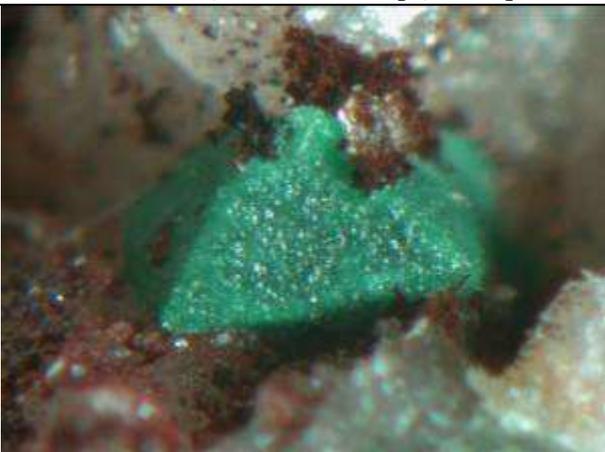
+ siderite et delafossite - Vielsalm, Joanneses - [2,5 mm]



Vielsalm, Joanneses - [0,4 mm]



Joanneses - Cuprite - [1 mm]



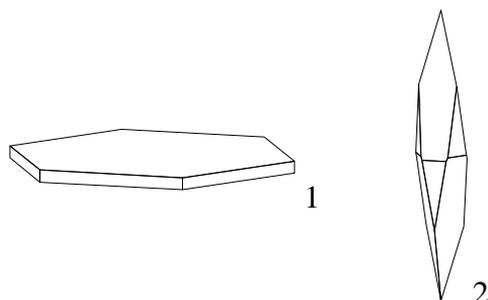
Cuprite recouverte de malachite- Vielsalm, surface - [3 mm]



Cuprite + malachite - Vielsalm, Joanneses (cresse) - [1 mm]

**Delafossite**CuFeO<sub>2</sub>

La delafossite se présente généralement en petits globules ou en petites plaquettes hexagonales [schéma 1] presque circulaires, parfois aussi en petits cristaux effilés noirs [schéma 2] généralement associés en gerbes. L'association avec la goethite, la cuprite et le cuivre natif est fréquente.



**Salmchâteau**, au gîte de cuivre, la delafossite a été observée dans un filonnet de quartz d'environ 1cm d'épaisseur en globules fibro-radiés noirs de 80 à 160 µm recouverts d'un enduit de goethite brun clair. Sur cassure, elle présente un reflet métallique (Van Tassel, 1978). Dans les pseudocoticules riches en cuivre de la rive gauche de la Salm, elle se présente en très petits globules noirs, en petites plaquettes hexagonales et parfois aussi en petits cristaux effilés, souvent en association avec la malachite.

**Vielsalm**, elle se présente comme à Salmchâteau en très petits globules, petites plaquettes hexagonales qui, en s'empilant forment de petits agrégats et en aiguilles noires dans les pseudocoticules riches en cuivre de la galerie TCVN-6. Elle y est associée à la malachite et à la cuprite. Elle est également observée avec rhodocrosite dans la paragenèse à sulfure de cuivre, notamment dans la galerie « Joannesses » mais aussi sur terril [20/1-10], (Van Der Meersche, Mineralcolor 1998/43-44).

(Tenorite)

CuO

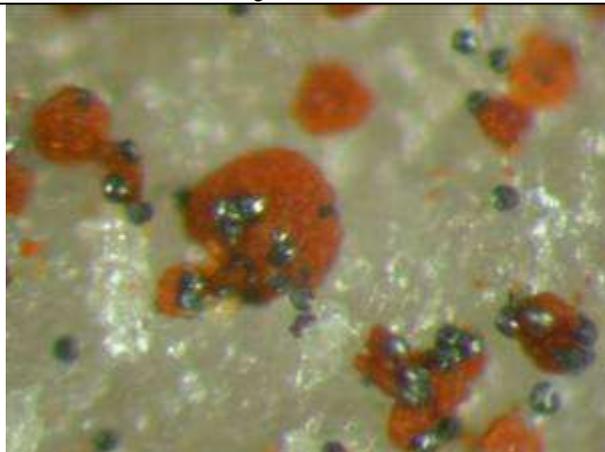
Buttgenbach (1947) la signalait à Vielsalm mais Melon (1976) considère l'occurrence de ce minéral comme douteuse. En effet, la ténorite peut être très facilement confondue avec les très nombreux oxydes de manganèse présents dans la région, voire avec la delafossite. L'espèce n'est plus reprise dans la dernière édition des minéraux de Belgique (Hatert, 2002).

**Planche 20 - Delafossite**

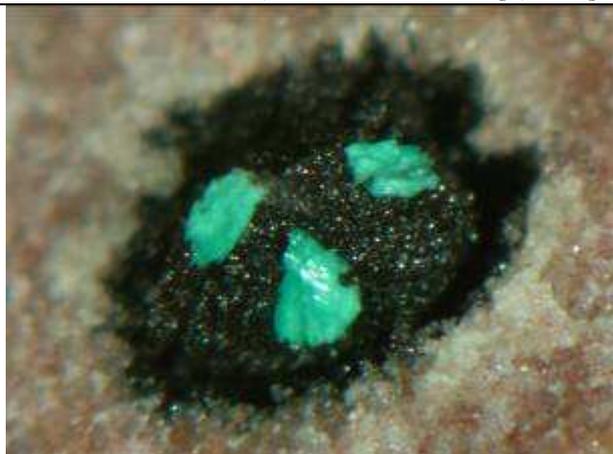
**Oxydes de cuivre (2/2)**



Delafossite - Vielsalm, cresse de TCVN-6 - [0,5 mm]



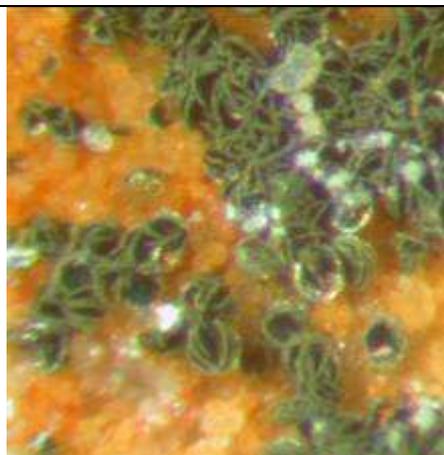
Delafossite, siderite- Vielsalm, galerie Joanneses - [2,5 mm]



Delafossite, brochantite - Vielsalm, cresse de TCVN-6-[1mm]



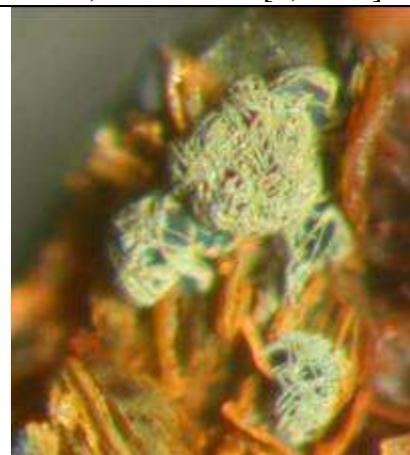
Delafossite, Vielsalm, en surface - [1,5 mm]



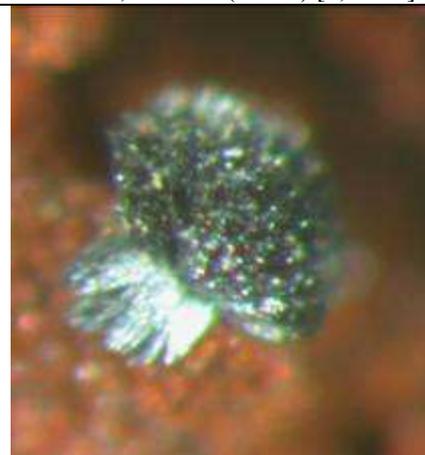
Vielsalm, TCVN6 (cresse) [0,6 mm]



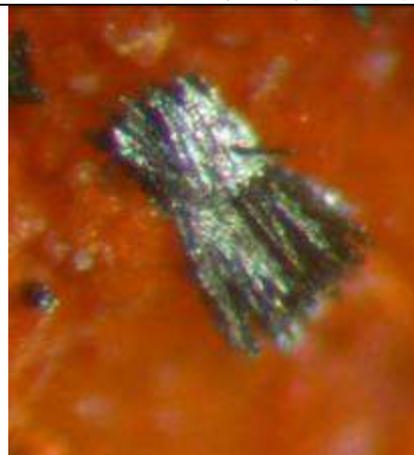
Vielsalm, TCVN6 (cresse) [0,4 mm]



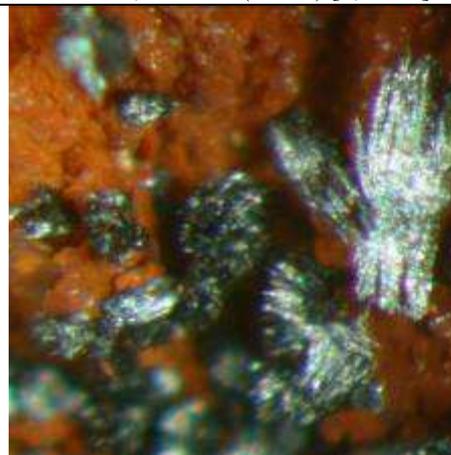
Vielsalm, TCVN6 (cresse) [0,4 mm]



Vielsalm, Joanneses [0,4 mm]



Vielsalm, cresse de TCVN-6 - [0,4 mm]



Vielsalm, cresse de TCVN-6 - [0,6 mm]

#### 4.5. Oxydes de tellure

Les oxydes de tellure recensés sont observés dans le filon de cuivre de Salmchâteau ainsi que dans la carrière Georges Jacques (« Fosse-Roulette ») dans la partie la plus occidentale du thier des carrières de Vielsalm.

Les analogies entre ces deux gisements sont très fortes, notamment par les minéraux riches en tellure qu'ils renferment. A ce jour, aucune étude approfondie n'a vraiment été réalisée sur les échantillons récoltés au filon de cuivre de Salmchâteau et il est presque sûr qu'il y a d'autres espèces que celles déjà décrites. Krygier (1982) avait déjà mentionné la présence d'au moins deux espèces inconnues.

Au filon de cuivre, ces espèces ont principalement été trouvées dans un filon de quartz en place lors de fouilles réalisées en 1976 par P. du Ry et ses amis. Peu d'échantillons ont été retrouvés depuis.

<b>Balyakinite</b>	CuTeO <sub>3</sub>
--------------------	--------------------

**Salmchâteau**, au filon de cuivre, elle se présente en minuscules plages de 2 à 3 mm de couleur vert bleuté déposées à même le quartz. Parfois, il y a passage à la teinite et la couleur change. Des cristaux prismatiques de quelques dizaines de µm ont été observés en microscopie électronique. Elle est associée à la teinite, la covellite, l'hématite et les autres minéraux de tellure rencontrés dans le gisement. (Krygier, 1982) Le minéral est parfois appelé « bleu Willy » dans le milieu des amateurs de minéraux ; cela en relation avec la découverte de ce minéral par un allemand venu, paraît-il, « travailler » le gisement avec des explosifs ( !!!) dans les années 80.

<b>Graemite ?</b>	CuTeO <sub>3</sub> .H <sub>2</sub> O
-------------------	--------------------------------------

**Salmchâteau**, au filon de cuivre, l'existence de la graemite est probable mais non prouvée. De même couleur que la balyakinite, elle pourrait l'accompagner dans les zones où l'on observe des plages de teinite passant, par endroits, insensiblement au vert (Krygier, 1982).

<b>Paratellurite</b>	TeO <sub>2</sub>
----------------------	------------------

**Salmchâteau**, au filon de cuivre, elle se présente comme une substance à éclat gras, blanc jaunâtre à brun clair se trouvant en inclusions anguleuses ou arrondies de l'ordre de 0,5 mm dans la covellite et parfois l'hématite. Parfois aussi, elle se présente en plages brun clair de 5mm dans des cavités de quartz [tome 1/42], [21/3-6], (du Ry et al., 1976), (Krygier, 1982), (Van Der Meersche, Mineralcolor 2000/9-10).

Krygier (1982) signale également deux autres minéraux contenant du tellure et se présentant en enduits à éclat gras, jaune verdâtre ou jaune sale à bruns. Ces espèces n'ont pas été déterminées.

<b>Teinite</b>	CuTeO <sub>3</sub> .2H <sub>2</sub> O
----------------	---------------------------------------

**Salmchâteau**, au filon de cuivre, elle se présente en monocristaux jusqu'à un millimètre, en petites masses polycristallines jusqu'à 2,5 mm, en lamelles et en placages, d'aspect vitreux et de couleur azur. Elle est intimement associée au quartz, à la covellite (en petites veinules dans cette dernière), à l'hématite, à la malachite et à la balyakinite [21/1-2], (du Ry et al., 1976), (Krygier, 1982), (Van Der Meersche, Mineralcolor 2000/1-2).

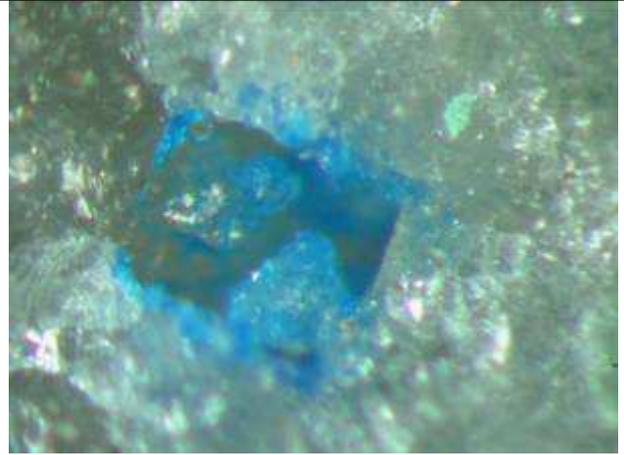
**Vielsalm**, dans la carrière Georges Jacques, la teinite a été observée au voisinage d'une zone riche en tellurobismuthite [21/3], (A. Hanson, comm. Pers. 1998).

## Planche 21

## Oxydes de tellure (1/1)



Teineite - Salmchâteau, Filon de cuivre [2,5 mm]



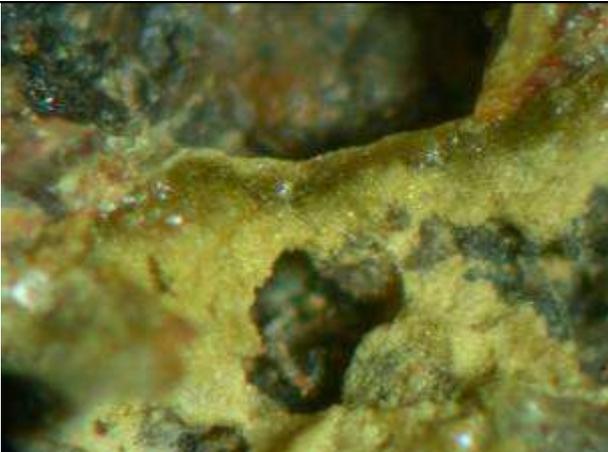
Teineite ? - Salmchâteau, Filon de cuivre [1 mm]



Teineite - Vielsalm, Carrière Georges Jacques - [2 mm]



Paratellurite ? - Salmchâteau, Filon de cuivre [2 mm]



Paratellurite ?- Salmchâteau, Filon de cuivre [1,5 mm]



Paratellurite ?- Salmchâteau, Filon de cuivre [0,5 mm]



Paratellurite ?- - Salmchâteau, Filon de cuivre [2 mm]



? + Tellurobismuthite - Vielsalm, Car. G. Jacques [2 mm]

## 4.6. Autres oxydes

Le seul oxyde ne rentrant pas dans les catégories précédentes est la gahnite.

<b>Gahnite</b>	$ZnAl_2O_4$
----------------	-------------

La gahnite est une spinelle zincifère se trouvant dans la paragenèse de la kanonaite.

**Bihain**, elle se trouve dans la roche blanche à andalousite/kanonaite et à inclusions d'ottrelite où elle se présente en grains bleus pouvant atteindre un diamètre de 70  $\mu m$ . Sa composition chimique est très proche de la composition théorique. (Theye & Fransolet, 1994).

Je remercie A. Hanson de m'avoir fourni un échantillon que j'ai essayé de photographier. Mais étant donné la petitesse du minéral, ce n'est seulement qu'avec beaucoup de bonne volonté que l'on peut observer ses formes cristallines [22/10].

**Salmchâteau**, au Coreux, la gahnite est très pure et forme des octaèdres idiomorphes verts de 8 à 10 micromètres inclus dans les porphyroblastes de kanonaite. Elle est fluorescente en rouge brillant sous les UV (Kramm, 1977). Cette propriété n'est pourtant pas signalée dans les autres localités où le minéral est observé. Enfin, notons que cette occurrence de Salmchâteau est reprise par Hatert (2002) comme étant de Vielsalm.

-----

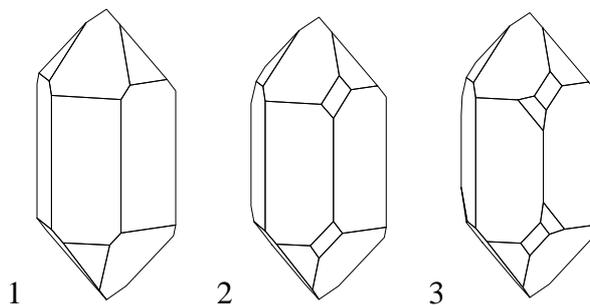
## 4.7. Le quartz et ses variétés.

<b>Quartz</b>	$SiO_2$
---------------	---------

Le quartz est un minéral omniprésent dans la région puisqu'il constitue l'essentiel du remplissage des veines qui parcourent en tous sens les roches du Salmien. Il serait sans intérêt de mentionner tous les endroits où il se trouve et donc, seules quelques occurrences sont signalées. Bien que les gisements du salmien ne soient pas à proprement parler des « gisements à cristaux de quartz », ils ont néanmoins fourni occasionnellement des cristaux tout à fait respectables de l'ordre de 5 à 10 cm, parfois « sceptres ».

<b>Cristaux incolores</b>
---------------------------

Les veines de quartz ont des épaisseurs variant de quelques millimètres à plusieurs mètres parfois. Le quartz est généralement laiteux ou teinté de noir par des enduits d'oxydes de manganèse noir. Les gros cristaux sont plutôt l'exception et ils ne dépassent que rarement les 5 cm.



Les cristaux sont alors incolores ou teintés en brun par des oxydes de fer déposés à sa surface.

**Vielsalm**, les cristaux centimétriques ne sont pas trop rares et présentent généralement des petites facettes [schémas 2 et 3]. Des cristaux courbes sont également observés. Pour ces derniers, l'axe de la croissance du cristal a changé ; ce qui explique le changement d'orientation (Van Der Meersche, Mineralcolor 1989/1-6, 13).

**Minerai de Manganèse de la Lienne**, les cristaux incolores, généralement inférieurs à un centimètre, sont abondants et recouverts d'enduits noirs constitués d'oxydes de manganèse.

# Planche 22

# Quartz + gahnite (1/1)



« Améthyste » + turquoise - Vielsalm, gis. wardite - [4 mm]



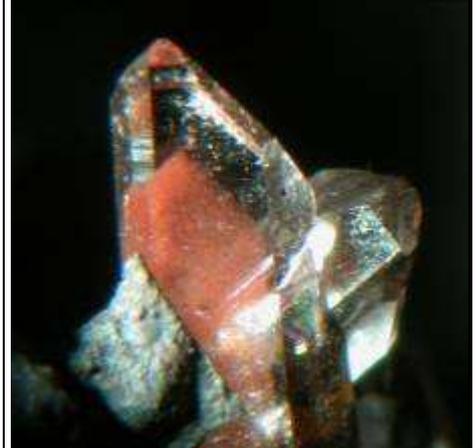
« Améthyste » - Vielsalm, continars - [2 mm]



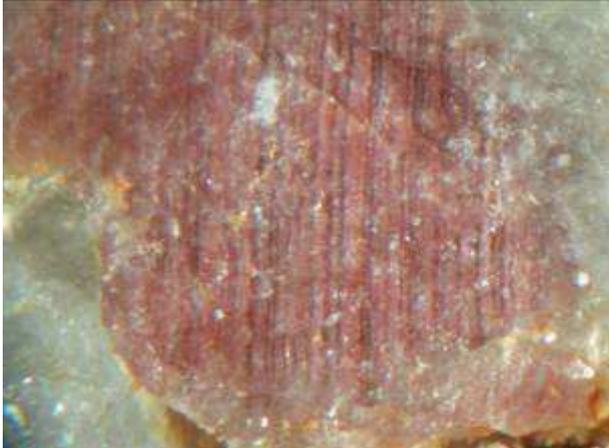
« Améthyste » - Salmchâteau - [2 cm]



« Améthyste » - Salmchâteau - [2 cm]



« Fantôme » - Les Minières [4 mm]



Quartz rouge strié - Sart, Thier del Preu - [3 mm]



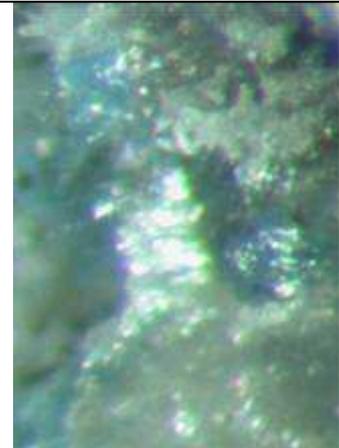
+ Inclusion fluide - Salmchâteau, gis. florencite - [1,5 mm]



« Sceptre », turquoise - Vielsalm - [6mm]



« A âme » - Vielsalm, surface - [6 mm]



Gahnite - Bihain - [0,2 mm]

**Fraiture**, on peut observer des petits cristaux millimétriques assez plats, de formes complexes, en association avec des cristaux de pyrolusite et de cookeite. Parfois aussi, on observe certains cristaux avec une « âme » blanche.

**Ottre**, au gisement de pyrophyllite, on observe des petits cristaux incolores généralement inférieurs à un millimètre, posés sur des cristaux d'ottrelite. Dans certaines diaclases, des cristaux incolores centimétriques sont également observés.

#### **Quartz « améthyste »**

Le quartz violet, variété « améthyste » est observé à Vielsalm (Van Der Meersche, Mineralcolor 1989/7-8 ; 2000/47-48) et à Salmchâteau (Van Der Meersche, Mineralcolor 2001/33).

A Vielsalm, des petits cristaux ont été récoltés en surface mais aussi en place dans le gros quartz colmatant la faille recoupée par la galerie continars. Des petits cristaux ont également été observés au gisement à wardite. Les cristaux ne sont habituellement que légèrement violacés dans leur partie supérieure [22/1-2] ; cette coloration étant due à des inclusions d'hématite. Ces inclusions sont filiformes ou en lamelles triangulaires, voire en très minces cristaux hexagonaux [14/8].

A Salmchâteau, des cristaux de plus de 5 cm sont connus au gisement de florencite et la couleur violette est parfois assez soutenue dans leur partie supérieure [tome1/38], [22/3-4]. Par contre, d'autres cristaux ne sont que légèrement teintés de violet alors que leur partie inférieure est incolore ou blanche.

Le quartz massif blanc peut parfois être parcouru de veines violettes dont la couleur provient vraisemblablement d'un processus de « digestion des phyllades » (Fransolet, comm. pers.). C'est notamment le cas au gisement de florencite de Salmchâteau. [tome1/38]

#### **Quartz enfumés**

Certains quartz peuvent être enfumés, voire être totalement noirs (variété « morion »).

De cette couleur, ils sont connus à Vielsalm (Van Der Meersche, Mineralcolor 1989/14) et à Salmchâteau, au gisement de florencite (Van Der Meersche, Mineralcolor 2001/34) où des cristaux noirs centimétriques ont été collectés.

#### **Quartz veinés rouges**

Corin (1928) a constaté la présence de quartz rouge dans les exploitations de coticule à Salmchâteau. Le quartz filonien blanc laiteux est parfois criblé de taches rouge foncé, opaques, de forme allongée, parfois entourées de chlorite verdâtre. Dans ce cas, ces taches paraissent s'individualiser en prismes définis ; ce qui, anciennement, les avaient fait reconnaître de manière erronée comme andalousite. Ces traînées de quartz rouge sont en général courbes. Une coupe parallèle à l'allongement des traînées montre des files sinueuses d'inclusions alignées transversalement à l'allongement. Corin explique la couleur de ces quartz par incorporation d'hématite prélevée aux phyllade durant leur croissance. Des quartz rouges sont également signalés à Regné dans l'exploitation de coticule souterraine Georges Jacques. (Corin, 1929).

Ces quartz sont fréquents dans la région et on peut notamment en trouver aussi à Bihain et à Sart, (thier del Preux) [22/6].

A Bierleux, enfin, on peut observer des imprégnations d'hématite dans le quartz, ce qui leur confère une couleur rouge éclatante [tome1/25]. Dans les minerais de manganèse de la Lienne, des cristaux montrent parfois des zones « fantômes » colorées en rouge [22/5].

# Classe 5

# Carbonates

A ce jour, dans le Salmien du Massif de Stavelot, on signale 6 espèces minérales dans le groupe des carbonates

Azurite  
Cerussite

Kutnohorite  
Malachite

Rhodocrosite  
Siderite

---

Hormis quelques espèces fréquentes voire même très abondantes localement, les carbonates sont globalement peu représentés dans le Salmien du massif de Stavelot.

Quelques carbonates primaires sont connus, tels que la rhodocrosite et la sidérite.

Les autres carbonates sont des produits de l'altération météorique de sulfures. Dans cette catégorie, on trouve surtout des carbonates de cuivre : malachite et azurite.

5.1. Carbonates primaires

5.2. Carbonates secondaires

---

## 5.1. Carbonates primaires

Les carbonates primaires sont ceux de manganèse (rhodocrosite et kutnohorite) et de fer (sidérite).

### Kutnohorite

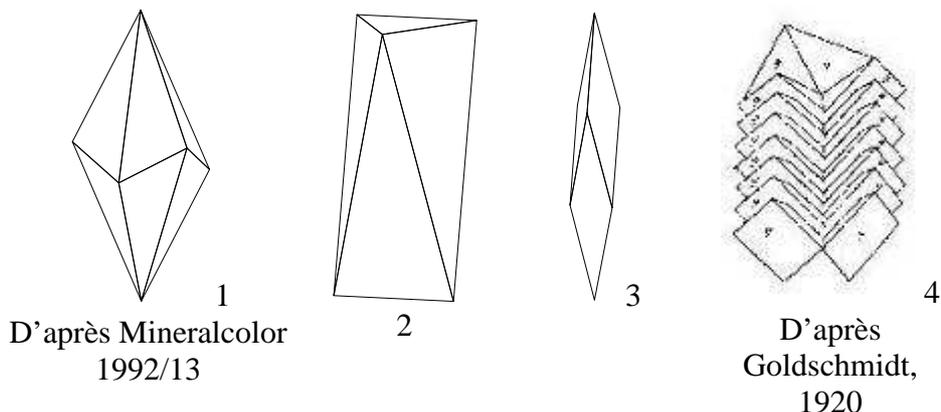


**Minerai de manganèse de la Lienne inférieure**, on signale la récolte pendant la seconde guerre mondiale d'un échantillon de kutnohorite bien cristallisé, en rhomboédres bien roses sur un tas de minerai du Salmien moyen (Sm2) entreposé à l'usine de la Société Cockerill (Fransolet, 1975). Cependant, à cette époque, plus aucune mine n'était exploitée dans la vallée de la Lienne. La dernière, celle de Bierleux, d'ailleurs exploitée par Cockerill, a fermé en 1934. Il est probable que la trouvaille s'est faite dans un stock de minerai non encore utilisé provenant de la mine de Bierleux et récupéré pendant la guerre... Si ce n'est cet échantillon, aucune autre trouvaille n'a été signalée depuis. La kutnohorite ne peut se différencier visuellement de la rhodocrosite.

### Rhodocrosite



La rhodocrosite est observée dans les couches de Salmien moyen (Sm2b) à coticule et dans les couches de Salmien supérieur (Sm3) à sulfures de cuivre. Dans les parties pas trop oxydées, on l'observe en cristaux parfois millimétriques. Dans les parties plus oxydées, elle a engendré des oxydes et hydroxydes de manganèse. La rhodocrosite est vraisemblablement le minéral source de manganèse de tous les autres minéraux du massif du Massif de Stavelot. Elle se serait formée de manière sédimentaire dans les mers salmiennes à l'époque ordovicienne (Gustine, 2002).



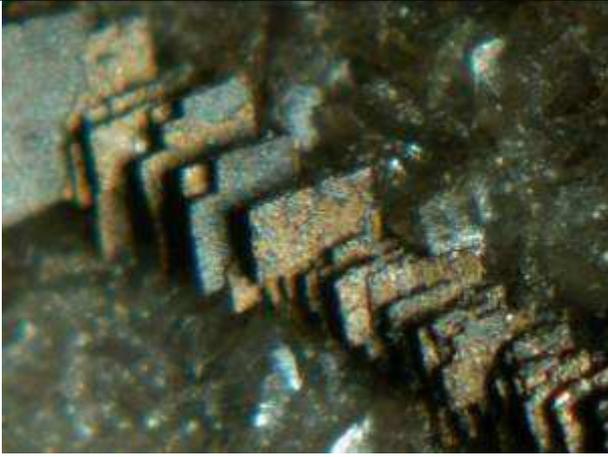
**Vallée de la Lienne inférieure**, le manganèse des minerais du Salmien moyen (Sm2) anciennement exploités dans les concessions de Bierleux-Werbomont, Meuville et Moët-Fontaine se trouve essentiellement sous forme de rhodocrosite dans les parties non oxydées du gisement [23/1-9], [tome1/76]. Des quartz filoniens traversant ces couches contiennent également de la rhodocrosite très pure en belles masses roses (de Koninck, 1879) dans lesquelles on observe parfois des cristaux millimétriques d'une couleur variant du rose au brun noirâtre, teinte due à l'altération atmosphérique. La rhodocrosite de la Lienne est très pure : elle ne contient ni fer ni magnésium et seulement 3 à 5% de calcium ; son altération superficielle engendre la pyrolusite (Berger, 1965). Gustine (2002) propose l'évolution suivante : rhodocrosite → manganite → nsutite → pyrolusite [12/2].

Les cristaux observés sont de différentes formes [schémas 2 et 3]. Des analyses par diffraction des RX de rhomboédres simples roses et d'autres bruns de Bierleux ont confirmé la rhodocrosite (M. Deliens, 2003) [23/3]. Les cristaux bruns analysés sont observés posés sur un feldspath alcalin, vraisemblablement de l'albite [23/1]. Signalons également la présence de fragments d'échinodermes fossiles constitués de rhodocrosite dans des couches supérieures à celles exploitées (Lamens, 1986).

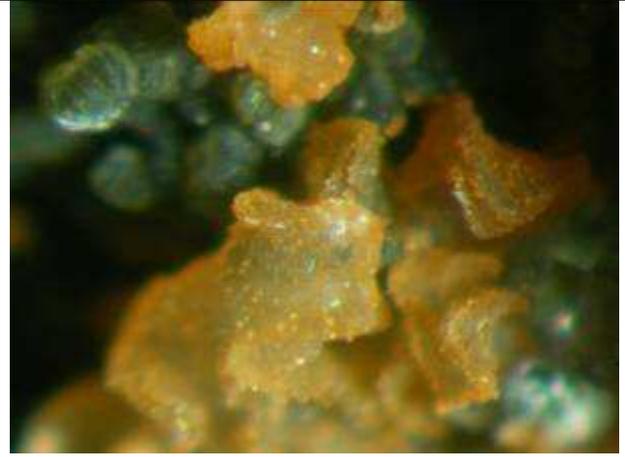
**Salmchâteau**, la rhodocrosite a été reconnue sur la rive gauche dans les couches de Salmien moyen (Sm2). Dans l'exploitation souterraine « Offergeld » (Old Rock), elle est présente en inclusions dans des cristaux de spessartine présents dans des globules millimétriques de coticule observés dans des phyllades (Schreyer et al, 1992). Les pseudocoticules de cette exploitation ainsi que ceux affleurant en surface contiennent des petits cristaux brun clair. Enfin, elle est signalée le long du chemin de fer dans des roches rougeâtres près des filons de quartz à ardennite. Les cavités de ces roches sont remplies d'une poussière noirâtre d'oxyde de manganèse mais dans la roche fraîche, on trouve de la rhodocrosite (Corin, 1968).

**Planche 23 - Rhodocrosite**

**Carbonates primaires (1/2)**



Sur albite - Bierleux - [5 mm]



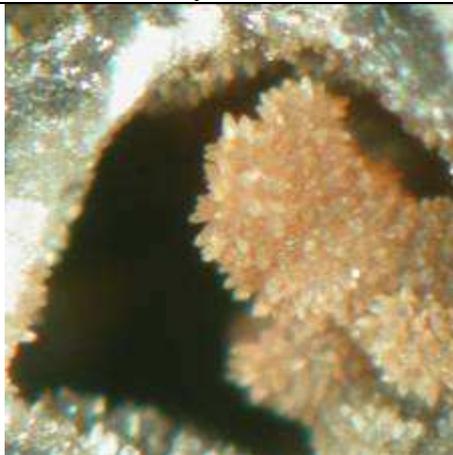
Rhodocrosite ? Siderite ? + chlorite - Bierleux - [2,5 mm]



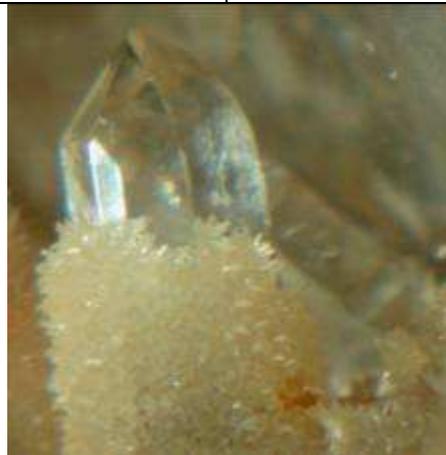
(analysé RX) - (Bierleux [2 mm])



+ Oxydes de manganèse - Moët-Fontaine - [2,5 mm]



Moët-Fontaine - [2 mm]



Sur quartz - Moët-Fontaine - [2 mm]



+ Chlorite - Moët-Fontaine - [1 mm]



Sur chlorite - Moët-Fontaine - [2 mm]



Sur quartz - Moët-Fontaine - [2,5 mm]

**Vielsalm**, la rhodocrosite est observée dans certains pseudocoticules du Salmien moyen (Sm2b) et dans quelques affleurements de quartz à sulfures du Salmien supérieur (Sm3).

Dans le Salmien moyen, seuls les pseudocoticules bien minéralisés en cuivre de la partie la plus occidentale du thier des carrières contiennent des petits cristaux de rhodocrosite. Cette occurrence est tout à fait comparable à celle des pseudocoticules de la rive gauche de la Salm à Salmchâteau.

Dans la paragenèse à sulfures de cuivre du Salmien supérieur, on l'observe notamment dans la galerie « Joannesses » où elle est relativement abondante dans des filons de quartz en association avec pyrite et parfois arsenopyrite (M. Houssa, comm. pers.). Elle se présente en scalénoèdres fréquemment emboîtés les uns dans les autres ou en cristaux plus trapus de couleur beige à rouge [schéma 1], (Van Der Meersche, 1999-13). On l'observe également en place dans la carrière George Jacques en association avec arsenopyrite, pyrite et pyrrhotite dans des minuscules joints parcourant certains quartzophyllades pyriteux.

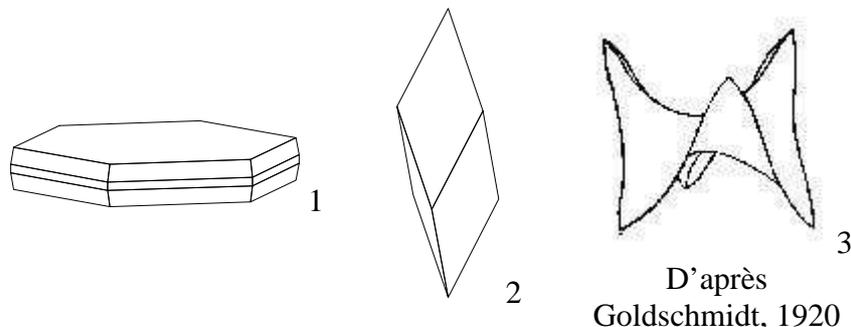
Enfin, dans un terail de chez « Pignon », on l'a trouvée dans des quartz, en association avec bornite, chalcocite massive, petits cristaux de chalcopyrite et parfois arsenopyrite. Elle y forme des agrégats en disques ou tonnelets brun rougeâtre à brun jaunâtre (Van Der Meersche, 1999/14). L'oxydation atmosphérique des cristaux peut parfois les réduire à une simple enveloppe constituée d'oxydes de fer ou de manganèse brun noir [tome1/63] [24/1-4], (Van Der Meersche, Mineralcolor 1992/13-14 ; 1999/13-14).

**Walque**, dans la galerie d'amenée des eaux du barrage de la Warche à l'usine de Bevercé, les roches salmiennes à coticule ont été recoupées. Dans le coticule, se trouvent des petites mouches d'un carbonate spathique ainsi que des veinules carbonatées rosées, sans doute de la rhodocrosite. De même, au voisinage du niveau à coticule, les roches sont traversées par des filons de quartz renfermant principalement à leur bordure des concentrations de chlorite et de carbonates de couleur rose à l'état frais mais devenant bruns par altération. Il s'agit vraisemblablement de rhodocrosite également. (Corin, 1933)

### Siderite

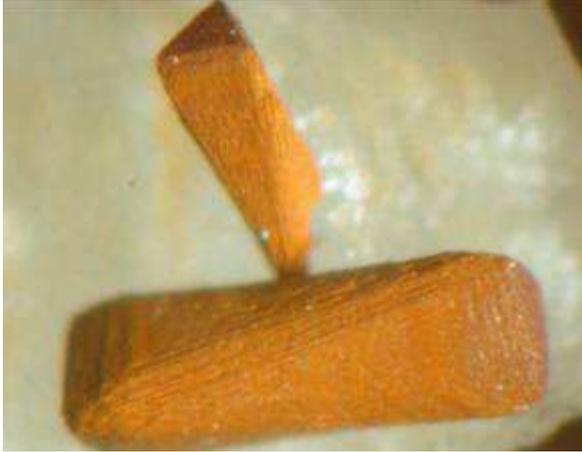
FeCO<sub>3</sub>

La siderite, jamais très abondante, se trouve généralement dans les mêmes gisements que la rhodocrosite. A l'état frais, sa couleur est beige ou brun très clair. Les cristaux ont souvent la forme de disques hexagonaux émoussés qui s'associent en petits agrégats souvent parallèles [schéma 1]. Des rhomboèdres très écrasés et souvent tordus sont également observés [schéma 2]. Des cristaux en selle [schéma 3] pourraient être de la siderite... (ou de la rhodocrosite !).



**Vallée de la Lienne inférieure**, des analyses RX par la méthode des poudres faites sur le minerai de manganèse du Salmien moyen (Sm2) l'ont mise en évidence en faible quantité (Berger, 1965). Par ailleurs, un échantillon de Moët-Fontaine, analysé par diffraction des RX, a montré la sidérite en globules ou en petits cristaux rhomboédriques orange à bruns, souvent associés à des petits cristaux d'anatase bleu vert (M. Deliens, 2003) [24/6]. A Bierleux, elle est observée sur albite [24/5]. De curieux cristaux « en selle » y sont également observés. S'agit-il de siderite ? ou de rhodocrosite ? [23/2]

**Vielsalm**, des cristaux et agrégats millimétriques beiges à bruns ont été observés dans certains quartz du Salmien supérieur (Sm3), généralement avec rhodocrosite et pyrite. On l'a notamment observée en place en petits cristaux rhomboédriques très oxydés avec rhodocrosite, pyrite, pyrrhotite et arsenopyrite dans la carrière Georges Jacques ainsi qu'en agrégats bruns très frais associés à la rhodocrosite dans la galerie « Joannesses ». De bonnes trouvailles ont également été réalisées sur un terail de chez Pignon. Le minéral se présente le plus souvent en agrégats de plaquettes, elles-mêmes, constituées d'un enchevêtrement de rhomboèdres extra plats [24/7-8], (Van Der Meersche, 1991/3-4).



Rhodocrosite - Vielsalm, Joanneses - [4 mm]



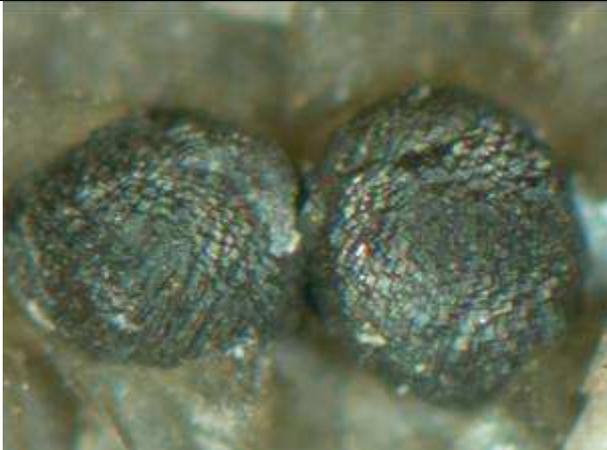
Rhodocrosite - Vielsalm, terril Pignon - [4 mm]



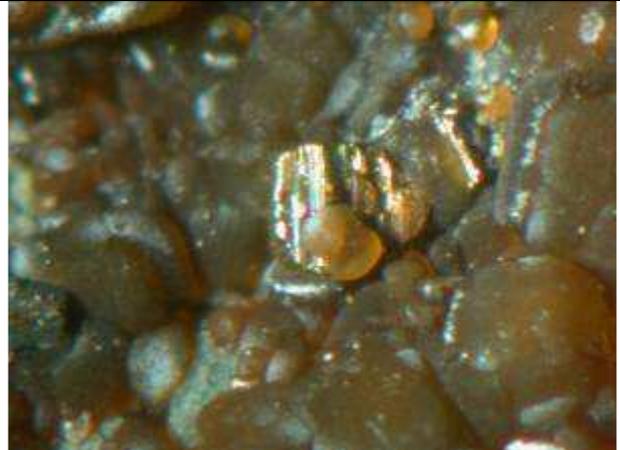
Rhodocrosite sur quartz - Vielsalm, Joanneses [2,5 mm]



Rhodocrosite - Vielsalm, terril Pignon - [2 mm]



Siderite sur albite - Bierleux - [1 mm]



Siderite, chalcopyrite - Moët-Fontaine - [5 mm]



Siderite sur chlorite - Vielsalm, terril Pignon - [2,5 mm]



Siderite sur chlorite - Vielsalm, terril Pignon - [0,5 mm]

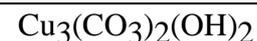
**Salmchâteau**, elle est observée dans le Salmien moyen (Sm2) de la rive gauche de la Salm où elle se présente en petits cristaux beiges ou brun clair dans les pseudocoticles. Signalons également la présence sur ardennite de cristaux complètement pseudomorphosés en goethite dont la forme laisse à penser qu'il s'agissait peut-être à l'origine de siderite. Des cristaux complètement transformés en goethite (et autres hydroxydes de fer) ont été également observés au filon de cuivre.

-----

## 5.2. Carbonates résultant de l'oxydation atmosphérique des sulfures

Les carbonates formés par altération des sulfures sont peu nombreux dans le Massif de Stavelot. Le plus abondant est la malachite. L'azurite et la cerussite sont également recensées mais restent très discrètes.

<b>Azurite</b>	$Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$
----------------	----------------------



L'azurite est beaucoup moins fréquente que la malachite et ses occurrences sont peu nombreuses.

**Salmchâteau**, au gîte de cuivre, l'occurrence est rapportée par Delvaux en 1886 dans les archives du Service géologique de Belgique. (d'après du Ry et al, 1976). Elle y est également signalée rare en mouchetures de quelques dixièmes de millimètres. (du Ry et al, 1976).

**Vielsalm**, l'azurite fait partie des espèces recensées mais aucune trouvaille récente n'est connue. (Buttgenbach, 1947) ; (Mélon et al, 1976) ; (Hatert et al, 2002).

**Minerai de manganèse de la vallée de la Lienne inférieure**, des pustules bleues sont observables sur le minerai de manganèse du Salmien moyen se trouvant dans les déblais de la concession de Moët-Fontaine [tome1/78] et dans les déblais de la concession Cockerill juste derrière l'auberge de la Lienne. Des cristaux millimétriques associés en rosettes et plages parfois centimétriques sont également observables, souvent dans des petits joints avec chlorite et malachite dans des blocs d'un minerai de manganèse très grenu à veinules de sulfures de cuivre. Une analyse par diffraction des RX a confirmé l'occurrence (M. Deliens, 2004), [25/1-2].

<b>Cerussite</b>	$PbCO_3$
------------------	----------



La cerussite ne se présente généralement qu'en pellicules d'altération sur la galène. Cette dernière étant peu abondante dans le Salmien du Massif de Stavelot, il en est forcément de même de la cerussite. La présence du minéral est très vraisemblable mais signalons qu'aucune analyse ne l'a confirmée.

**Vallée de la Lienne inférieure**, sur les haldes de l'ancienne mine de manganèse de Moët-Fontaine, des petites croûtes grisâtres ainsi que de minuscules cristaux blancs ou gris blanc sur galène peuvent être considérés comme de la cerussite. Aucune vérification n'a été entreprise mais l'éclat du minéral et sa réaction à l'acide chlorhydrique ne laissent que peu de doute quant à son identification [26/7-8].

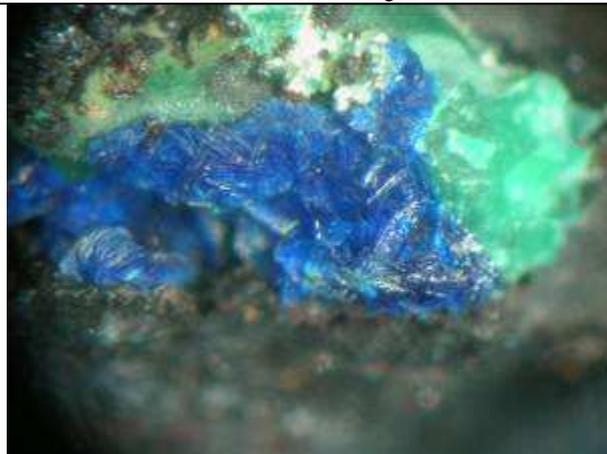
**Vielsalm**, dans la carrière « Georges Jacques », des enduits incolores à blanchâtres sur galène, sans doute attribuables à la cerussite, sont observés dans des petits joints minéralisés du Salmien supérieur (Sm3) de la partie Est de la carrière .

**Planche 25**

**Carbonates d'oxydation (1/2)**



Azurite - Moët-Fontaine - [3 mm]



Azurite- Moët-Fontaine - [3 mm]



Malachite - Moët-Fontaine - [1 mm]



Malachite- Moët-Fontaine - [2 mm]



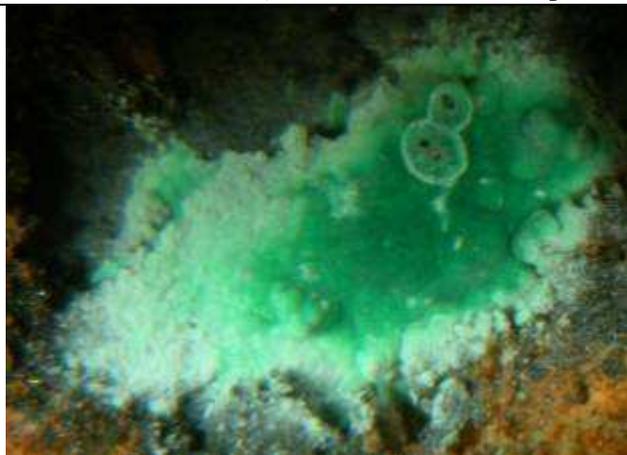
Malachite- Moët-Fontaine - [1 mm]



Malachite - Vielsalm, cresse de TCVN-6 - [5 mm]



Malachite - Vielsalm, cresse de TCVN-6 - [1 mm]



Malachite - Vielsalm, cresse de TCVN-6 - [2,5 mm]



Malachite - Salmchâteau, cresse près Old Rock - [2 mm]

La malachite est omniprésente là où les sulfures de cuivre ont été soumis à l'oxydation atmosphérique. On l'observe généralement en enduits sur les phyllades percolés par des fluides météoriques ou en globules millimétriques dans les roches riches en cuivre.

**Minerai de manganèse de la vallée de la Lienne inférieure**, elle est omniprésente en petites quantités mais c'est dans la partie centrale du synclinal (Concession de Meuville et concession de Moët-Fontaine) qu'elle semble s'exprimer le mieux. On la trouve le plus souvent en enduits verts dans les fractures de la roche mais elle se présente également en petites sphérules millimétriques et parfois aussi en aiguilles dans des petites cavités de quartz minéralisés en sulfures. Généralement, elle se trouve à proximité des mouchetures de bornite et de chalcocite, parfois aussi en association avec la rhodocrosite [tome1/78], [25/3-5].

**Lierneux**, elle est simplement signalée au lieu-dit « Colanhan » ainsi qu'à Petit-Sart, Verleumont et Odrimont (Hatert, 2002).

**Salmchâteau**, la malachite est surtout connue au filon de cuivre où elle se présente en croûtes mamelonnées centimétriques ou en sphérules fibro-radiées millimétriques à centimétriques généralement dans des cavités d'un quartz blanc. Parfois aussi, on l'observe en pseudomorphose d'associations lamellaires de sulfures. Signalons aussi son abondance à l'état pulvérulent sur les phyllades injectés de sulfures de cuivre (covellite, digénite,...) [tome1/41,42], (du Ry et al., 1976), (Van Der Meersche, Mineralcolor 2001/41-42). Des enduits de malachite sont également observés sur les phyllades au gisement de florencite. (Michot, 1955). Au croisement avec les pseudocoticules, un bloc de quartz de la taille d'un ballon de football a montré la malachite en association avec libethenite, pseudomalachite et or natif [26/4]. Cette malachite constitue le terme final de l'oxydation d'associations lamellaires de sulfures [26/5]. La malachite est présente également dans les pseudocoticules de la rive gauche de la Salm (Fourmarier, 1940) où on l'observe parfois en curieux petits rhomboèdres (pseudomorphose d'un autre carbonate ?) [25/9].

**Vielsalm**, la malachite est abondante partout où les sulfures de cuivre ont été soumis à l'oxydation météorique. Il s'agit d'un minéral très fréquent trouvé en de très nombreux endroits dans la paragenèse des pseudocoticules du Salmien moyen (Sm2b) et dans celle des quartz à sulfures du Salmien supérieur (Sm3). Dans le Salmien moyen (Sm2b), la malachite est assez fréquente dans les pseudocoticules riches en cuivre ainsi que dans les veines de quartz qui les recourent. Elle y forme des enduits pulvérulents ou des petites concrétions associées le plus souvent à la libethenite [tome1/59], [25/6-8].

Dans la paragenèse à sulfures de cuivre du Salmien supérieur (Sm3), elle se présente en petites boules ou concrétions lisses ou hérissées de petites fibres [tome1/61], [26/1-3]. De curieux fils torsadés sont parfois observés. La couleur varie du blanc verdâtre au vert billard et ces variations peuvent parfois s'observer sur un même échantillon. On la voit en petites fibres vert pomme sur la bornite de la galerie TCVN6. Sachant que cette dernière renferme des inclusions de melonite (tellurure de nickel), ne peut-on pas penser qu'il y a intervention du nickel dans la teinte observée ? Parfois, on la voit associée à la rhodocrosite, elle-même associée à la bornite et à la chalcocite. Enfin, la malachite est le terme ultime des transformations des sulfures soumis à l'altération atmosphérique et il n'est pas rare de la rencontrer en épigénie des associations lamellaires de sulfures. Elle s'observe aussi fréquemment en enduits sur les plans de schistosité des phyllades percolés par les fluides météoriques.

# Planche 26

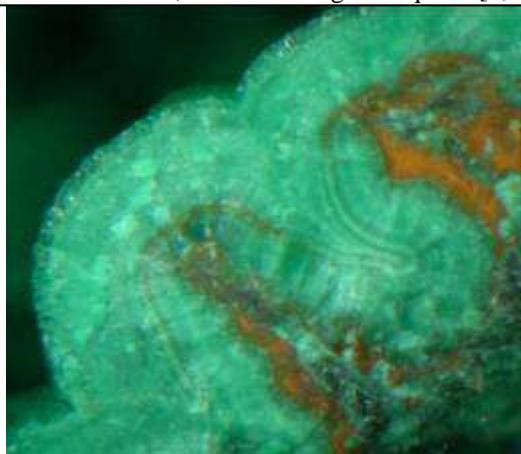
# Carbonates d'oxydation (2/2)



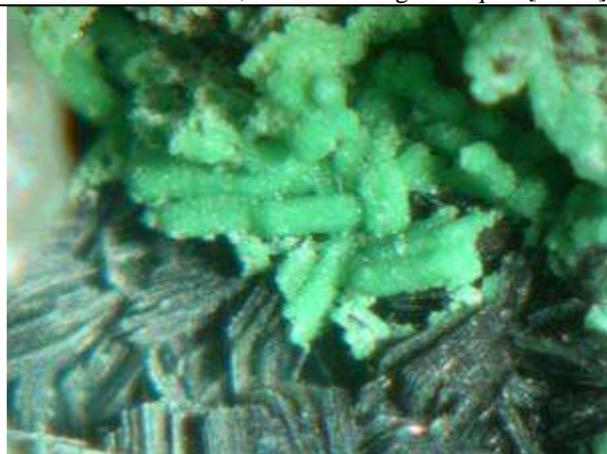
Malachite - Vielsalm, carrière Georges Jacques - [1,5 mm]



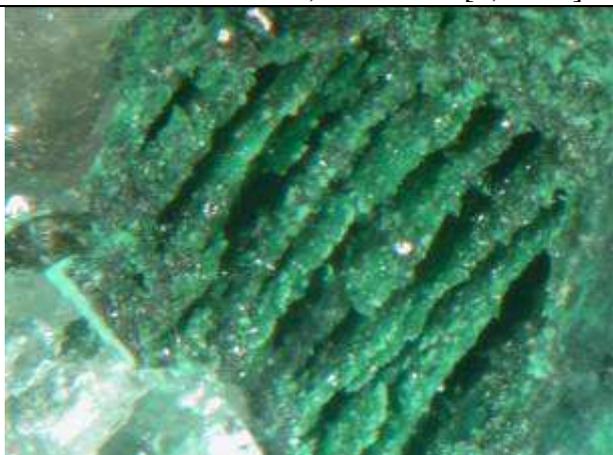
Malachite - Vielsalm, carrière Georges Jacques [2 mm]



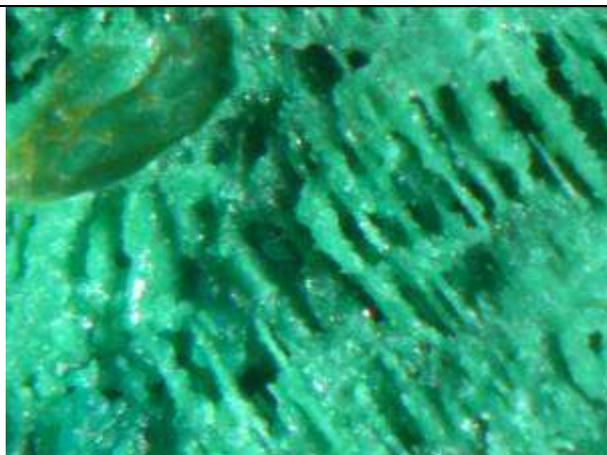
Malachite - Vielsalm, en surface [2,5 mm]



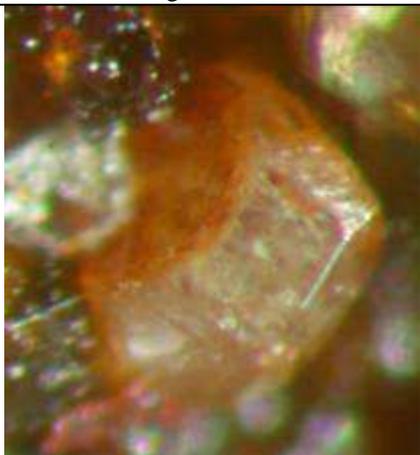
Malachite sur chlorite - Salmchâteau, gis. florencite - [4 mm]



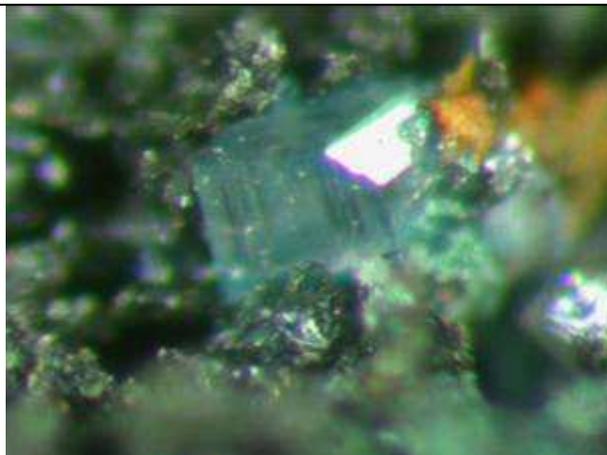
Malachite - Salmchâteau, gisement à florencite - [1 mm]



Malachite, pseudomalachite - Salmchâteau, filonCu - [2 mm]



Cerussite ? - Moët-Fontaine) - [0,4 mm]



Cerussite ? - Moët-Fontaine - [1 mm]

## Classe 6

# Sulfates et molybdates

---

A ce jour, dans le Salmien du Massif de Stavelot, on signale 9 espèces minérales dans le groupe des sulfates et molybdates

Barite  
Brochantite  
Chalcoalumite

Ferrimolybdite  
Gypse  
Langite

Plumbojarosite  
Posnjakite  
(Wroewolfeite)

Wulfenite

---

Les sulfates reconnus dans la région sont essentiellement ceux formés directement dans les zones d'oxydation des sulfures de cuivre et de la pyrite. Deux molybdates sont également recensés.

- |   |
|---|
| 6.1. Sulfates riches en cuivre<br>6.2. Autres sulfates<br>6.3. Molybdates |
|---|

## 6.1. Sulfates riches en cuivre

Ces minéraux très colorés et très esthétiques sont des produits d'oxydation classiques des sulfures de cuivre. Dans la région, c'est donc principalement associés à la bornite et à la chalcocite qu'on les rencontrera.

Directement au contact des sulfures, ces minéraux ont une teneur en cuivre importante (Rapport Cu/SO<sub>4</sub> de 4). Il s'agit de la brochantite, de la posnjakite et de la langite.

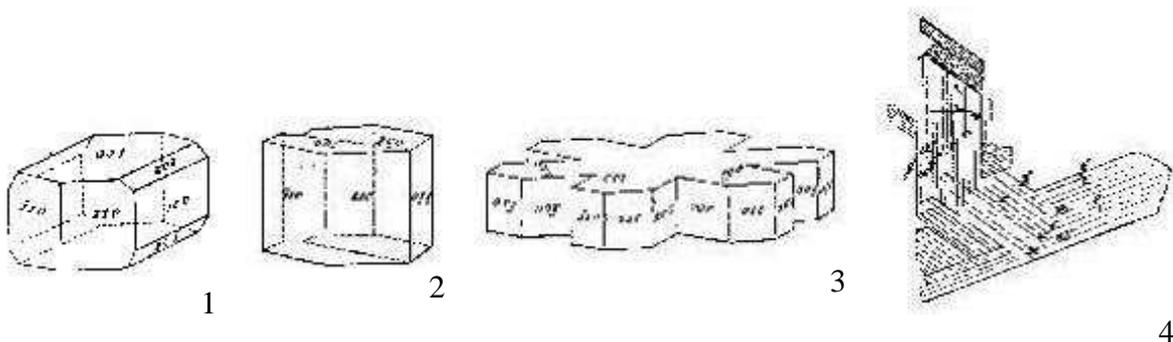
Très localement, dans des zones un peu moins riche en cuivre, à plus grande distance des filons sulfurés, s'observe aussi la chalcoalumite, espèce peu fréquente caractérisée par un rapport Cu/SO<sub>4</sub> faible.

### Chalcoalumite



La chalcoalumite est le sulfate de cuivre le plus pauvre de tous ceux observés dans le massif de Stavelot. Il renferme en effet 4 fois plus d'aluminium que de cuivre ; ce qui témoigne de l'important héritage venant des fluides produits par sécrétion latérale par rapport à celui apporté par les sulfures de cuivre. La chalcoalumite ne se trouve d'ailleurs pas directement au contact des sulfures mais plutôt dans des diaclases un peu éloignées là où se sont rencontrés des fluides de « sécrétion latérale » et des fluides à faible teneur en cuivre. C'est un minéral rare dans le Massif de Stavelot puisqu'il n'a été observé qu'à Salmchâteau.

**Salmchâteau**, aux environs du « filon de cuivre », la chalcoalumite se présente dans des petites cavités au voisinage du phyllade sous forme de sphérules (0,5 à 2 mm de diamètre) fibroradiées et concentriques, micacées, de couleur bleu vert à légèrement verdâtre [27/7], (du Ry et al., 1976), (Van Der Meersche, Mineralcolor 2000/7-8).



Schémas de langite, extraits de Viktor Goldschmidt, 1920

Les macles sont fréquentes (schémas 2-4) ; parfois aussi la brochantite est associée à la langite [27/6].

**Planche 27 - Brochantite,...**

**Sulfates de cuivre (1/2)**



Brochantite - Vielsalm, Joanneses - [1 mm]



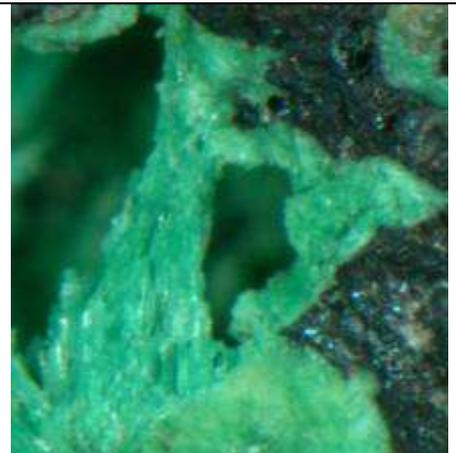
Brochantite- Vielsalm, Joanneses - [5 mm]



Vielsalm, Joanneses - [0,5 mm]



Vielsalm, Joanneses - [0,5 mm]



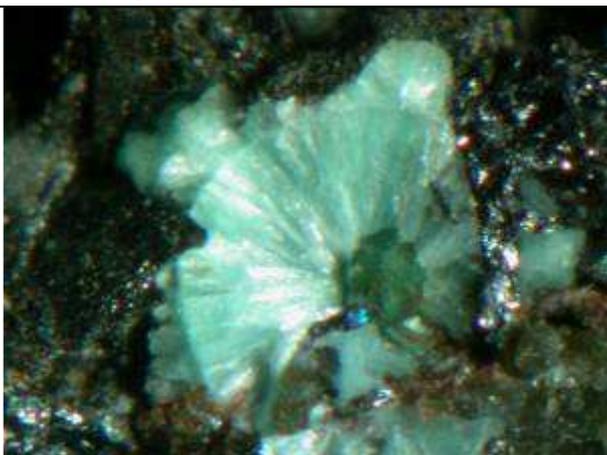
+ digenite - Salmchâteau, filCu - [2mm]



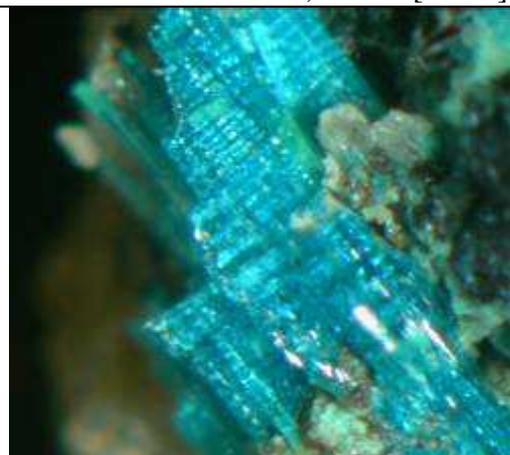
Brochantite après Langite - Vielsalm, Joanneses - [2 mm]



Brochantite - Vielsalm, Bor1 - [5 mm]

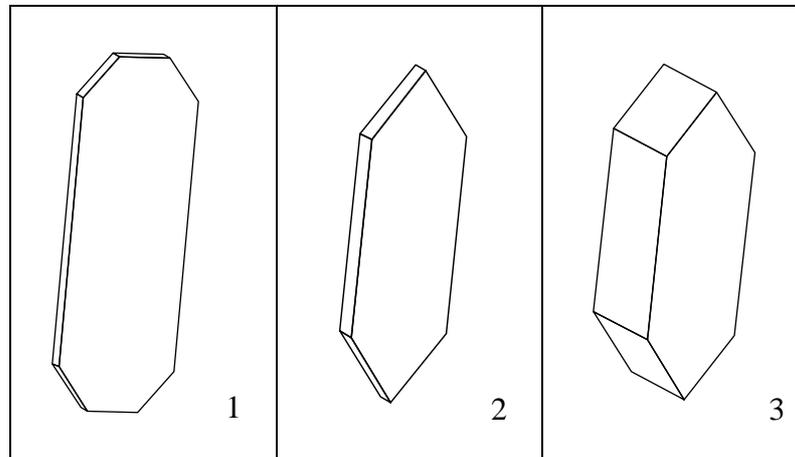


Chalcoalumite - Salmchâteau, filon de cuivre - [4 mm]



Posnjakite - Vielsalm, terril Pignon - [1 mm]

Elle se présente généralement en enduits microcristallins de couleur vert émeraude. Parfois aussi, on observe des cristaux aciculaires ou des cristaux pseudo orthorhombiques. Ils sont parfois très minces mais parfois aussi plus épais. Souvent associée à la langite, elle forme parfois avec elle des cristaux mixtes bleu vert. Chimiquement très proches, ces deux sulfates ne se distinguent l'un de l'autre que par l'absence d'eau de cristallisation dans la structure de la brochantite. Elle est signalée partout où des sulfures de cuivre sont observés mais les cristaux sont généralement fort petits (et difficilement photographiables).



Quelques schémas de cristaux de brochantite

**Minerai de manganèse de la Lienne inférieure**, la brochantite est observée en enduits cristallins ou en petits cristaux dans les haldes où se trouvent des sulfures de cuivre.

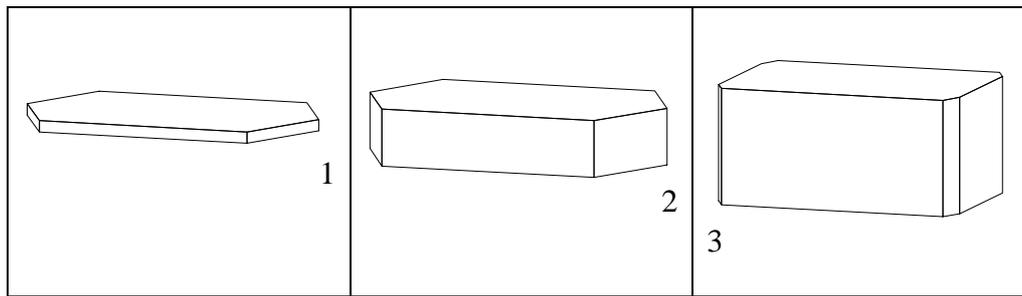
Ces derniers, soumis à l'altération météorique, ont engendré des solutions riches en cuivre qui, en percolant les déblais ont déposé des minéraux d'oxydation à la surface des roches. Ce sont des produits de formation très récente ; ils se sont formés en quelques décennies seulement. Elle a notamment été observée dans les haldes de Moët-Fontaine.

**Salmchâteau**, la brochantite est observée au filon de cuivre en petits cristaux bleu vert sur des associations lamellaires de sulfures [27/5], (Deliens 2003, analyse RX) Le minéral est également observé en très petits cristaux dans les pseudocoticules de la rive gauche de la Salm.

**Vielsalm**, la brochantite est présente partout où s'observent les sulfures de cuivre (quartz à sulfures de cuivre du Salmien supérieur Sm3 et paragenèse des pseudocoticules du Salmien moyen Sm2b). Elle se présente en beaux petits cristaux, souvent en lamelles arrondies, en association avec langite et chalcocite. Parfois aussi, des cristaux de langite se développent sur des cristaux de brochantite. Enfin, des cristaux très fins s'associent parfois et forment des petites gerbes allongées ou des petits « éventails » formés de quelques cristaux divergeant d'un point central. Parfois aussi, elle est associée à la connellite. Les cristaux sont généralement inférieurs au millimètre [27/1-4], (Fransolet et Mélon, 1975), (Van Der Meersche, Mineralcolor 1991/11-12). Enfin, elle forme parfois de curieuses pseudomorphoses remplaçant un minéral non identifié [27/7], (Fransolet, comm.pers. 1998).

**Langite**

La langite, généralement associée à la brochantite, semble cependant moins répandue que cette dernière. Elle paraît plutôt se trouver dans les zones d'oxydation de la chalcocite. Les cristaux peuvent être très minces [schéma 1] ou au contraire assez trapus [schéma 3].



**Minerai de manganèse de la Lienne inférieure**, elle est reconnue en très petits cristaux avec brochantite dans les déblais à Moët-Fontaine là où le minerai renferme des traces de sulfures de cuivre (Hatert, 1996).

**Vielsalm**, la langite se présente en cristaux bleus pâles à bleus, limpides, souvent fins et allongés. Régulièrement on observe des excroissances obliques sur un cristal principal. C'est une conséquence de la tendance à la formation de macles selon [110]. Moins fréquemment, on observe des cristaux prismatiques plus épais [28/1-9], (Van Der Meersche, 1987).

Au thier de Cahay, elle est surtout présente là où s'observent des sulfures de cuivre du type de la chalcocite (chalcocite, covellite, digénite). Elle semble presque absente des veines à bornite et est assez peu fréquente dans les pseudocoticules.

**Salmchâteau**, la langite est signalée au filon de cuivre où elle se présente en enduits bleutés et en petits cristaux. On l'observe également en petits cristaux dans les pseudocoticules de la rive gauche de la Salm, avec djurléite et cuprite.

**Posnjakite**

Le minéral, très comparable à la langite, ne peut être déterminé que par analyse ; il pourrait, dès lors, être bien plus fréquent que signalé actuellement dans la littérature. Les cristaux de posnjakite sont généralement assez minces alors que ceux de langite sont plus trapus.

**Salmchâteau**, la posnjakite semble présente au filon de cuivre (Hatert, 2002). En fait, elle a été identifiée sur un vieil échantillon conservé dans la collection de l'Abbaye de Maredsous pour lequel on n'a cependant aucune précision quant à l'origine. Au vu de la roche, Hatert (2002) pense qu'il doit venir du filon de cuivre de Salmchâteau. Cet échantillon est couvert de manière importante par un mince encroûtement discontinu bleu clair constitué d'agrégats cristallins grossièrement fibreux. Observée en lame mince, cette roche phylliteuse verte et relativement compacte est sillonnée par des filonnets de covellite et de digénite. Elle est également criblée d'innombrables cristaux de l'ordre de 0,2 mm appelés « ottrelite » (Van Tassel, 1977). [Remarque : Il doit s'agir de chloritoïde et non d'ottrelite.]

**Vielsalm**, la posnjakite se présente en fins cristaux bleu verdâtre striés transversalement [27/8], (Van Der Meersche, Mineralcolor 1992/1-2), (Hatert, 2002).

**Wroewolfeite ?**

La wroewolfeite, espèce dimorphe de la langite, est susceptible d'être associée à la langite dans ses gisements. Sans aucune référence, la présence de cette espèce a déjà été évoquée dans des assemblées de géologues amateurs. Des études supplémentaires devraient cependant être réalisées pour confirmer sa présence.

**Planche 28 - Langite**

**Sulfates de cuivre (2/2)**



Salmchâteau, cresse de l'Old Rock [2 mm]



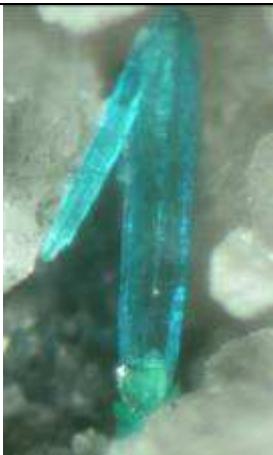
+ cuprite - Vielsalm, cresse de la galerie Roquières - [0,5 mm]



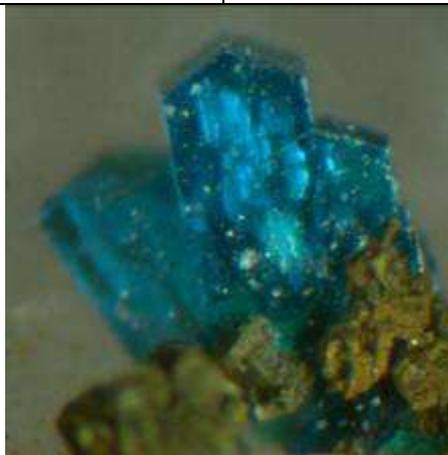
+ malachite - Vielsalm, TCVN-6 (filon à bornite) - [3 mm]



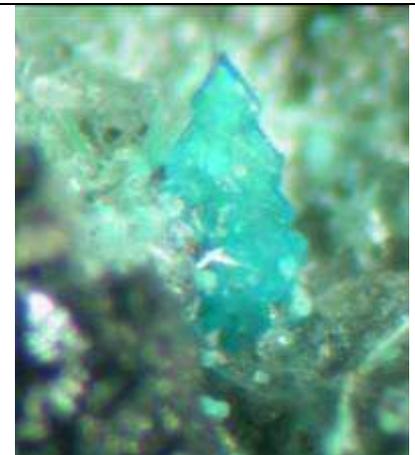
Vielsalm, filon à chalcocite de TCVN-6 - [2 mm]



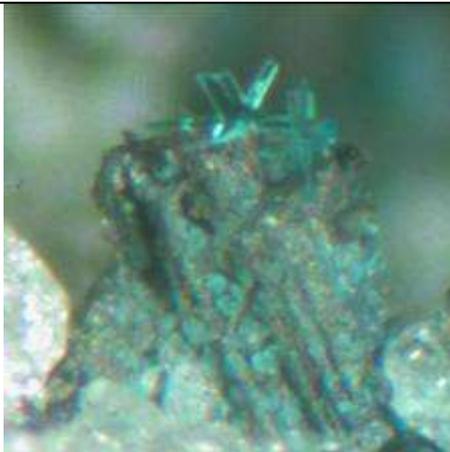
Vielsalm, Joannesses - [1 mm]



Vielsalm, TCVN-6 (chalcocite) - [1mm]



Vielsalm,TCVN-6 (chalcocite)-[0,5mm]



Vielsalm, TCVN6 (chalcocite)-[1,5mm]



Vielsalm, Joannesses - [0,5 mm]



Vielsalm, galerie Joannesses - [1 mm]

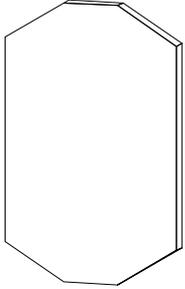
## 6.2. Autres sulfates

Hormis les sulfates de cuivre, les autres sulfates du Salmien du Massif de Stavelot sont plutôt des espèces discrètes.

### Barite



**Vallée de la Lienne inférieure**, la barite est signalée en petites masses clivables en association avec malachite et clinoclase dans une galerie de Moët-Fontaine (Mélou, 1954). Cette référence doit cependant être prise avec une certaine réserve (voir rubrique « clinoclase » dans le chapitre « phosphates/arséniates », page 108).



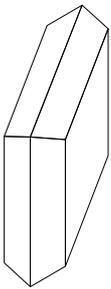
Des cristaux tabulaires millimétriques très minces, incolores à blancs, ont toutefois été observés dans toutes les parties du gisement [29/1-2], (Bierleux, Meuville et Moët-Fontaine).

### Gypse



Le gypse est un minéral récent formé par la percolation des eaux dans certaines galeries ou dans les anfractuosités de rochers surmontés de minéralisations pyriteuses, qui en s'oxydant fournissent des ions sulfates. Le calcium provient vraisemblablement de l'altération de l'apatite omniprésente dans ces roches.

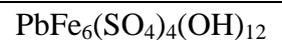
**Minerai de manganèse de la Lienne inférieure**, le gypse est observé à Moët-Fontaine à la surface de minerai de manganèse contenant des sulfures de cuivre.



**Salmchâteau**, dans l'exploitation TCVS-1, il se trouve en efflorescences blanches et en petits cristaux plus ou moins incolores sur les parois des galeries souterraines.

**Vielsalm**, le gypse se présente en petites gerbes cristallines et cristaux incolores transparents dans les quartzophyllades pyriteux observés dans le Salmien supérieur Sm3 de la partie Est de la carrière Georges Jacques. On l'observe également, comme à Salmchâteau, en efflorescences dans certaines galeries, comme aux Continars par exemple [29/3-6], (Van Der Meersche, Mineralcolor 2000/43-44).

### Plumbojarosite



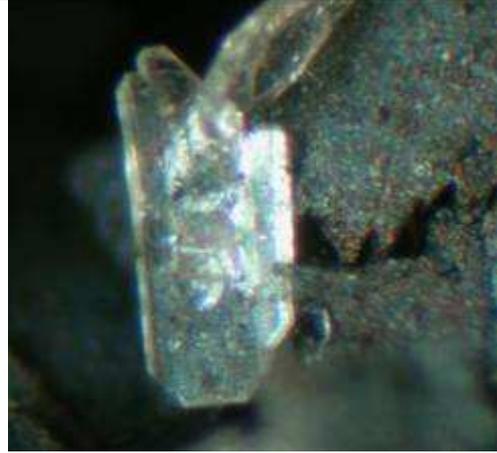
**Vielsalm**, un minéral jarositique, a été mis en évidence par diffraction des RX (Goethals 2004, RX = A604) sur un échantillon récolté dans les quartzophyllades pyriteux du Salmien supérieur Sm3 de la partie Est de la carrière Georges Jacques (Fosse-Roulette). Le diffractogramme n'est pas net mais il pourrait s'agir de plumbojarosite. Sa présence en plages ocre millimétriques autour de mouchetures de galène conforte ce diagnostic. On l'observe également dans des joints de quartz très minces lardant les quartzophyllades [29/7-8].

# Planche 29

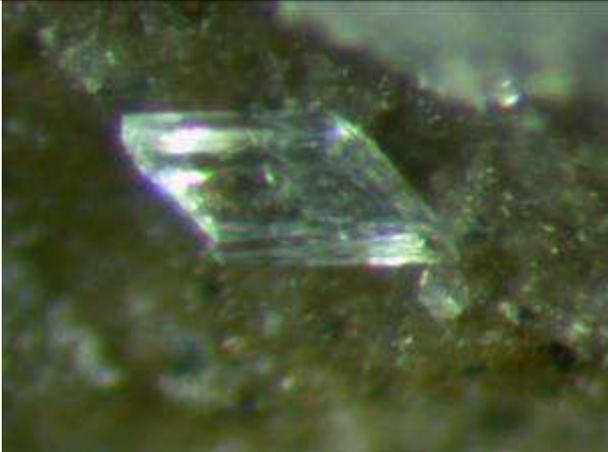
# Autres Sulfates (1/1)



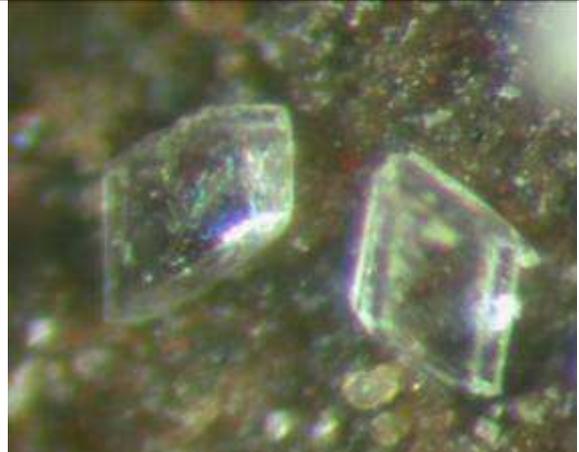
Barite sur chlorite - Moët-Fontaine - [4 mm]



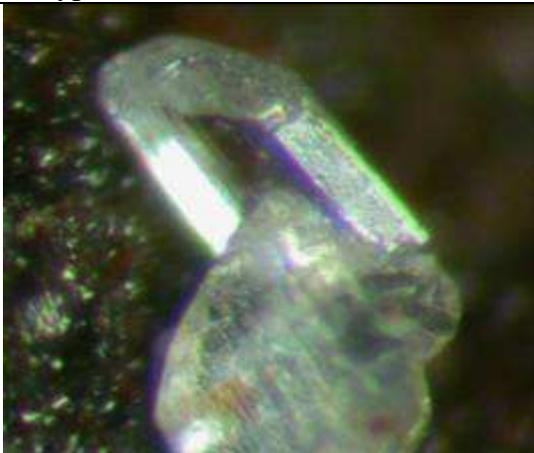
Barite - Les Minières - [1 mm]



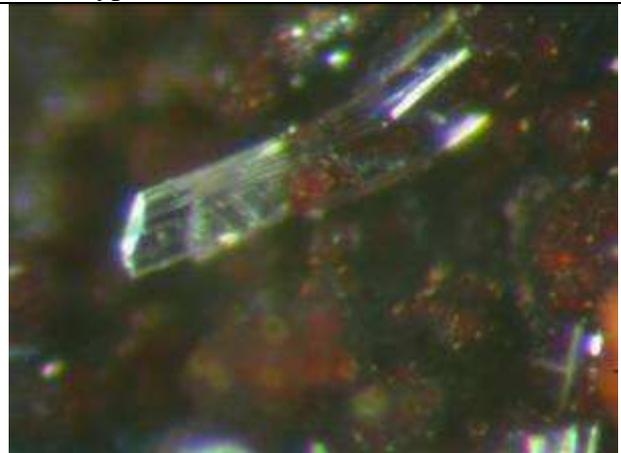
Gypse Vielsalm, Continars - [2 mm]



Gypse -Vielsalm, Continars - [2 mm]



Gypse - Continars - Gypse - [1 mm]



Gypse - Viesalm, car. G. Jacques, zone à soufre - [2 mm]



(Plumbo)jarosite, galène - Vielsalm, car. G.Jacques - [1 mm]



(Plumbo)jarosite - Vielsalm, car. G. Jacques - [0,5 mm]

### 6.3. Molybdates

Les molybdates ne sont observés que dans la paragenèse à sulfures de cuivre du Salmien supérieur Sm3 de Vielsalm, toujours en association avec la molybdenite. C'est bien sûr l'altération météorique de la molybdenite qui a apporté le molybdène ayant engendré ces espèces.

#### Ferrimolybdite



**Vielsalm**, au thier de Cahay, des petites fibres jaunes remplissent les petits creux d'une roche phylladeuse alvéolaire au contact de veinules de quartz. Les fibres peuvent atteindre 0,25 mm de longueur mais leur épaisseur est seulement de l'ordre de 50 µm. Cependant, le diagramme de poudre obtenu par diffraction des R.X ne correspond que de façon imparfaite aux fiches JCPDS de la ferrimolybdite et c'est donc avec une certaine réserve que ce minéral aciculaire est assimilé à la ferrimolybdite. Le minéral est signalé en association avec la molybdenite 3R (Van Tassel, 1983).

La molybdenite de Vielsalm se trouve dans la paragenèse des sulfures de cuivre du Salmien supérieur Sm3. Hatert qui a étudié ces molybdenites de Vielsalm (1996) a pu y reconnaître les deux polytypes 3R et 2H1. Le polytype 3R a été reconnu par Hatert dans le filon à chalcocite de la carrière Georges Jacques (dite « fosse-roulette »). La ferrimolybdite signalée par Van Tassel pourrait donc bien venir de cet endroit.

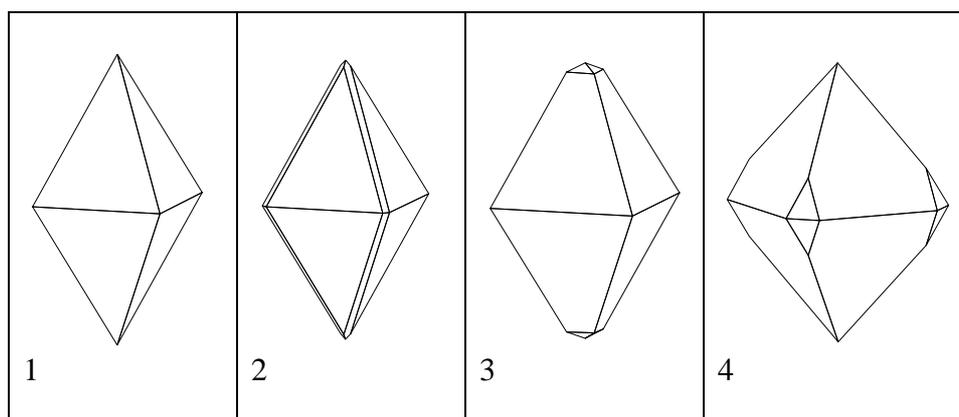
#### Wulfenite



**Vielsalm**, au deuxième filon à bornite (bor2), la wulfenite forme des petits cristaux blancs jaunâtres à brun caramel aux épontes du filon, à proximité de phyllades minéralisés en molybdénite. Les cristaux, à éclat gras, peuvent atteindre 300µm et sont fréquemment associés à des « croissettes » de chalcopyrite très oxydées. La présence de wulfenite à cet endroit ne peut s'interpréter que par l'altération météorique de la bornite et de ses inclusions d'altaite (tellure de plomb), seul minéral plombifère de ce filon, et de la proximité d'un joint de chlorite à molybdénite [30/1-10], (Hatert et al, 1998), (Van Der Meersche, Mineralcolor 2000/33-36).

Si on retient ce processus géochimique, du tellure a dû être libéré et des oxydes de tellure auraient dû être observés ; ce qui n'a pas été le cas.

Hatert précise : « *Les cristaux présentent généralement les faces du quadroctaèdre direct {101} [schéma 1], dont l'orientation a été vérifiée par diffraction des R.X. Les facettes du quadroctaèdre inverse {112} [schéma 2], du quadroctaèdre direct {104} [schéma 3] et du prisme on également été observées. Parfois le quadroctaèdre inverse est dominant, associé aux facettes {101} moins développées [schéma 4]. D'autres cristaux se présentent sous un faciès plus allongé, constitué d'un quadroctaèdre direct très aigu et à faces courbes, sur lequel des mesures goniométriques se sont avérées impossibles. Les facettes {001} ont toutefois été reconnues sur de tels échantillons.* »

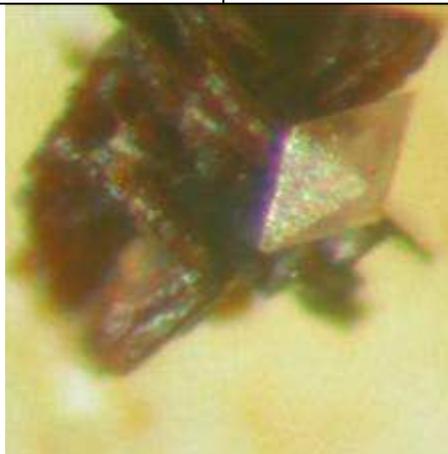


Les schémas de cristaux ont été dessinés d'après les données fournies par Hatert (1998)

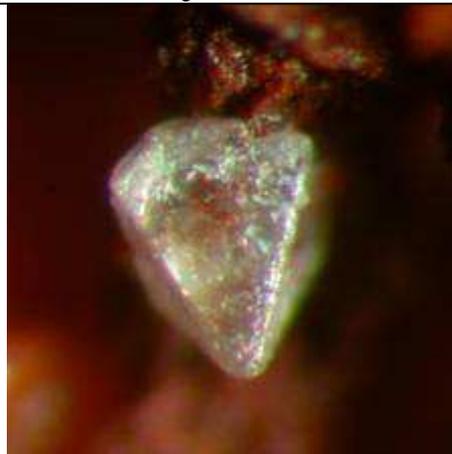
**Minerai de manganèse de la Lienne inférieure**, des petits cristaux pourraient être à priori être considérés comme pouvant être de la « wulfenite ». Des analyses devraient être envisagées [55/1-3].



Wulfenite - Vielsalm, bor2 - [0,5 mm]



Wulfenite - Vielsalm, bor2 - [1 mm]



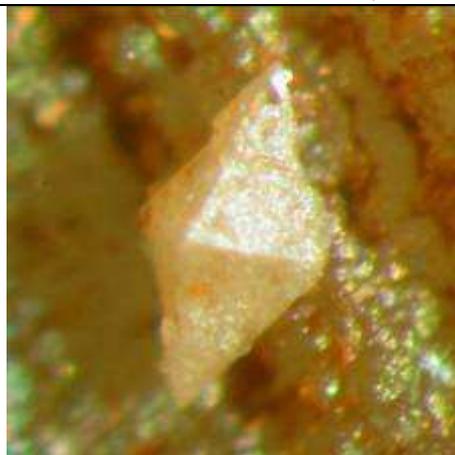
Wulfenite - Vielsalm, bor2 - [0,4 mm]



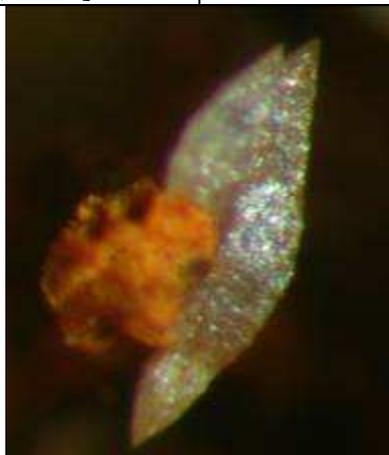
Wulfenite - Vielsalm, bor2- [0,5 mm]



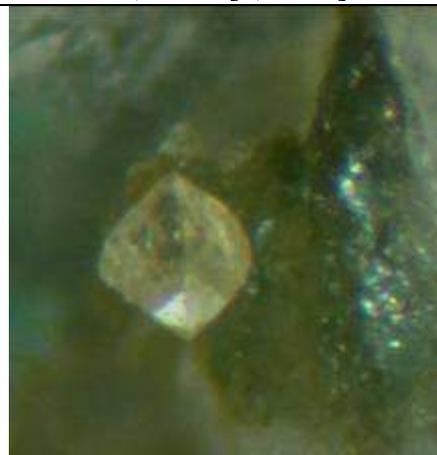
Wulfenite- Vielsalm, bor2- [0,5 mm]



Wulfenite - Vielsalm, bor2 - [0,5 mm]



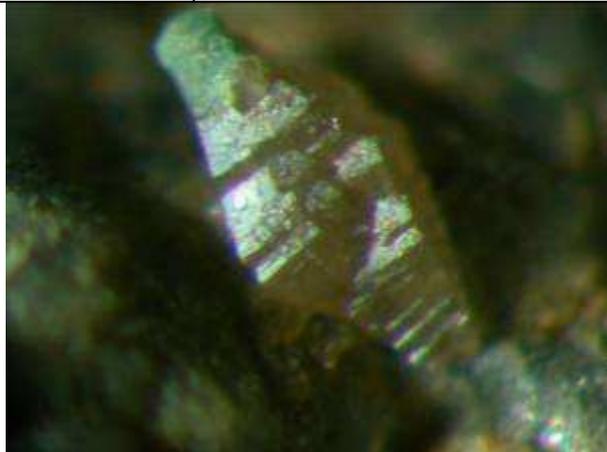
Wulfenite - Vielsalm, bor2 [0,5 mm]



Wulfenite - Vielsalm, bor2 - [0,5 mm]



Wulfenite sur malachite - Vielsalm, bor2 - [1,5 mm]



Wulfenite - Vielsalm, bor2 [0,5 mm]

## Classe 7

# Phosphates et arséniates

A ce jour, dans le Salmien du Massif de Stavelot, on signale 22 espèces minérales dans le groupe des phosphates et arséniates.

Cacoxenite	Fluorapatite	Pseudomalachite	Variscite
Chalcophyllite	Libethenite	Pyromorphite	Wardite
Clinoclase ( ?)	Mimetite	Torbernite	Wavellite
Crandallite	Monazite-Ce	(et meta-Torbernite)	Xenotime-Y
Faustite	Olivenite	Turquoise	
Florencite-Ce	Pharmacosiderite	Vantasselite	

Outre la fluorapatite (phosphate de calcium), un constituant mineur des roches de la région se retrouvant dans toutes les paragenèses, on recense dans les roches du Salmien de nombreux autres phosphates formant des associations remarquables.

Les phosphates d'aluminium sont fort bien représentés et s'observent dans la paragenèse à coticule et dans la paragenèse à pseudocoticule du Salmien moyen Sm2. Il en est de même de quelques phosphates de terres rares et de la torbernite, un phosphate d'uranium et de cuivre.

Une autre paragenèse remarquable est celle des sulfures de cuivre du Salmien supérieur Sm3 où l'on observe des phosphates riches en cuivre ne renfermant pas d'aluminium. Ces phosphates s'observent également dans certains affleurements de pseudocoticules décalés par des quartz riches en sulfures de cuivre. Ce sont des zones où les deux paragenèses se sont télescopées.

Le fer, bien qu'abondant dans la région, ne forme apparemment qu'un seul phosphate : la cacoxenite.

Enfin, quelques occurrences d'arséniates sont également recensées dans le Salmien de la région.

- 7.1. Phosphates de calcium
- 7.2a. Phosphates d'aluminium
- 7.2b. Phosphates d'aluminium renfermant un autre métal
- 7.3. Phosphates de terres rares
- 7.4. Phosphates de fer
- 7.5. Phosphates de cuivre
- 7.6. Phosphates de plomb
- 7.7. Arséniates

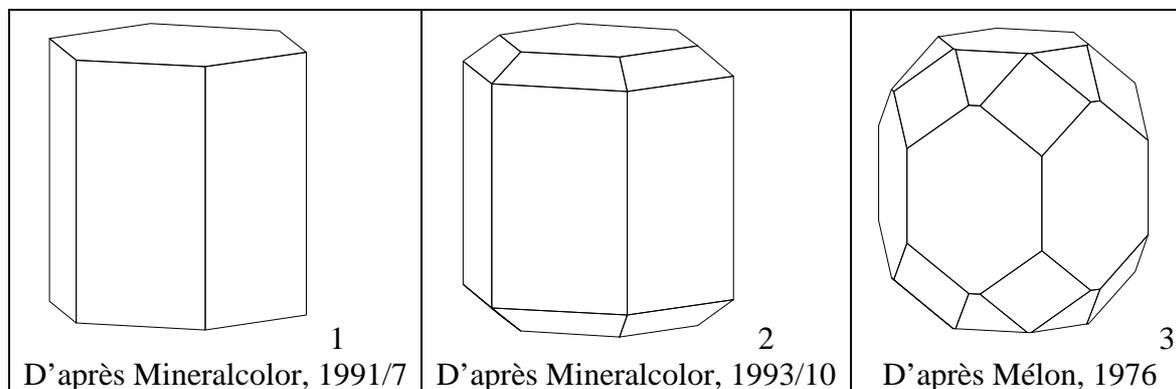
## 7.1 Phosphates de calcium : les apatites

Le groupe des apatites semble n'être représenté que par la fluorapatite.

### Fluorapatite



La fluorapatite est abondante dans toutes les couches du Salmien du Massif de Stavelot et, en s'altérant, elle engendre un large panel de phosphates. Les cristaux sont souvent arrondis mais quelques cristaux idiomorphes sont néanmoins observés. Leur couleur varie du blanc à l'incolore, quelquefois un peu rosés. Elle est signalée en de très nombreux endroits.



**Minerai de manganèse de la Lienne inférieure**, ce minerai contient 0,25% de phosphore mais les phosphates doivent avoir une structure cryptocristalline puisqu'ils n'apparaissent pas dans les diffractogrammes. (Berger, 1965). Des petits cristaux incolores et arrondis sont cependant parfois observés dans de petits joints chloriteux à Moët-Fontaine.

**Bihain**, au gisement de vantasselite, la fluorapatite se présente en rares petits cristaux arrondis incolores à blancs.

**Neuville**, près de Vielsalm, dans une ancienne carrière ayant extrait des phyllades du Salmien inférieur, la fluorapatite se présente dans les filonnets de quartz sous l'aspect de masses informes, de teinte blanc jaunâtre, d'aspect mat (Corin, 1930).

**Sart-Lierneux**, dans les carrières du thier del Preu, la fluorapatite se présente en petits cristaux arrondis de teinte violacée en association avec la pyrophyllite et l'andalousite verte. Des cristaux juxtaposés peuvent former des plages parfois centimétriques. Sous les UV courts, cette fluorapatite est très fluorescente en jaune safran.

**Vielsalm**, la fluorapatite en petits cristaux millimétriques se rencontre dans toutes les paragenèses. Dans la bornite et la chalcocite (filons à sulfures du Salmien supérieur), on observe des cristaux prismatiques incolores aux faces souvent arrondies. Ces cristaux sont isolés au milieu des sulfures. Dans le Salmien moyen, elle forme des petits cristaux souvent blancs ou blanc crème dans des joints de chlorite (clinocllore) et hématite. Elle se présente parfois aussi dans le quartz en plages blanches mates centimétriques, aux contours grossièrement hexagonaux. Enfin, elle est également observée en très petits cristaux aux contours souvent arrondis dans les pseudocoticules, parfois en association avec la torbernite [31/1-2], (Van Der Meersche, Mineralcolor 1991/7-8 ; 1993/9-10). Dans le salmien inférieur, elle a été observée en très beaux petits cristaux en association avec la magnetite dans les phyllades à magnetite. La taille de ces cristaux est cependant du même ordre de grandeur que celle des cristaux de magnetite.

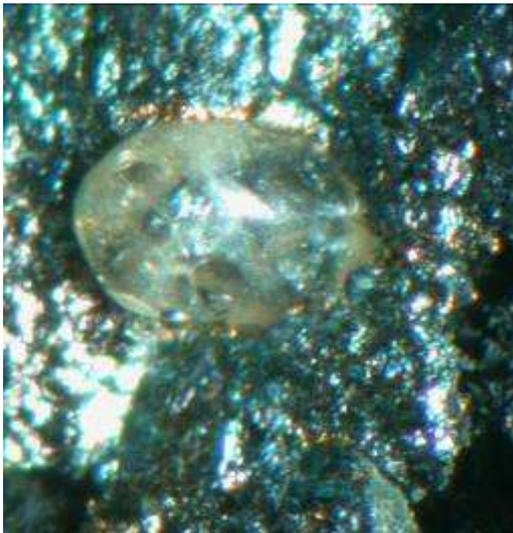
**Salmchâteau**, la fluorapatite se présente sous différentes formes et couleurs.

Au gisement à florencite, elle est présente dans le quartz ou la chlorite en prismes hexagonaux de couleur blanchâtre voire rosée ou violacée. Ces cristaux peuvent atteindre un diamètre de l'ordre de 5 mm mais sont fréquemment altérés et fracturés [31/5], (Hanson, 1983 ; Van Der Meersche, 2000/5-6).

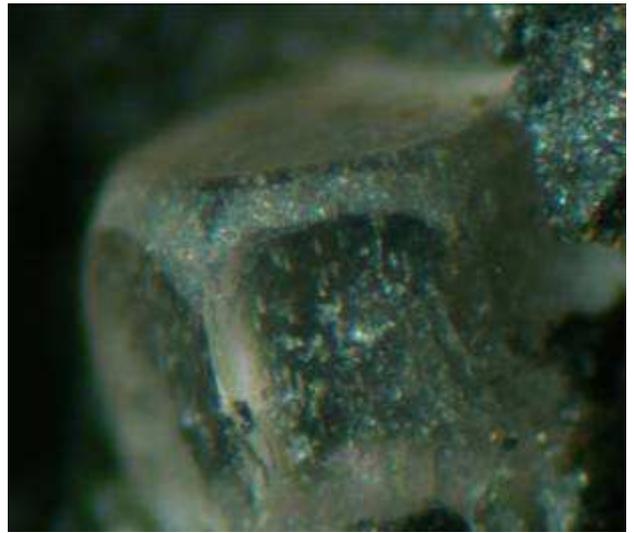
Dans les quartz à ardennite, elle se présente en prismes hexagonaux simples, atteignant deux millimètres de diamètre, d'un blanc laiteux dans l'ardennite (Pisani, 1877). Certains cristaux possèdent des facettes très brillantes et ont une couleur lilas très pâle [31/3], (de Koninck, 1877).

Planche 31 - Apatite (fluorapatite)

Phosphates de Calcium (1/1)



Apatite et bornite - Vielsalm, TCVN-6 (filon à bornite) - [1mm]



Apatite - Vielsalm, TCVN-6 (filon à bornite) - [1mm]



Apatite sur albite - Salmchâteau, gisement à ardennite [2 mm]



Apatite - Salmchâteau, filon de cuivre - [2,5 mm]



Apatite sur chlorite - Salmchâteau, gisement à florencite - [5 mm]

Au gîte de cuivre, on signale des grains ou des cristaux prismatiques millimétriques blancs (du Ry et al., 1976). Parfois aussi elle s’y présente en plages blanches à rosées dans des quartz à muscovite et chlorite. Ces plages, parfois centimétriques, sont fluorescentes en blanc sous les UV longs et courts (Krygier, 1982). De beaux cristaux sont parfois observés [31/4].

## 7.2 Phosphates d’aluminium

L’aluminium et le phosphore sont des éléments chimiques abondants des roches du Massif de Stavelot. L’aluminium, seul ou associé à d’autres métaux, forme de nombreux phosphates très caractéristiques de la paragenèse à coticule et de la paragenèse à pseudocoticule du Salmien moyen Sm2.

La nature des associations observées est évidemment liée à la nature chimique des fluides minéralisateurs étant à l’origine de ces minéralisations.

Ainsi, avec des quantités importantes d’aluminium disponibles et en présence d’autres ions métalliques mis en solution dans les fluides minéralisateurs, des phosphates riches en aluminium ont pu se déposer.

Les ions métalliques autres que l’aluminium, selon leur activité, ont alors été progressivement soustraits des fluides minéralisateurs par le dépôt des différentes espèces reprises ci-dessous.

Ca <sup>++</sup>	Ce <sup>+++</sup>	Cu <sup>++</sup>	Zn <sup>++</sup> , Cu <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>
Crandallite	Florencite-Ce	Turquoise	Faustite	Wardite

Il est remarquable de constater que ces minéraux sont tous caractérisés par un rapport stoechiométrique identique de 1,5 en aluminium par rapport au groupement phosphate.

Une fois tous ces ions métalliques soustraits de la solution, il ne reste donc plus que de l’aluminium et des ions phosphates dans les fluides minéralisateurs. La wavellite clôture alors ces dépôts. (Fransolet & Deliens, 1997).

Ces associations de phosphates s’observent notamment à Vielsalm (gisement à wardite) et à Salmchâteau (gisement à florencite, Sart Close).

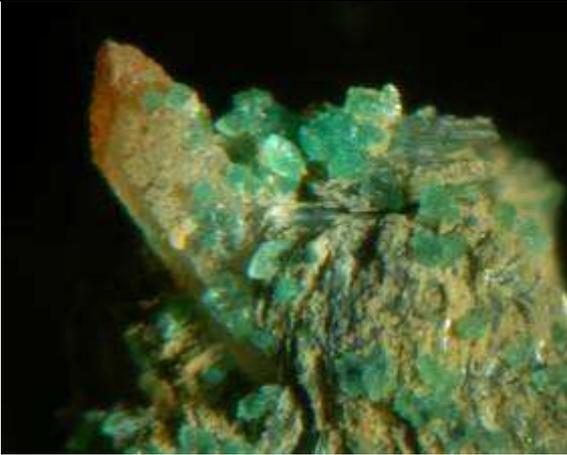
La florencite-Ce est traitée au chapitre 7.3. « phosphates de terres rares ».

Avec l’appauvrissement en aluminium des fluides minéralisateurs, on observe, succédant à la wavellite, des espèces minérales encore moins riches en aluminium : vantasselite et puis variscite. Pour ces dernières espèces, ce sont les quantités disponibles en aluminium qui président à leur dépôt. Ces dernières associations s’observent notamment dans le Tier de Regné (gisement à vantasselite) et à Ménil.

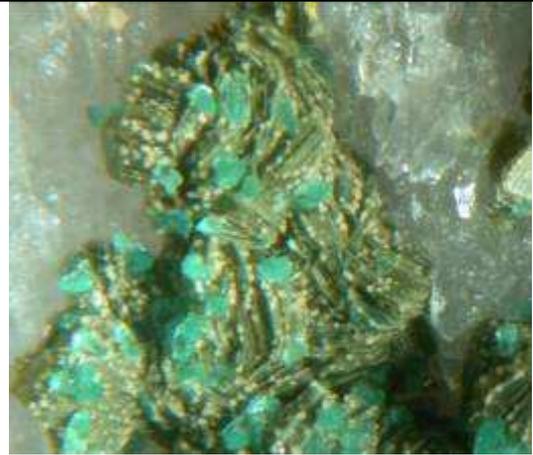
Rapport Al/PO4	1,5	1,33	1
Minéral	Wavellite	Vantasselite	Variscite

**Planche 32 - Crandallite**

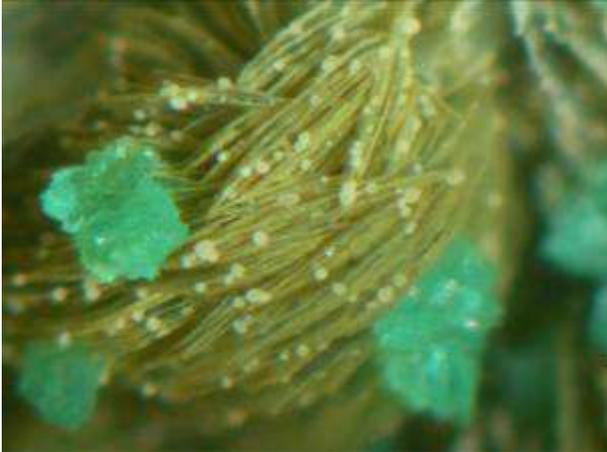
**Phosphates Al + autre métal (1/3)**



+ Chlorite, turquoise, quartz - Vielsalm, gis. wardite - [5 mm]



+ Chlorite, turquoise - Vielsalm, gisement à wardite - [2 mm]



+ Chlorite, turquoise - Vielsalm, gisement à wardite - [2 mm]



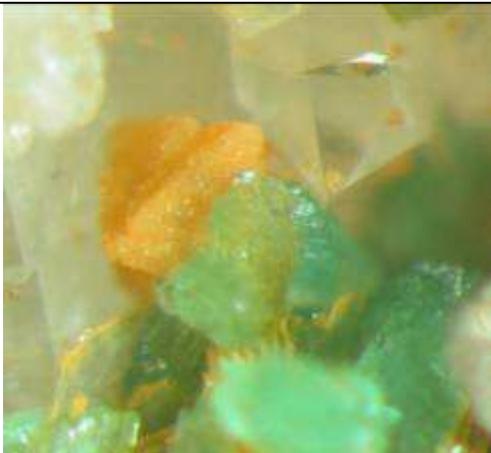
+ Chlorite - Vielsalm, gisement à wardite - [5 mm]



Vielsalm, gisement à wardite - [0,5 mm]



Vielsalm, gisement à wardite - [2 mm]



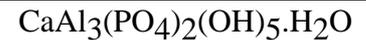
Crandallite ?, turquoise - Vielsalm, gis. wardite - [1 mm]



Crandallite ?- Vielsalm, gisement à wardite - [1 mm]

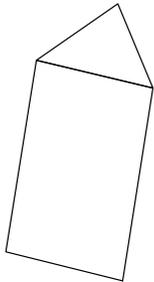
## 7.2a Phosphates d'aluminium renfermant un autre métal.

### Crandallite



La crandallite se présente généralement en enduits microcristallins ou en sphères microscopiques hérissées de pointements cristallins. Les cristaux trop petits (10 $\mu\text{m}$ ) ne sont observables qu'en microscopie électronique.

**Salmchâteau**, la crandallite est signalée en bâtonnets millimétriques blanc crème au lieu-dit « Sart-Close » (Flanc de la colline de la rive droite de la Salm) (Hatert, 2002).



**Vielsalm**, elle est signalée au gisement à wardite où elle se présente en petites pustules de couleur ivoire ou blanc translucide sur des lamelles de chlorite ou sur des cristaux d'hématite. Elle forme également des enduits et encroûtements beiges, blanc cassé ou jaunâtres sur le quartz blanc. Les cristaux observés en microscopie électronique sont enchevêtrés les uns dans les autres et leur taille est d'une dizaine de  $\mu\text{m}$  seulement. Ce sont des prismes assez courts terminés par une face triangulaire. La crandallite est fréquemment posée sur des petits cristaux de turquoise ; son dépôt est donc postérieur à cette dernière [32/1-6], (Fransolet & Deliens, 1997), (Van Der Meersche, Mineralcolor 1999/1-2).

Parfois aussi, on observe des lames ou formes grossièrement polygonales d'aspect grenu, des sortes d'étoiles brun clair constituées par l'association de trois ou quatre curieux cristaux prismatiques. S'agit-il d'une pseudomorphose ? Ces échantillons pourraient être de la crandallite mais un RX réalisé par H.Goethals n'a pas apporté de réponses [32/7-8].

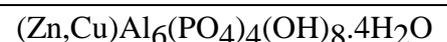


Crandallite, Vielsalm, gisement à wardite. [0,043 mm]

Microscopie électronique à balayage

Photo réalisée par le professeur Fransolet [Ulg] – Avec tous mes remerciements pour l'autorisation de publication.

### Faustite



Un échantillon recueilli dans le massif de Stavelot, sans autre indication, a été soumis à une analyse REM mettant en évidence la faustite. Le minéral se présente en globules gris blanchâtres sur phyllade ardoisier (Von Schnorrer-Köhler G., 1988).

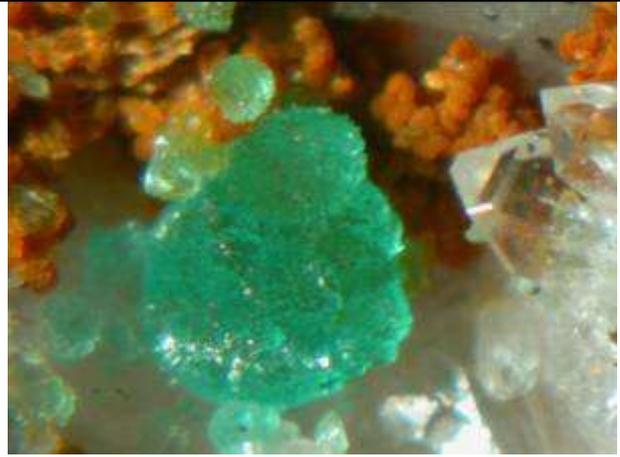
Par ailleurs, la faustite aurait également été déterminée à Ménil, dans les vieilles exploitations de coticule du thier du Mont, en association avec wavellite, turquoise et vantasselite (Hanson, comm. pers. 2003).

**Planche 33 - Turquoise**

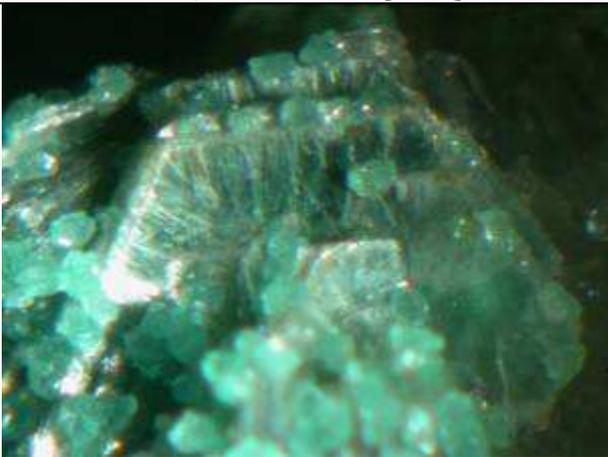
**Phosphates Al + autre métal (2/3)**



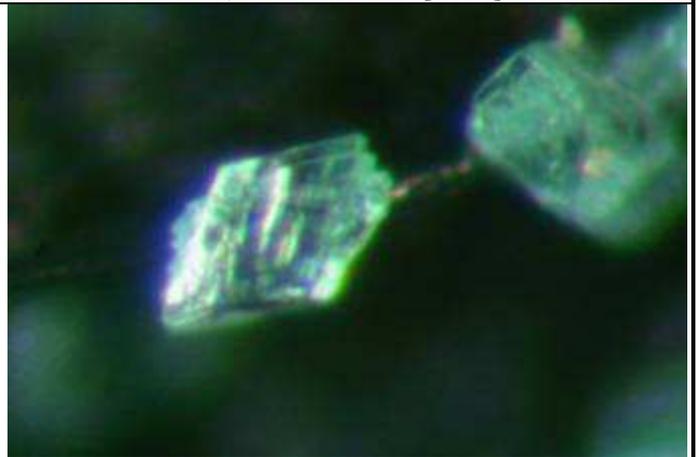
Sart, Thier del Preu - [4 mm]



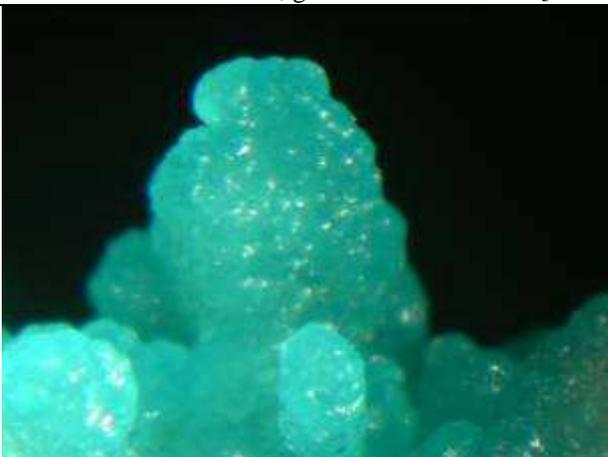
Sart, Thier del Preu - [4 mm]



Sur chlorite - Salmchâteau, gisement à florencite - [2 mm]



Salmchâteau, gisement à florencite - [0,5 mm]



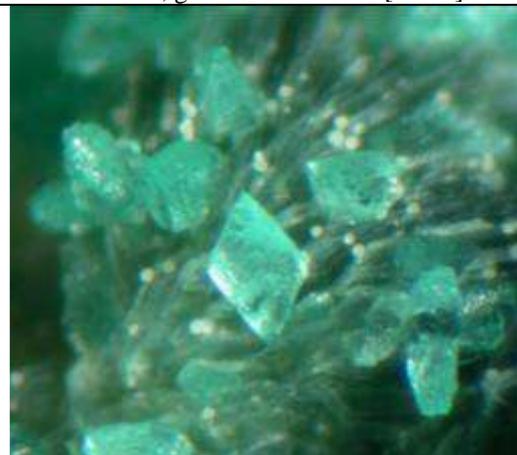
Vielsalm, Roqueyes - [2 mm]



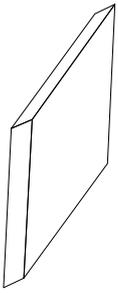
Vielsalm, gisement à wardite [2 mm]



Sur chlorite - Vielsalm, gisement à wardite - [1 mm]



Sur chlorite - Vielsalm, gisement à wardite - [1 mm]



De couleur bleue à vert pâle, elle se présente fréquemment en petits cristaux sur chlorite ou hematite ou en croûtes bosselées sur quartz. Sous ce dernier aspect, elle peut parfois être confondue avec la pseudomalachite qui est cependant toujours moins « bosselée », plus lisse, de couleur verte plus foncée et plus fibreuse. Les cristaux isolés sont plutôt rares ; on observe généralement des empilements de cristaux pouvant conduire à des agrégats microcristallins. Soumises à l'analyse, les turquoises, même les plus belles, s'avèrent souvent « polluées » par d'autres minéraux dont le rutile (Fransolet, comm. pers. 1993).

**Bihain**, elle est signalée dans les anciennes minières de manganèse ainsi qu'au gisement de vantasselite. Elle se présente en globules vert bleu pâle déposés sur des placages blancs de pyrophyllite et de kaolinite (?) sur les joints de phyllades dans lesquels se trouvent de la lithiophorite et de la cryptomelane. (Fransolet, 1979), (Fransolet, 1987). Cette occurrence n'a pas été retrouvée mais signalons toutefois la présence de turquoise dans une ancienne carrière de blocs entre Bihain et Ottré [tome 1 page 18].

**Ménil**, la turquoise et la faustite auraient été déterminées dans les vieilles exploitations de coticule du thier du Mont, en association avec wavellite et vantasselite (Hanson, comm. pers. 2003).

**Ottré**, la turquoise est connue dans la carrière au sud-ouest du village (carrière Pagani) où elle se présente en petits cristaux de 1 à 2mm dans des petites géodes de quartz ou en encroûtements le long des joints de quartz ou de phyllades. Sa couleur varie du bleu ciel au vert (Van Wambeke, 1958). Des trouvailles récentes sont signalées (<http://www.strahlen.org/vp/be/ottre/ottre.htm>). De Koninck (1872) l'a confondue avec la pseudomalachite (voir rubrique « pseudomalachite »).

**Salmchâteau**, elle est présente dans les anciennes exploitations de coticule de la rive droite de la Salm, notamment au gisement de florencite et dans la galerie TCVS-1. On l'observe en petits cristaux trapus souvent verdâtres ou en globules bleu verdâtre dans des géodes de quartz ou sur certaines diaclases des phyllades. Les cristaux sont le plus souvent posés sur des lamelles de chlorite ou d'hematite [tome1/38], [33/3-4], (Hanson, 1983), (Van Der Meersche, Mineralcolor 2001/45-46).

Pour être complet, signalons enfin que Krygier (1982) dit l'avoir observée au filon de cuivre. Pour lui, l'identification visuelle étant suffisante, il n'a pas poussé l'étude plus en avant. Il s'agit très certainement d'une confusion avec la pseudomalachite, très fréquente à cet endroit. Par ailleurs, hormis l'observation de Krygier, la turquoise n'a jamais été signalée au filon de cuivre.

**Sart-Lierneux**, elle est signalée à la carrière du thier del preu. Elle se présente en globules bleu vert, parfois bien bleu, millimétriques dispersés dans des diaclases du phyllade mais aussi en enduit cristallin sur quartz ou sur phyllade avec wavellite et croûte millimétrique de lithiophorite [33/1-2], (Hatert, 2002) [tome1/25].

**Vielsalm**, la turquoise est un des minéraux classiques du Salmien moyen Sm2 du thier de Cahay où elle se retrouve dans les pseudocoticules ou dans les quartz à phosphates d'aluminium qui les décalent. Elle se rencontre rarement dans le Salmien inférieur Sm1 et semble absente des quartz à sulfures du Salmien supérieur Sm3.

Dans les pseudocoticules, elle se présente en globules bleu-vert dans les parties quartzieuses lardant cette roche et y forme parfois des plages de plusieurs centimètres carrés, souvent avec torbernite et parfois aussi libethenite.

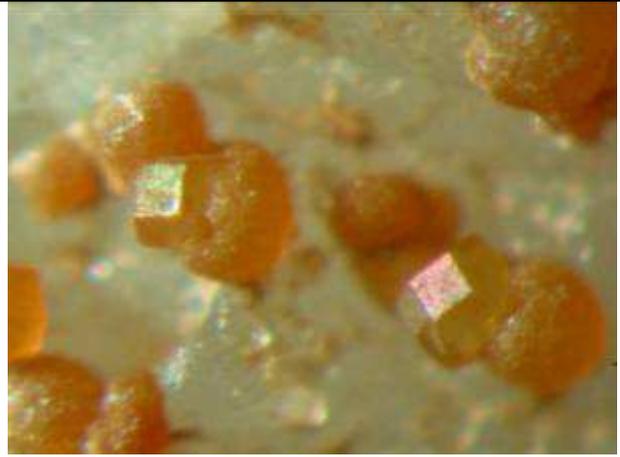
Dans les quartz à phosphates d'aluminium, comme au gisement de wardite notamment, elle se présente en globules ou petits cristaux bien formés souvent de couleur vert pâle mais pouvant varier du bleu ciel au vert olive. Elle forme de jolies associations avec la wavellite, la wardite et la crandallite [33/5-8], [tome1/57].

**Planche 34 - Wardite**

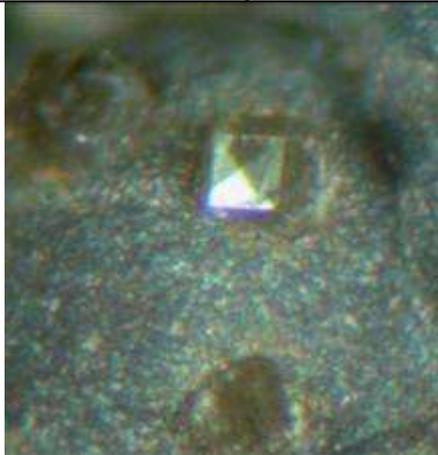
**Phosphates Al + autre métal (3/3)**



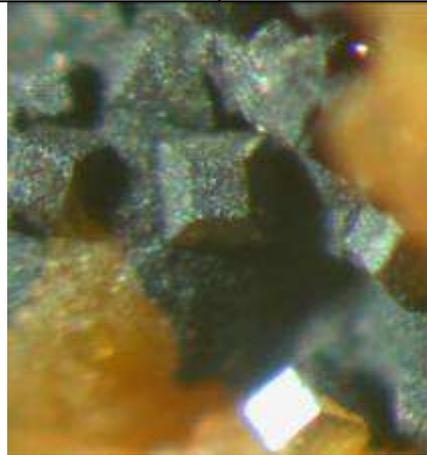
Vielsalm, gisement à wardite - [3 mm]



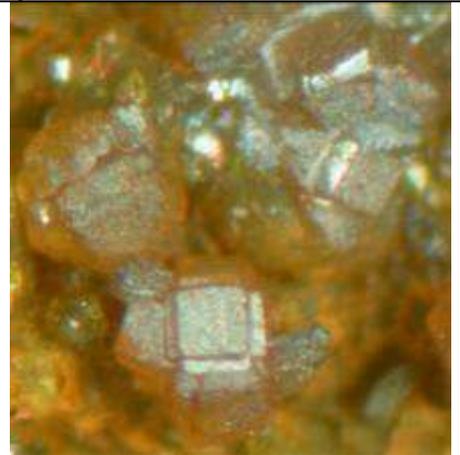
Vielsalm, gisement à wardite - [1 mm]



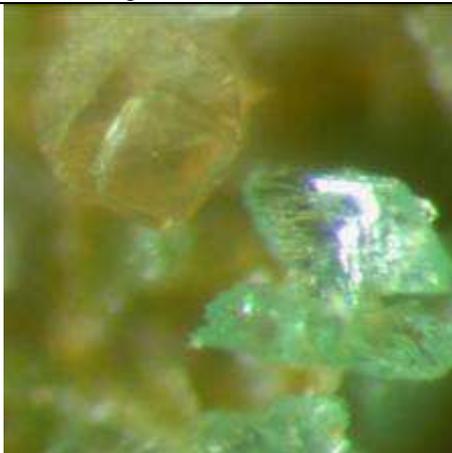
Vielsalm, gisement à wardite - [1 mm]



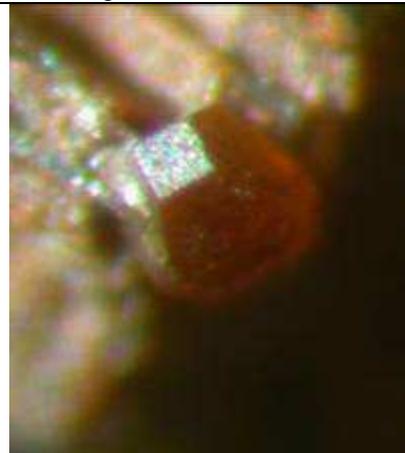
Vielsalm, gisement à wardite - [0,5 mm]



Vielsalm, gisement à wardite - [0,5 mm]



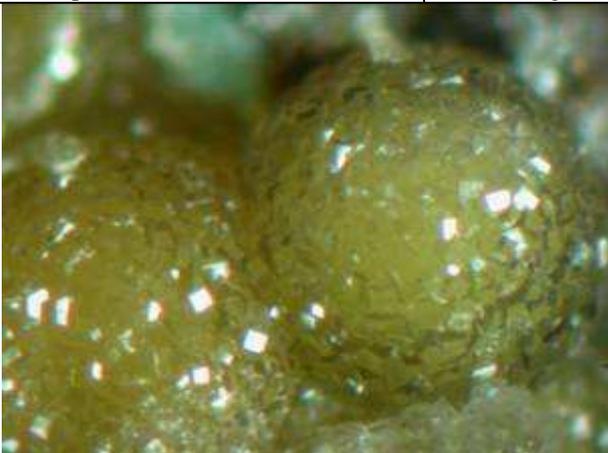
+ Turquoise - Vielsalm - [0,5 mm]



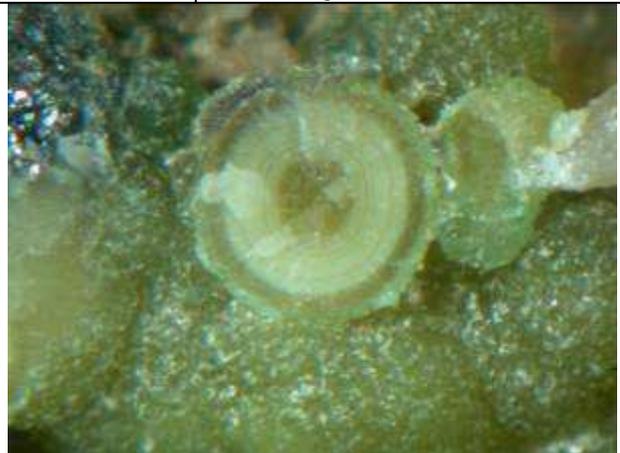
Vielsalm, gisement à wardite - [0,5 mm]



Vielsalm, gisement à wardite - [0,5 mm]



Vielsalm, gisement à wardite - [1 mm]



Vielsalm, gisement à wardite - [4 mm]

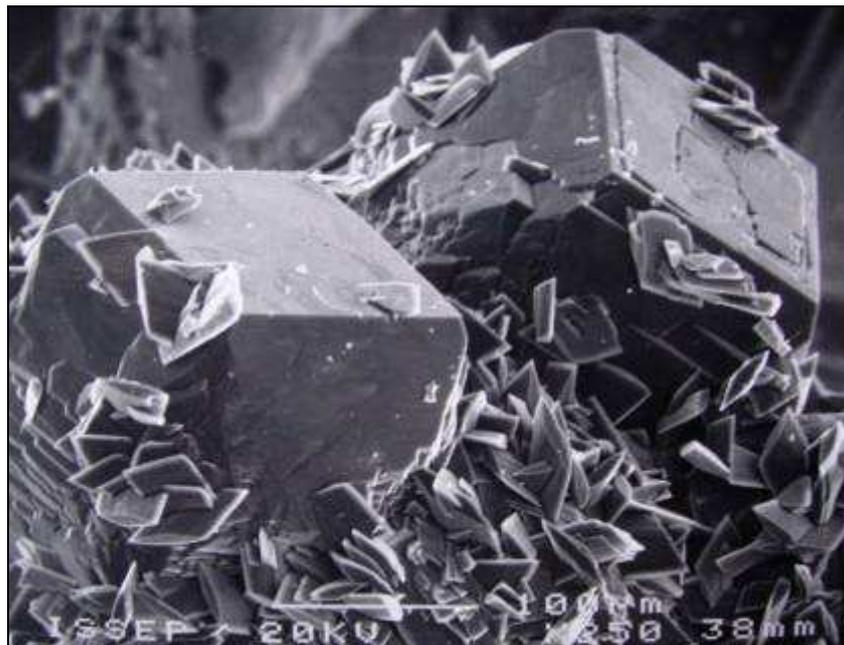
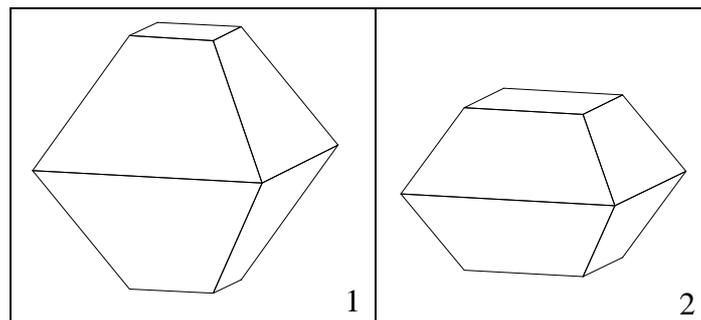
La wardite est signalée dans certaines veines de quartz à phosphates du Salmien moyen Sm2b où elle se présente en cristaux infra millimétriques ou plus fréquemment en croûtes et sphérules apparemment fibroradiées de couleur brun clair.

D'après Fransolet & Deliens (1997), la wardite se serait formée sous climat tropical, humide et chaud, vraisemblablement durant la période tertiaire par altération des métapélites riches en aluminium et qui peuvent contenir jusqu'à 0,5% en poids de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Par ailleurs, le sodium, élément peu fréquent dans les minéraux du massif de Stavelot, ne peut venir que de l'altération de la paragonite.

**Salmchâteau**, le minéral est signalé au gisement à florencite (Hanson, comm. pers.).

**Vielsalm**, le minéral a été observé à différents endroits du thier de Cahay, notamment au gisement à wardite, en surface dans l'exploitation Meyer et dans la galerie « *Roquèves* », toujours dans des zones riches en oxydes de manganèse noir. La wardite se présente le plus fréquemment en encroûtements ou globules brun clair atteignant un diamètre de 1 mm et constitués de pyramides imbriquées souvent recouvertes de turquoise microcristalline. De curieuses sphérules au cœur blanc et extérieur translucide brun clair semblent être également de la wardite (Goethals, 2004 ; RX A603).

Les cristaux quadroctaédriques isolés sont peu fréquents mais très caractéristiques du fait de leur face carrée {001} très visible [schémas]. La notation de cette face pourrait cependant être revue car on observe parfois en lumière rasante un semblant de faces fort peu inclinées [34/3]. Les cristaux peuvent être allongés [schéma 1] ou plus trapus [schéma 2]. La couleur des cristaux est variable : incolore, blanc cassé, brun pâle ou brun jaunâtre. Les cristaux de wardite sont fréquemment recouverts de petits cristaux de turquoise. L'ordre de dépôt serait donc : d'abord wardite et puis turquoise. Dans la carrière Meyer, ils sont associés à la wavellite [34/1-10], (Fransolet & Deliens, 1997), (Van Der Meersche, Mineralcolor 1998/33-38).



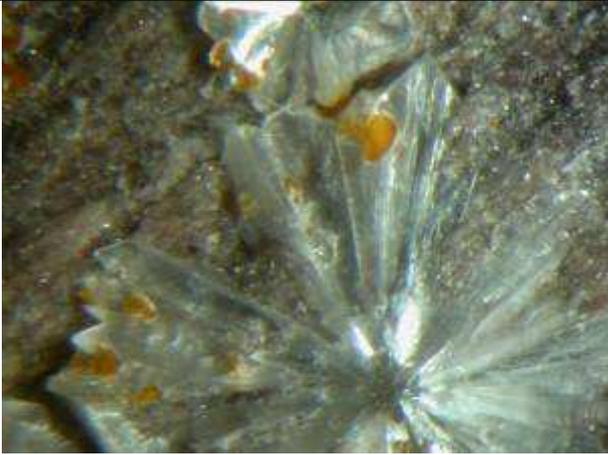
Cristaux de wardite avec turquoise, Vielsalm, gisement à wardite [0,41 mm]

Microscopie électronique à balayage

Photo réalisée par le professeur Fransolet [Ulg] – Avec tous mes remerciements pour l'autorisation de publication.

# Planche 35 - Vantasselite

# Phosphates d'aluminium (1/3)



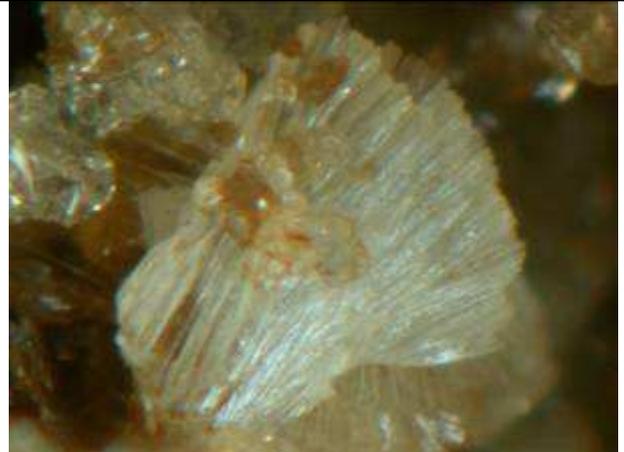
+ Cacoxenite- Bihain - [2 mm]



+ Cacoxenite - Bihain, - [5 mm]



+ Cacoxenite- Bihain, gisement à vantasselite - [2 mm]



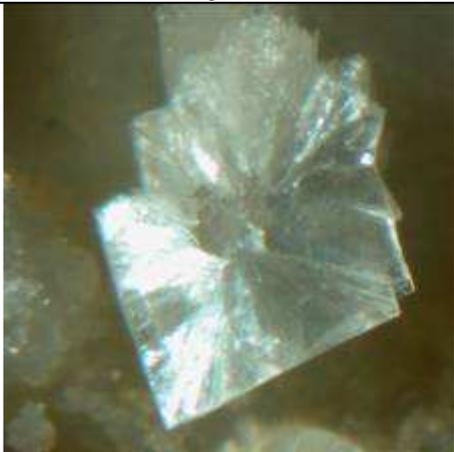
Bihain, gisement à vantasselite - [2 mm]



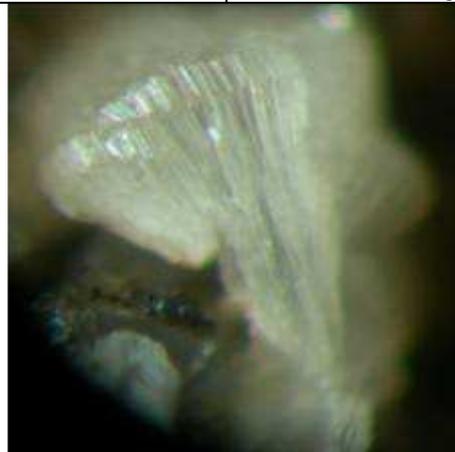
Bihain, gisement à vantasselite - [2 mm]



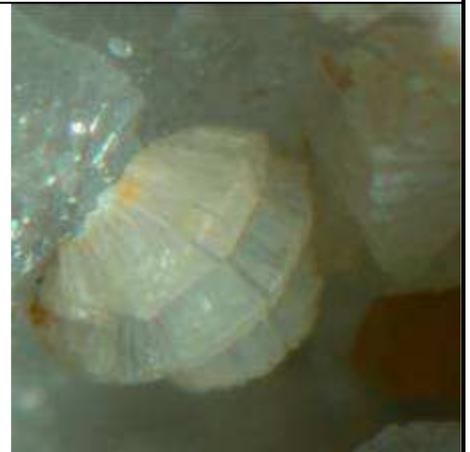
Bihain, gisement à vantasselite - [1 mm]



Bihain, gisement à vantasselite - [2 mm]



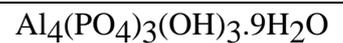
Bihain, gisement à vantasselite - [1 mm]



Bihain, gisement à vantasselite - [1 mm]

## 7.2b Phosphates d'aluminium

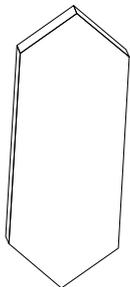
### Vantasselite



La vantasselite est un phosphate plus pauvre en aluminium que la wavellite qui lui est d'ailleurs toujours associée. Il s'agit d'une espèce découverte en Belgique en 1987; son nom a été donné en l'honneur du minéralogiste belge R. Van Tassel. Elle se présente en petits agrégats cristallins blancs ou en petites rosettes nacrées.

**Bihain**, on l'a récoltée dans les déchets d'une ancienne exploitation de coticule située dans le thier de Regné à 1 km au nord de Bihain. C'est la localité-type de la vantasselite. Elle s'y trouve dans deux types de blocs : dans les blocs de coticule très tourmenté d'une part et dans des phyllades d'autre part.

Les blocs constitués de coticule très tourmenté sont associés à des petites veines centimétriques de quartz blanc très plissé et à des phyllades parcourus de diaclases parallèles entre-elles, colmatées par des chlorites vertes, de la muscovite ainsi que par du quartz pour les plus larges d'entre-elles. Dans ces blocs, la vantasselite se trouve dans les creux des diaclases, dans les cavités du quartz et sur les diaclases du coticule. Elle s'y présente alors en petits agrégats sphériques de maximum 3 mm de diamètre constitués de lamelles nacrées empilées les unes sur les autres, en éventail, souvent dans des plans et avec des orientations différents.



Les cristaux lamellaires sont systématiquement aplatis dans le plan (001), allongés selon [100] et terminés par les faces {120}.

Schéma dessiné d'après Fransolet, 1987.

Les agrégats sont blancs et leur éclat est habituellement gras mais ils sont parfois recouverts d'un mince enduit d'oxyde de fer ou de manganèse. Leur développement est souvent gêné par des petits cristaux de quartz autour desquels les feuillettes de vantasselite se sont formés. La vantasselite est parfois associée à la caxoxenite, à la variscite et parfois aussi à l'ardennite.

Les phyllades, quant à eux, peuvent contenir la vantasselite dans leurs plans de schistosité ou dans leurs diaclases extrêmement minces. A l'ouverture de ces joints, les agrégats, tenant aux deux parties du phyllade, sont clivés (clivage {001} facile et parfait) et montrent alors des rosettes, jusqu'à 8mm de diamètre, constituées de lamelles nacrées, souvent tordues et disposées en éventail dans des plans différents. Les faces {120} bien visibles au pourtour des rosettes leur confèrent un aspect en roues dentées. Parfois aussi, on peut observer des cristaux à contour losangique, presque carré, observation qui avait été à la base du nom de « mica carré » donné au minéral avant sa détermination [tome1/12], [35/1-9], (Fransolet, 1987).

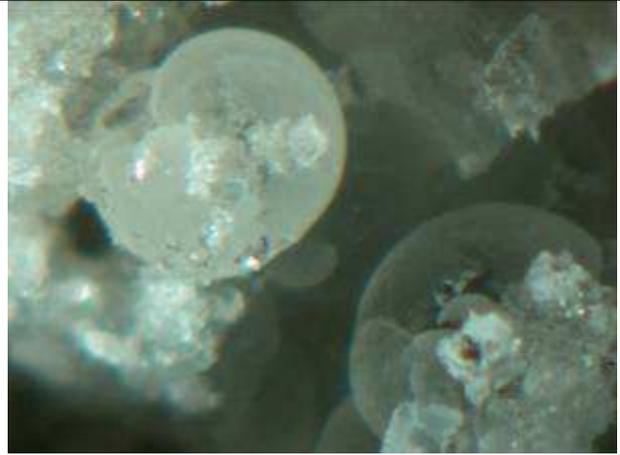
**Ménil (Arbrefontaine)**, dans des petites fosses d'où on a tiré du coticule, la vantasselite se présente en petits cristaux blancs en gerbes dans une roche blanchâtre en association avec la variscite et la wavellite, (Fransolet 1993, comm. pers.), (Hanson 2004, comm. pers.). Cette occurrence n'est cependant pas signalée par Hatert (2002).

**Planche 36 - Variscite**

**Phosphates d'aluminium (2/3)**



Bihain, gisement à vantasselite - [5 mm]



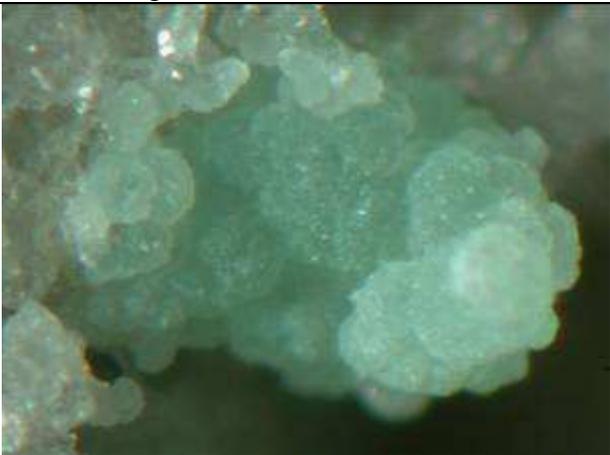
Bihain, gisement à vantasselite - [2 mm]



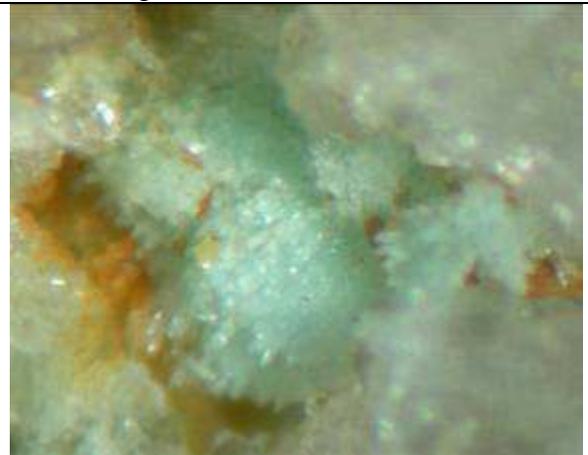
Bihain, gisement à vantasselite - [4 mm]



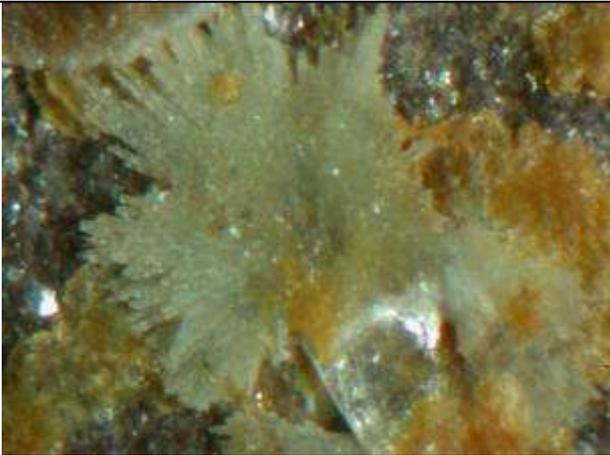
Bihain, gisement à vantasselite - [3 mm]



Bihain, gisement à vantasselite - [4 mm]



Bihain, gisement à vantasselite - [3 mm]



Bihain, gisement à vantasselite - [4 mm]



Bihain, gisement à vantasselite - [3 mm]

De tous les phosphates d'aluminium, la variscite est l'espèce la plus pauvre en aluminium. Elle ne forme pas de cristaux mais plutôt des petites masses réniformes, toujours associées à la vantasselite et à la wavellite.

**Bihain**, au gisement de vantasselite elle se présente en pastilles blanches ne dépassant pas 3mm. Parfois aussi, elle forme des petites masses réniformes blanches ou des agrégats translucides (Fransolet 1987).

Ces boules, de quelques millimètres seulement, sont parfois grises ou gris bleuté, translucides et souvent opalescentes, notamment sur cassure, avec une surface lisse dont l'éclat est gras. Souvent aussi, elles sont blanches ou d'un vert très pâle montrant en surface un duvet fibreux duquel se détachent parfois des gerbes de fibres pouvant atteindre quelques millimètres. Quelquefois aussi, les boules apparaissent crénelées. Dans ce gisement, la variscite est associée à la cacoxenite et à la vantasselite [36/1-8].

**Ménil (Arbrefontaine)**, la variscite est incolore à blanche un peu nacré et fibroradiée. Elle se trouve dans une roche blanchâtre en association avec la wavellite cristallisée et la vantasselite en petits cristaux blancs (Hatert, 2002), (Fransolet, comm. pers. 1993).

**Ottre**, elle est signalée dans la carrière en activité (Hatert 2002).

## Planche 37 - Wavellite

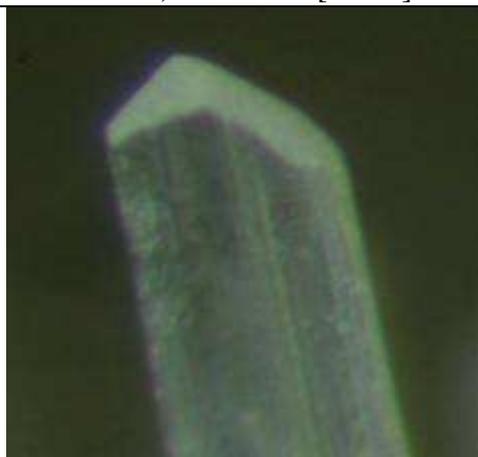


Bihain, Minières - [5 mm]

## Phosphates d'aluminium (3/3)



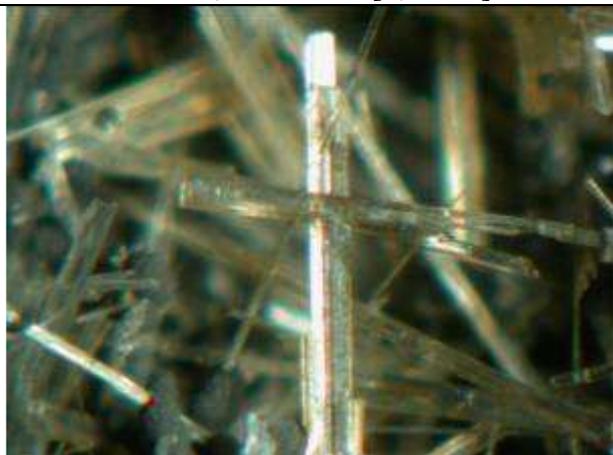
Bihain, Minières - [3 mm]



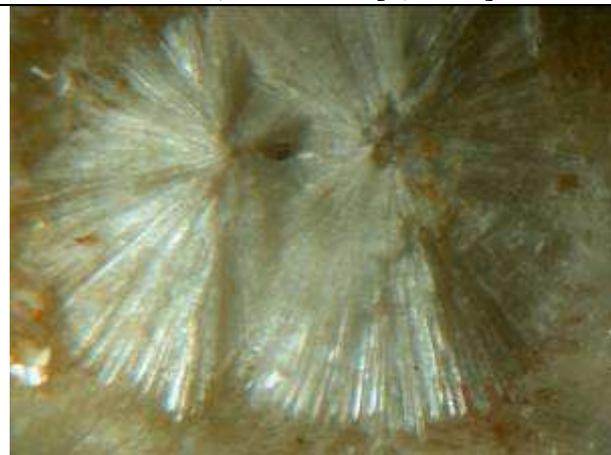
Bihain, Minières - [0,5 mm]



Bihain, Minières - [0,5 mm]



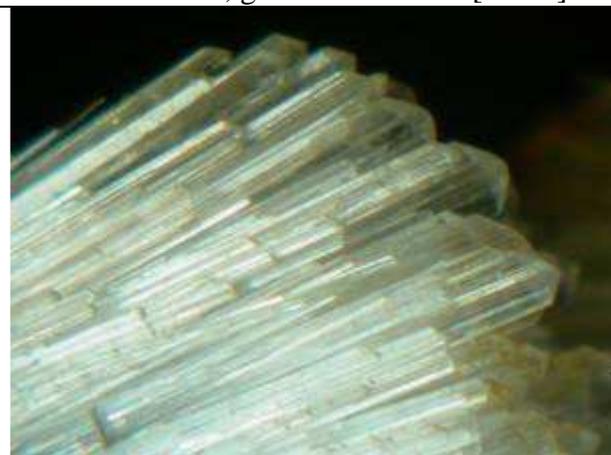
Ménil, près de la galerie - [2 mm]



Salmchâteau, galerie TCVS-1 - [5 mm]

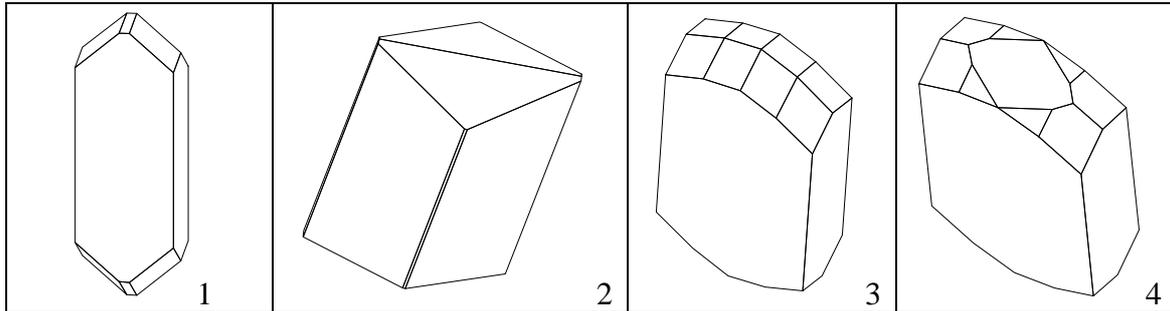


Vielsalm, gisement à wardite [2 mm]



Vielsalm, gisement à wardite [4 mm]

La wavellite se présente en de nombreux endroits soit en petits cristaux soit en joints colmatant les minces diaclases des phyllades. Ce phosphate d'aluminium serait un des derniers phosphates à s'être déposé, après la wardite, la cacoxénite et la turquoise (Fransolet, 1997). Seuls d'autres phosphates plus pauvres en aluminium se déposent après elle : vantasselite et variscite.



**Arbrefontaine**, dans les anciennes exploitations de manganèse, la wavellite y est simplement signalée en cristaux (Cesàro, 1897).

**Bihain**, la wavellite est très fréquente.

Dans les anciennes exploitations de coticule du thier de Regné, ainsi qu'au gisement à vantasselite [tome1/12], la wavellite tapisse les diaclases des phyllades et s'y présente en grandes rosettes fibroradiées incolores jusqu'à 3 cm de diamètre mais d'épaisseur généralement infra millimétrique. Assez rarement, elle peut former des croûtes de plus de 5mm d'épaisseur et prend alors une couleur nettement plus blanche. Elle est fréquemment associée à la cacoxénite et à la variscite. Plus rarement, dans les diaclases un peu plus larges, on peut observer des cristaux incolores millimétriques de forme trapue avec faces supérieures {001} [schéma 4].

Dans les anciennes minières de manganèse, la wavellite s'y trouve dans les gros blocs de quartz laiteux et s'y présente en touffes ou rosettes blanches où elle forme des gerbes de cristaux très fins, incolores ou blanchâtres souvent recouverts de pustules noires de lithiophorite. Les cristaux, de taille millimétrique, sont prismatiques, assez allongés, souvent striés et terminés [37/1-4], (Fransolet, 1979), (Fransolet, 1987) [tome1/14].

**Lierneux**, la wavellite est signalée sur hématite et quartz au lieu-dit « Colanhan » (Corin, 1927).

**Ménil (Arbrefontaine)**, dans les anciennes exploitations de coticule, la wavellite a été observée dans une roche blanchâtre avec vantasselite et variscite [37/5], (Fransolet 1993, comm. pers.), (Hanson 2004, comm. pers.). Des cristaux incolores à blancs ou des plages cristallines orangées sont également observés dans des quartz cariés à veines rouges.

**Ottre**, la wavellite a été reconnue en rosettes dans les diaclases des phyllades sur le site actuel de la carrière en activité. Le minéral s'y présente comme à Bihain. (de Rauw, 1910)

**Salmchâteau**, la wavellite est signalée sur le versant Est du défilé de la Salm (Sart Close).

Au gisement de florencite et dans les veines de quartz affleurant plus haut dans les tranchées de recherches de coticule ainsi que dans la galerie TCVS-1 [37/6], la wavellite s'y présente en efflorescences de forme sphérique avec cristaux en aiguilles de 3 à 4 mm de long et d'un demi millimètre de large. Le prisme est strié parallèlement et est terminé par une pyramide à quatre facettes, comme aux minières de Bihain. Elle est fréquemment associée à la turquoise, à la pyrophyllite et à des phosphates de terres rares tels que la florencite-Ce et le xenotime-Y (Michot, 1958), (Hanson 2004, comm.pers.).

**Sart-Lierneux**, au thier del preu, la wavellite est observée, parfois avec turquoise, en petits cristaux et rosettes fibroradiées incolores à brunes centimétriques sur les diaclases des phyllades. Les échantillons de Sart sont très comparables à ceux du gisement de vantasselite de Bihain si ce n'est l'association avec la turquoise en plus.

**Vielsalm**, la wavellite est fréquente notamment au gisement à wardite où elle est associée à la turquoise dans des veines de quartz. Elle se présente en très jolies boules fibroradiées d'un diamètre parfois centimétrique. Des cristaux trapus avec faces {001}, un peu comme ceux du gisement de vantasselite de Bihain sont parfois observés également. Elle est plus rarement observée en placages sur les diaclases des phyllades [37/7-8], (Fransolet, 1997), (Mineralcolor 1991/15-16 ; 1993/13-14).

### 7.3 Phosphates de terres rares

Outre la florencite-Ce, qui aurait pu être classée dans le groupe des phosphates d'aluminium, le Salmien du Massif de Stavelot renferme encore, mais de manière discrète, au moins deux autres phosphates de terres rares. Ces trois minéraux semblent d'ailleurs souvent associés ensemble dans la paragenèse à coticule et la paragenèse à pseudocoticule du Salmien moyen Sm2. Ils semblent s'être déposés assez tardivement bien après les autres phosphates d'aluminium et d'un autre métal.

#### Florencite-Ce

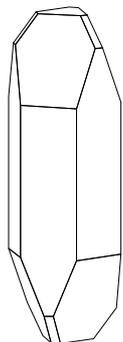


La florencite-Ce se présente généralement en cristaux brun rougeâtre millimétriques. Elle se trouve parfois associée à d'autres minéraux de terres rares, tels que la monazite-Ce et le xenotime-Y. Les cristaux de florencite-Ce, généralement de petite taille, passent facilement inaperçus et il est probable que les occurrences du minéral sont plus nombreuses que celles connues aujourd'hui.

**Bihain**, aux minières, la florencite-Ce semble être présente en association avec une chlorite blanche dans des blocs à ardennite. Les cristaux sont jaune très pâle. Aucune analyse n'a été faite sur ces cristaux. Cette occurrence est donc à prendre avec une certaine réserve.

**Fraiture**, la florencite-Ce a été reconnue en association avec des chlorites (Hanson, comm.pers 2004).

**Recht**, la florencite-Ce est signalée dans des chlorites avec hématite, quartz et apatite sur les haldes de la galerie Margraff (ancienne ardoisière) (Hanson, 1983).



**Salmchâteau**, elle s'observe dans la paragenèse à coticule des deux rives de la Salm. Initialement découverte à l'Old Rock [exploitation souterraine de coticule « Georges Jacques » dans la veine de coticule appelée « Grosse Blanche » où elle forme des grains de 10 à 30  $\mu\text{m}$  dans un lit riche en andalousite, elle a été ensuite observée en cristaux millimétriques notamment au gisement à florencite [tome1/38] et dans la galerie TCVS-1 où elle est associée à la monazite-Ce et à au xenotime-Y. On l'observe en prismes ou tablettes à section pseudo-hexagonale dans le quartz surtout au voisinage des enclaves médianes riches en chlorite et ottrelite, parfois aussi dans la pyrophyllite. Les cristaux, de couleur orangée à brun rougeâtre sont généralement minces mais peuvent quelquefois dépasser un centimètre en longueur. Ces grands cristaux sont souvent fracturés et partiellement ressoudés ; leur croissance semble avoir été chaotique. De curieuses macles sont parfois observées [38/5-6]. L'identification du minéral est confirmée par diffraction des RX. [38/1-8], (Theunissen et Martin, 1969), (Hanson, 1983), (Van Der Meersche, Mineralcolor 2001/35-38).

**Verleumont**, l'occurrence est simplement signalée sans aucune autre précision (Hatert, 2002).

**Vielsalm**, la florencite a été observée en petits cristaux à différents endroits mais toujours dans le Salmien moyen Sm2, notamment dans des petits joints chloriteux des phyllades situés au contact de quartz minéralisés en phosphates d'aluminium du gisement à wardite, avec turquoise dans le pseudocoticule des « Roqueyes », dans le gros quartz colmatant la grande faille Est-ouest et aussi dans des roches blanches à andalousite verte dans la zone à davreuxite [39/1-4] (Hatert, 2002).

**Planche 38 - Florencite-Ce**

**Phosphates de terres rares (1/2)**



Salmchâteau, gisement à florencite - [3 mm]



Salmchâteau, gisement à florencite - [3 mm]



Salmchâteau, gisement à florencite - [5 mm]



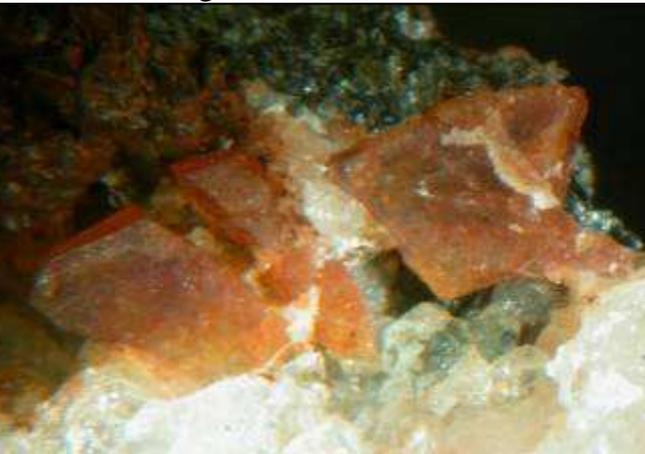
Salmchâteau, gisement à florencite - [5 mm]



Salmchâteau, gisement à florencite - [3 mm]



Salmchâteau, gisement à florencite - [5 mm]



Salmchâteau, gisement à florencite - [5 mm]



Salmchâteau, galerie TCVS-1- [2,5 mm]

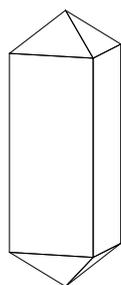
La monazite-Ce se présente généralement en inclusions ou en cristaux, souvent infra millimétriques jaune clair.

**Trou des Massotais**, non loin de la baraque de Fraiture, la monazite-Ce a été trouvée en inclusions dans les quartz jonchant les sols aux alentours du trou donnant accès à la petite galerie reconnue comme une ancienne exploitation d'or. Il s'est trouvé associé à la chalcoppyrite, la pyrite, le rutile et le xenotime-Y (J.Jedwab, comm.pers. 2003).

**Salmchâteau**, la monazite-Ce a été observée en petits cristaux millimétriques jaunes pâles dans la galerie TCVS1 ainsi qu'au gisement à florencite où elle est associée à la florencite-Ce et au xenotime-Y [39/8-9], (Hanson 2004, comm. Pers).

Le xenotime-Y se présente généralement en inclusions ou en cristaux millimétriques jaune clair aux formes nettes.

**Trou des Massotais**, le xenotime-Y est signalé au trou des Massotais en inclusions dans les quartz jonchant le sol aux alentours de l'ancienne mine d'or. Il s'est trouvé associé à la chalcoppyrite, la pyrite, le rutile et la monazite-Ce (J.Jedwab, comm.pers. 2003).



**Salmchâteau**, le xenotime-Y a été observé en petits prismes quadratiques millimétriques [schéma], [39/5-6] jaune pâle dans la galerie TCVS-1 où il est associé à la florencite-Ce et à la monazite-Ce. L'occurrence du minéral a été vérifiée par RX (Goethals 2004 ; RX = A606). Il serait aussi présent au gisement à florencite (Hanson 2004, comm. pers).

**Vielsalm**, le xenotime-Y a été observé en petits cristaux dans un affleurement en surface du gros quartz métrique colmatant la grande faille Est-Ouest. Ces cristaux n'ont pas été analysés mais ils sont tout à fait comparables à ceux de Salmchâteau [39/7].

Planche 39

Phosphates de terres rares (2/2)



Florencite-Ce - Vielsalm, gisement à wardite - [5 mm]



Florencite-Ce - Vielsalm, Roqueyes - [1 mm]



Florencite-Ce - Vielsalm, zone à davreuxite- [5 mm]



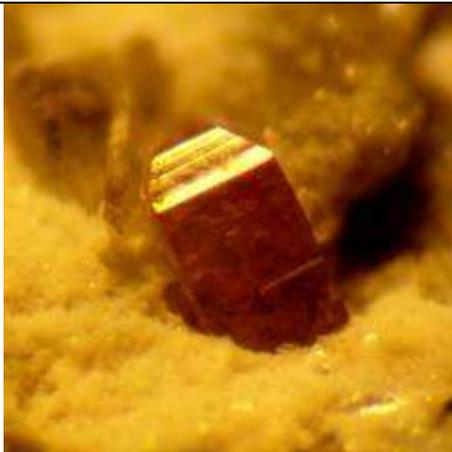
Florencite-Ce - Vielsalm, zone à davreuxite - [5 mm]



Xenotime-Y -- Salmchâteau, TCVS-1- [1 mm]



Xenotime-Y - Salmchâteau, TCVS-1 - [0,5 mm]



Xenotime-Y -Vielsalm - [0,4 mm]  
Photo et collection S. Puccio



Monazite-Ce ?- Salmchâteau, TCVS-1- [0,4 mm]

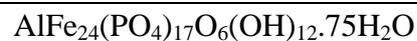


Monazite-Ce ?- Salmchâteau, TCVS-1 - [0,3 mm]

## 7.4. Phosphates de fer

Les phosphates de fer ne sont représentés dans le Salmien du massif de Stavelot que par une seule espèce : la cacoxenite. Dans sa composition, elle renferme un peu d'aluminium mais nettement moins que les nombreux phosphates d'aluminium déjà envisagés.

<b>Cacoxenite</b>	$\text{AlFe}_{24}(\text{PO}_4)_{17}\text{O}_6(\text{OH})_{12}\cdot 75\text{H}_2\text{O}$
-------------------	--



La cacoxenite se présente principalement dans des quartz, phyllades et blocs à coticule du Salmien moyen Sm2b où elle se trouve associée à des oxydes noirs de manganèse et parfois aussi à de la wavellite. Comme les autres phosphates, ce minéral résulte de processus d'altération météorique de roches riches en fluorapatite, fournisseur des ions phosphates. Le fer, quant à lui, provient vraisemblablement de l'altération de silicates tels que le clinocllore, le chloritoïde ou la chamosite. La cacoxenite est également signalée dans certains quartz à sulfures.

**Bihain**, elle est relativement fréquente notamment au gisement de vantasselite et dans les anciennes minières de manganèse.

Au gisement de vantasselite, elle se présente en très petits globules ne dépassant généralement pas 0,5 millimètre de diamètre et est associée aux agrégats de vantasselite dans les blocs de coticule tourmenté. Les globules, arrondis ou en « trognons de pomme », ont une teinte variant du jaune au brun rouge et sont parfois creux avec une simple pellicule externe, un peu comme une coquille d'œuf vide. Parfois aussi, les petits globules sont posés sur des lamelles nacrées de vantasselite. Les sphérules brisées montrent parfois une structure concentrique en couches d'aspects différents. On observe alors des couches faites de fibres serrées blanc mat, puis des couches non fibreuses presque vernissées, comme des couches de miel. Parfois aussi, elles montrent sur leur pourtour une auréole plus claire de 20 microns d'épaisseur, le tout donnant ainsi l'image d'une orange coupée.

Dans les diaclases très étroites des phyllades, elle se trouve en petits disques fibro-radiés, vus par transparence sous de grandes rosettes de wavellite incolore. Parfois aussi, on observe des globules insérés dans un film d'oxyde de manganèse (vraisemblablement de la lithiophorite). Plus rarement, on la trouve en très petites fibres jaune or. Parfois en petits cristaux fibreux fibroradiés mais non jointifs, donnant un aspect pelucheux à l'ensemble. [35/1-3 ; 40/1-2]

Au minières de manganèse, elle se présente en plages centimétriques sur phyllade ou coticule, souvent associée à des veinules d'oxydes noirs de manganèse (cryptomelane et lithiophorite) où elle se présente en un duvet très fragile constitué de nombreuses petites boules jaunes, oranges ou brunes serrées les unes contre les autres. Ces boules ne dépassant généralement pas 0,5 mm ont un cœur souvent translucide et de couleur miel, généralement recouvert d'une deuxième génération de cacoxenite en fibres jaune or peu serrées [40/3-7], (Fransolet, 1987), (Fouassin, 1975)

**Salmchâteau**, elle forme des plages constituées de belles rosettes jaune or sur des diaclases au gisement de florencite. Chaque rosette ne dépasse pas individuellement 0,5 mm.

**Vielsalm**, elle n'est pas vraiment fréquente mais a notamment été observée en petites boules jaunes sur chlorite ainsi qu'en boules formées d'innombrables petites fibres jaune pâle dans un quartz à sulfures de cuivre avec chalcophyllite. Le cœur des boules est miel foncé tandis que les fibres rayonnantes sont de couleur jaune clair. Parfois aussi, des boules lisses de couleur orange sont déposées sur des cristaux de chlorite [40/8], (Van Der Meersche, 1990/87-88)

## Planche 40 - Cacoxenite

## Phosphates de fer (1/1)



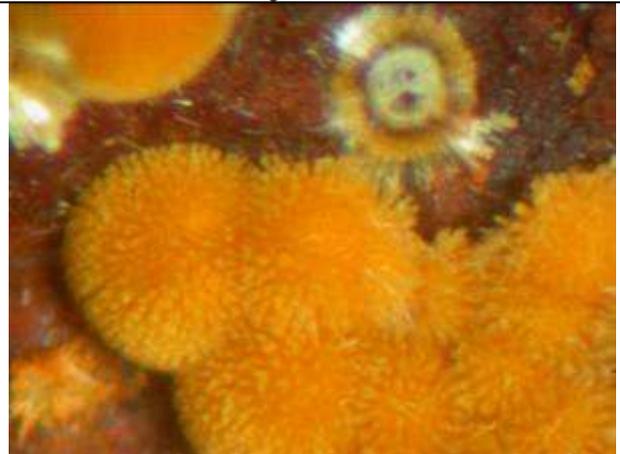
Bihain, gisement à vantasselite - [3 mm]



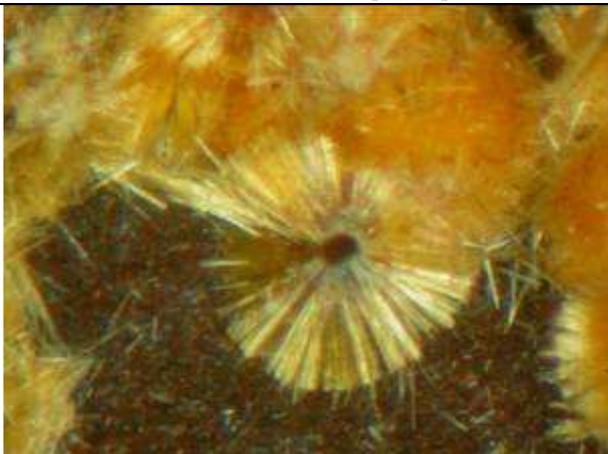
+ Vantasselite - Bihain, gisement à vantasselite - [3 mm]



Bihain, minières - [5 mm]



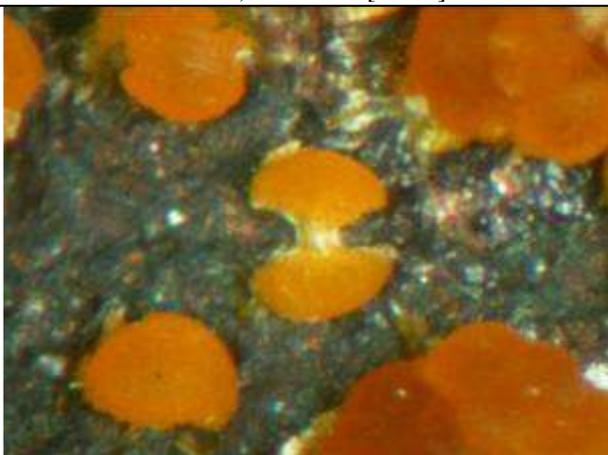
Bihain, minières - [3 mm]



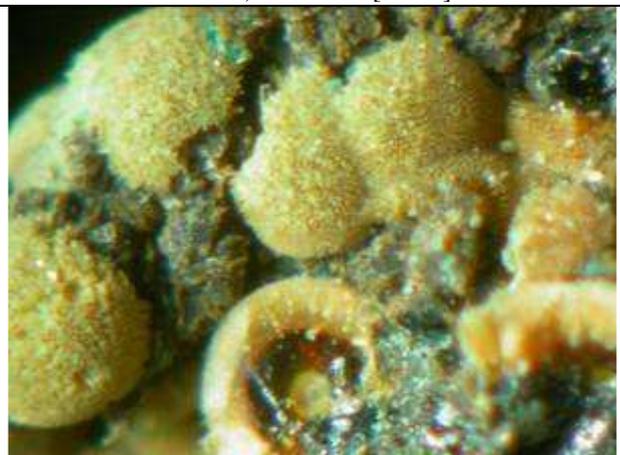
Bihain, minières - [2 mm]



Bihain, minières - [5 mm]



Bihain, minières - [1,5 mm]



Vielsalm, en surface (don de S.Puccio) [5 mm]

## 7.5. Phosphates de cuivre.

Le cuivre est un élément chimique assez abondant de certains filons de quartz du Salmien supérieur Sm3 dans lesquels s'observent des noyaux et digitations de sulfures de cuivre.

L'altération de ces sulfures (fournisseurs du cuivre) et des roches encaissantes riches en phosphore a permis le dépôt de deux phosphates riches en cuivre : la pseudomalachite et la libethenite.

Ces deux espèces se rencontrent à proximité des occurrences de sulfures de cuivre mais également dans certains pseudocoticles du Salmien moyen Sm2b où les solutions riches en ion  $\text{Cu}^{++}$  ont pu être drainées.

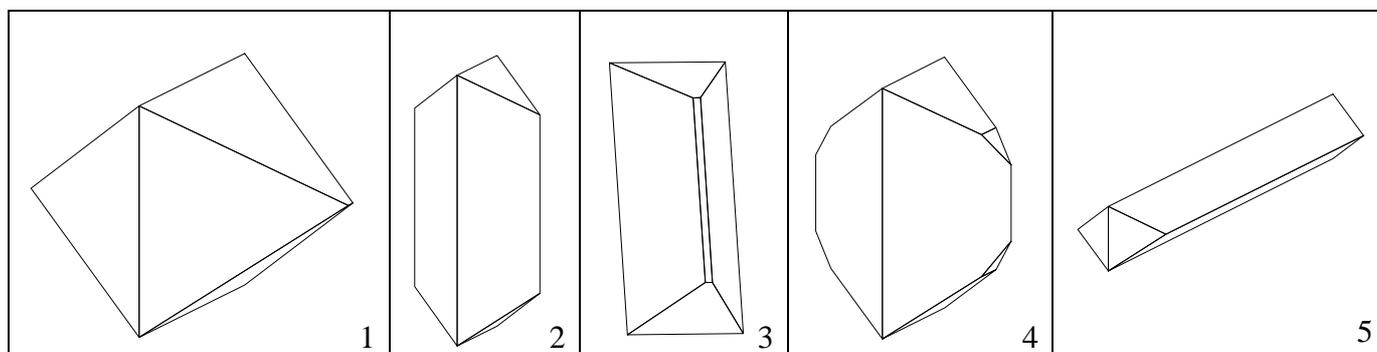
Dans ces pseudocoticles, on observe également la torbernite, un phosphate d'uranium et de cuivre.

Rapport Cu/PO4	2,5	2	0,5
Minéral	Pseudomalachite	Libethenite	Torbernite

### Libethenite



La libethenite forme généralement des encroûtements cristallins sur quartz et phyllades. Les cristaux aux formes nettes sont fréquents mais leur taille reste généralement inférieure au millimètre.



**Lierneux**, la libethenite n'est que signalée sans aucune autre indication. (Hatert, 2002)

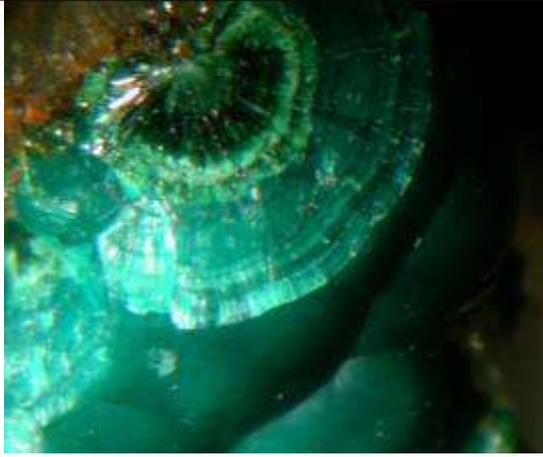
**Salmchâteau**, la libethenite est connue depuis longtemps au filon de cuivre où, associée à la pseudomalachite, elle se présente en cristaux minuscules ou en curieuses sphérules fibroradiées. Elle a également été observée très localement au gisement à florencite avec pseudomalachite et or natif. Enfin, elle est également présente en petits cristaux dans les pseudocoticles de la rive gauche de la Salm [41/1-2], (du Ry et al., 1976), (Van Der Meersche, Mineralcolor 2002/7-8).

**Vielsalm**, elle se trouve dans deux paragenèses différentes : celle des quartz et pseudocoticles du Salmien moyen Sm2b [tome1/56] et celle des quartz à bornite du Salmien supérieur Sm3 [tome1/ 61].

Généralement, elle se présente en cristaux millimétriques verts pâles à verts presque noirs. Elle forme parfois aussi des sortes de petites rosettes fibroradiées constituées de nombreux cristaux juxtaposés, comparables à celles du filon de cuivre de Salmchâteau. Des cristaux de libethenite sont observés sur beaucoup d'autres minéraux, notamment, par ordre alphabétique, sur hématite, malachite, pseudomalachite, quartz, rutile et torbernite (métatorbernite). Inversement, on l'observe aussi parfois recouverte de malachite ou de pseudomalachite indiquant un dépôt simultané de ces derniers minéraux. Dans les zones de recoupement des pseudocoticles du Sm2b par des grosses veines de quartz, on l'observe parfois sur de la turquoise dans des parties enrichies en cuivre [41/3-10], (Van Der Meersche, Mineralcolor 1992/11-12 ; 1993/11-12).

## Planche 41 - Libethenite

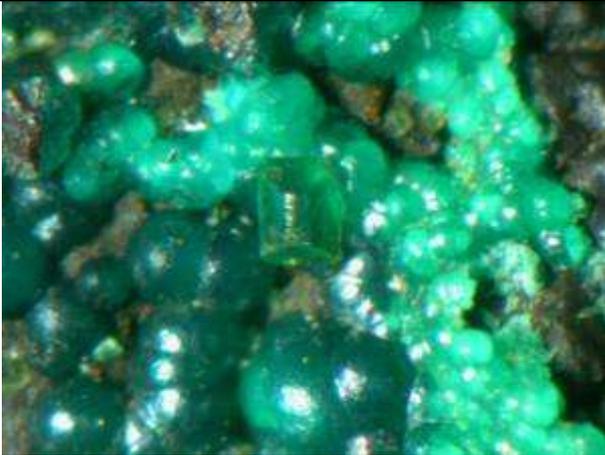
## Phosphates de cuivre (1/3)



Avec pseudomalachite - Salmchâteau, filCu - [5mm]



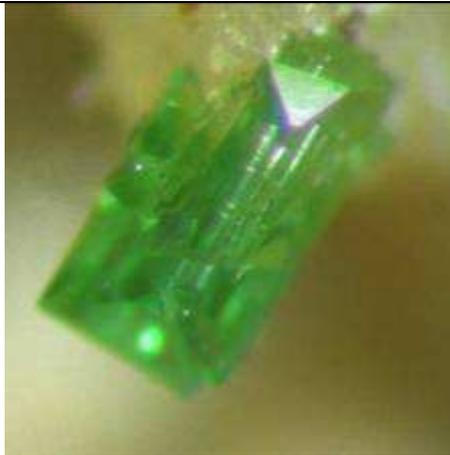
Salmchâteau, filon de cuivre - [1 mm]



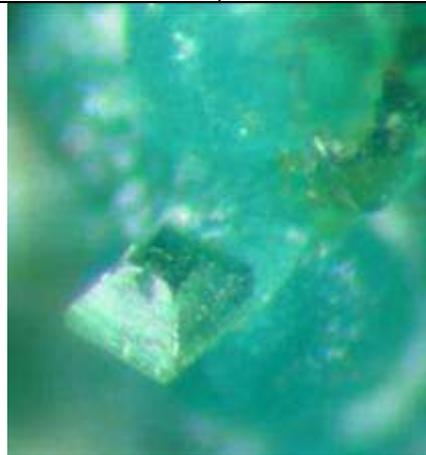
Avec pseudomalachite - Vielsalm, FR - [5mm]



Vielsalm, (Lescrenier) - [0,5 mm]



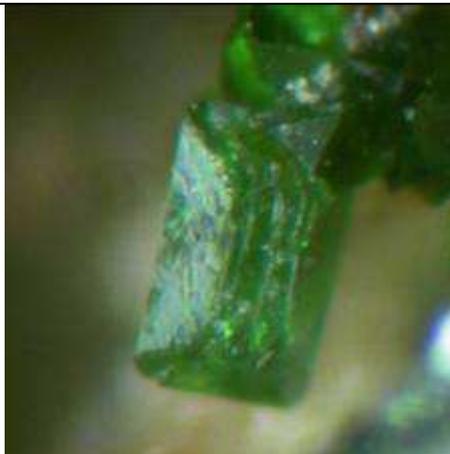
Vielsalm, (Lescrenier) - [0,5 mm]



+ turquoise, Roqueyes-(cresse)-[0,5mm]



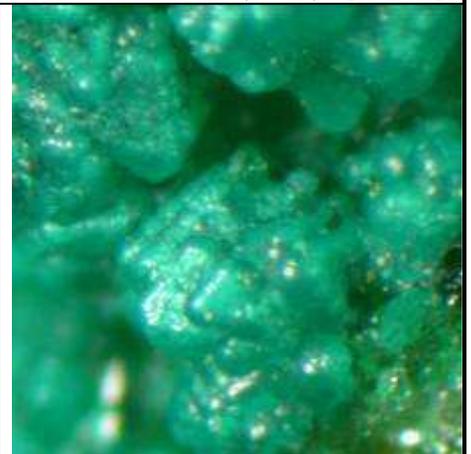
Vielsalm, Jeannesse (cresse) - [0,8 mm]



Vielsalm, en surface - [0,4 mm]



Vielsalm, 1<sup>er</sup> filon à bornite - [1 mm]



Vielsalm, 1<sup>er</sup> filon à bornite - [2 mm]

La pseudomalachite forme généralement des boules lisses ou des croûtes mamelonnées lisses et brillantes d'un vert souvent assez foncé. Elle est beaucoup plus verte que la turquoise et son éclat gras permet de la différencier de la malachite avec laquelle elle est d'ailleurs fréquemment associée. Son association avec les sulfures de cuivre est fréquente. Signalons que la turquoise et la pseudomalachite étaient anciennement confondues.

**(Ottre)**, l'occurrence du minéral, signalée il y a très longtemps (de Konink, 1872), semble douteuse ; la pseudomalachite ayant pu être confondue avec la turquoise. Cette dernière n'a en effet été reconnue comme espèce minérale qu'en 1953 et à Ottre, où elle est localement abondante, elle n'y a été signalée pour la première fois par Van Wambeke qu'en 1958. Par ailleurs, ni la pseudomalachite ni aucun autre minéral riche en cuivre n'ont été retrouvés depuis à Ottre.

**Salmchâteau**, la pseudomalachite est bien connue au filon de cuivre où elle accompagne fréquemment la libethenite et la malachite. Elle s'y présente en incrustations mamelonnées et fibroradiées de taille millimétrique de couleur bleu vert.

Elle a également été observée une seule fois au gisement à florencite dans un bloc avec libethenite et or natif. Cette occurrence extrêmement limitée s'est montrée dans une zone très perturbée. Enfin, on la rencontre également dans les pseudocoticules de la rive gauche de la Salm [42/1-5], [tome1/32], (du Ry et al., 1976), (Van Der Meersche, Mineralcolor 2000/15-16).

**Verleumont**, la pseudomalachite a été observée par Davreux (1833) dans une ardoisière [sans doute du Colanhan, aujourd'hui inaccessible] (Hatert, 2002).

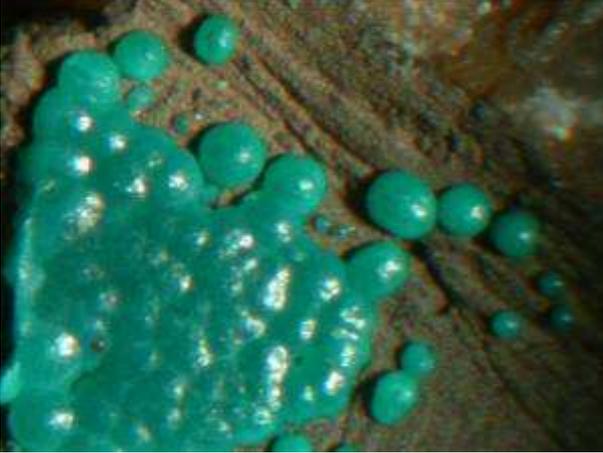
**Vielsalm**, la pseudomalachite est bien représentée dans les quartz à sulfures du Salmien supérieur Sm3 [42/6-8], [tome1/61]. Dans la partie inférieure du filon de quartz à tellurobismuthite de la carrière Georges Jacques (« Fosse Roulette »), elle y a été observée très abondante parfois en beaux échantillons. On ne peut manquer de faire la comparaison de ces pièces avec celles trouvées au filon de cuivre de Salmchâteau, lui aussi caractérisé par une paragenèse à tellure.

La pseudomalachite se trouve souvent associée à la libethenite et à la malachite. Parfois elle recouvre ces deux minéraux, parfois, c'est l'inverse : ces minéraux se sont donc déposés à peu près en même temps.

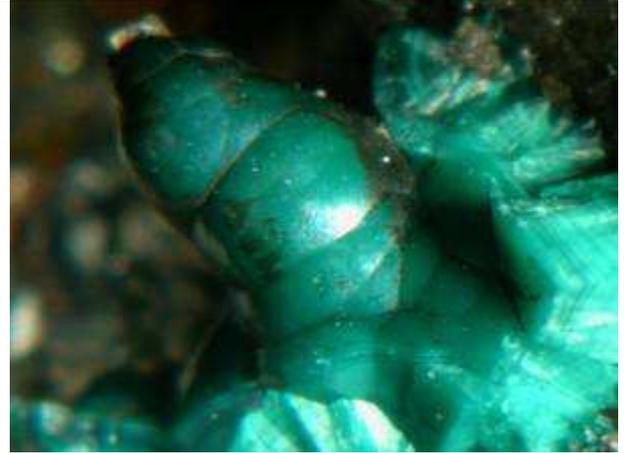
La pseudomalachite est présente également dans les quartz et pseudocoticules du Sm2b mais de manière très discrète et uniquement dans la partie la plus occidentale du thier de Cahay (Van Der Meersche, Mineralcolor 1988/7-8). Signalons enfin que des pièces considérées par Cesàro (1897) comme pseudomalachite « riches en aluminium » sont vraisemblablement de la turquoise, espèce qui n'était pas connue à son époque.

## Planche 42 -Pseudomalachite

## Phosphates de cuivre (2/3)



Pseudomalachite - Salmchâteau, filon de cuivre [3 mm]



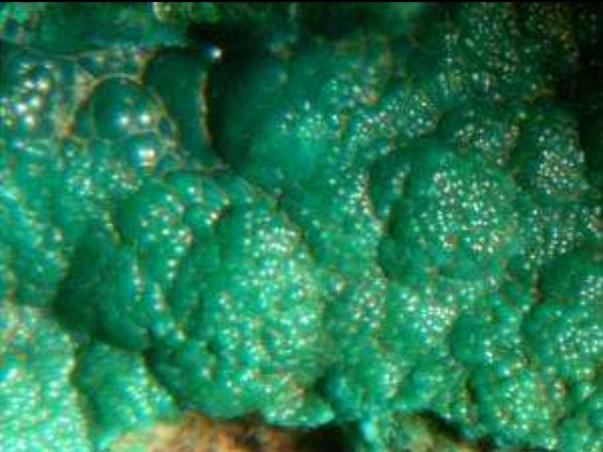
Pseudomalachite - Salmchâteau, filon de cuivre [2 mm]



Pseudomalachite + libethenite - Salmchâteau, filonCu -[2mm]



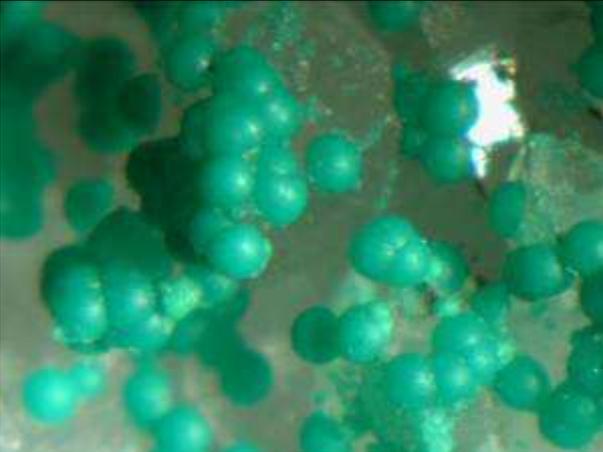
Pseudomalachite - Salmchâteau, filon de cuivre [2 mm]



Pseudomalachite - Salmchâteau, filon de cuivre [5 mm]



Pseudomalachite - Vielsalm, car. Georges Jacques - [5 mm]



Pseudomalachite - Vielsalm, en surface (Lescrenier) - [5 mm]



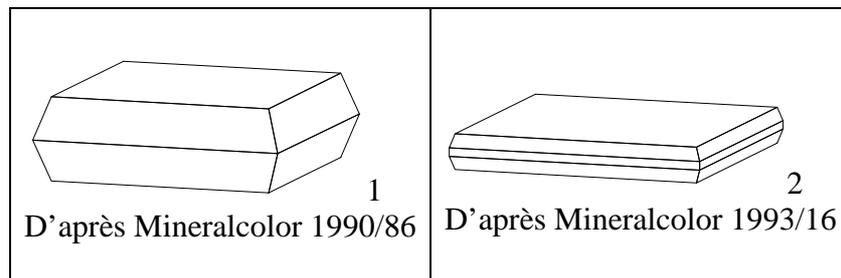
Pseudomalachite - Vielsalm, en surface (Lescrenier) - [2 mm]

**Torbernite****Métatorbernite**

La torbernite, une fois extraite des terrils ou galeries où l'hygrométrie est proche de 100%, se transforme de manière irréversible en métatorbernite par perte d'eau de cristallisation. La torbernite est d'un beau vert émeraude translucide alors que la métatorbernite est plus opaque et présente des stries marquant des lignes de clivage dues à la déshydratation du minéral. Tous les échantillons conservés dans les collections sont donc de la métatorbernite.

Il est également remarquable de constater que la torbernite (métatorbernite) ne se trouve que dans la paragenèse à pseudocoticule mais semble absente de la paragenèse des quartz à sulfures de cuivre du Salmien supérieur Sm3. C'est apparemment le seul minéral uranifère de la région.

Toutefois, constatons aussi la présence de parties plus brunes au centre de nombreux cristaux. Ces parties centrales sont-elles bien de la torbernite ? Ne pourrait-on pas penser à un autre minéral uranifère, par exemple, la bassetite  $[Fe(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8 H_2O]$  ? D'autant que l'altération de ces parties semblent produire de la goethite indiquant par là la présence de fer [43/7-8].



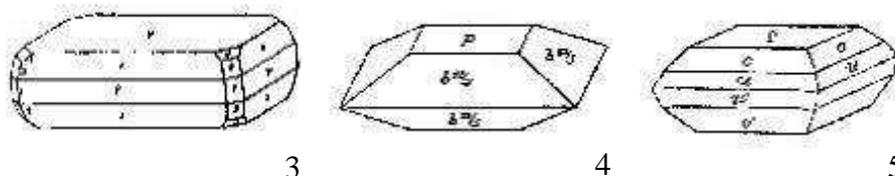
**Ottre**, une nouvelle occurrence du minéral vient d'être observée dans la carrière en activité lors d'une sortie effectuée par l'A.G.A.B. au début 2004. Le minéral s'y présente, comme à Vielsalm, en très petits cristaux (maximum 5 millimètres) dans une paragenèse à pseudocoticule (M.Houssa, comm.pers. 2004).

**Salmchâteau**, la torbernite est observée en très petits cristaux dans les pseudocoticules du gisement à florencite (rive droite de la Salm) et dans les pseudocoticules de la rive gauche de la Salm où leur couleur est plutôt jaune verte.

**Vielsalm**, la torbernite est observée dans tous les affleurements de pseudocoticules Sm2b.

Les cristaux peuvent exceptionnellement atteindre plus de 5 millimètres, notamment aux Roquèves où les cristaux sont les plus gros. Ils y sont bien verts, avec un cœur souvent plus terreux de couleur jaune ou ocre. Aux Continars, elle se présente en très petits cristaux souvent jaunes.

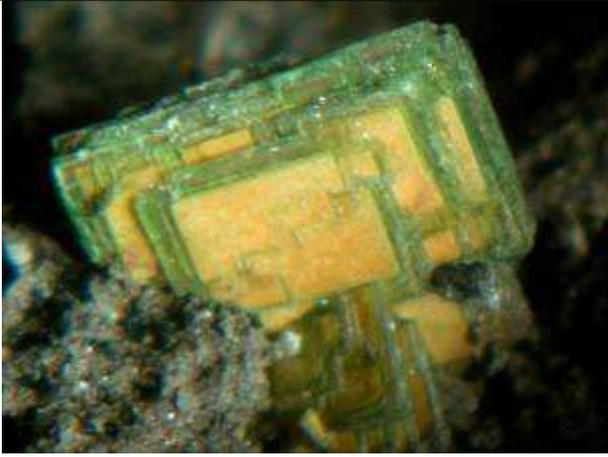
Aux Roquèves, les cristaux de torbernite sont souvent recouverts de turquoise, parfois aussi de libethenite ; indiquant que la torbernite a dû se déposer précocement bien avant les autres phosphates [43/1-8], (Van Der Meersche, Mineralcolor 1990/85-86 ; 1993/15-16).



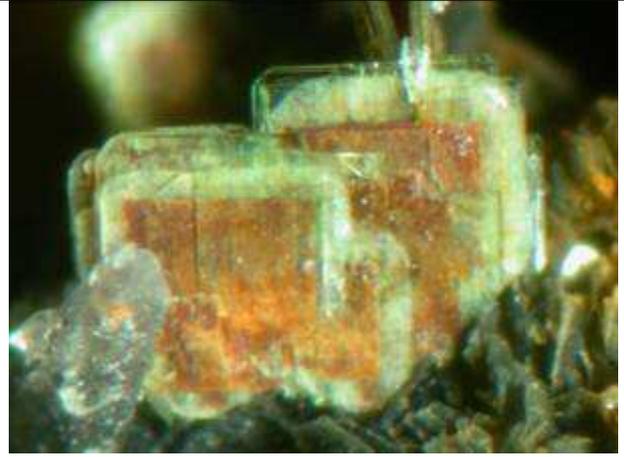
Quelques cristaux de torbernite (Goldschmidt, 1920)

## Planche 43 - Torbernite

## Phosphates de cuivre (3/3)



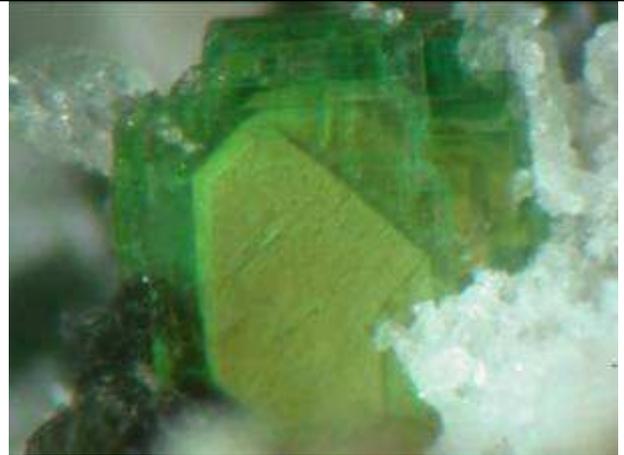
Torbernite - Vielsalm, galerie Roqueyes [3 mm]



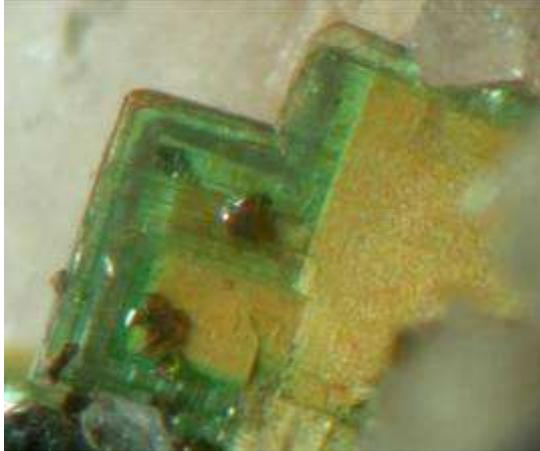
Torbernite- Vielsalm, galerie Roqueyes [3 mm]



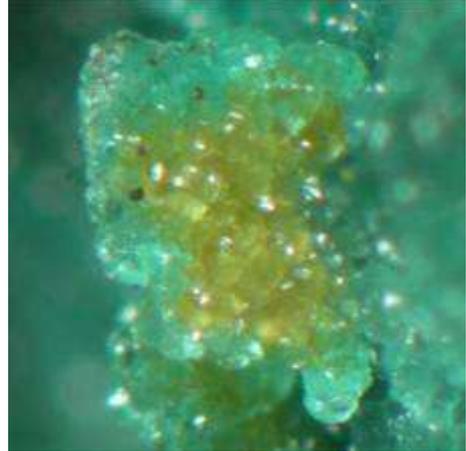
Torbernite - Vielsalm, galerie Roqueyes [3 mm]



Torbernite - Vielsalm, galerie Roqueyes [1 mm]



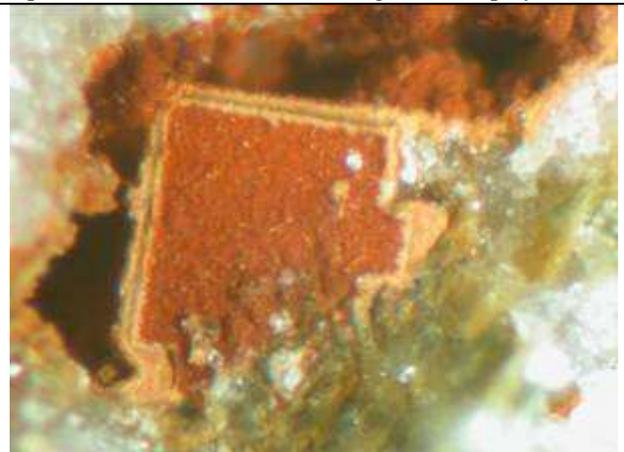
Torbernite, libethenite - Vielsalm, galerie Roqueyes [2 mm]



Turquoise sur torbernite - Vielsalm, galerie Roqueyes [1 mm]



Goethite après torbernite - Vielsalm, en surface - [3 mm]



Goethite après torbernite Vielsalm, galerie Roqueyes [2 mm]

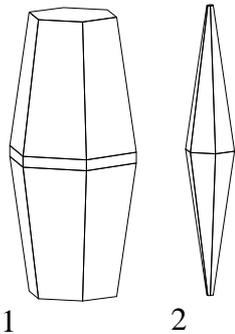
## 7.6. Phosphates de plomb.

Le plomb n'est pas un élément abondant dans les couches du Salmien. Il s'exprime néanmoins sous la forme de pyromorphite, le seul phosphate de plomb observé.

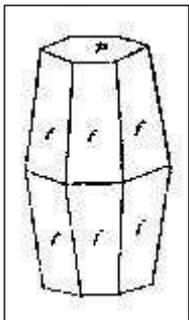
### Pyromorphite



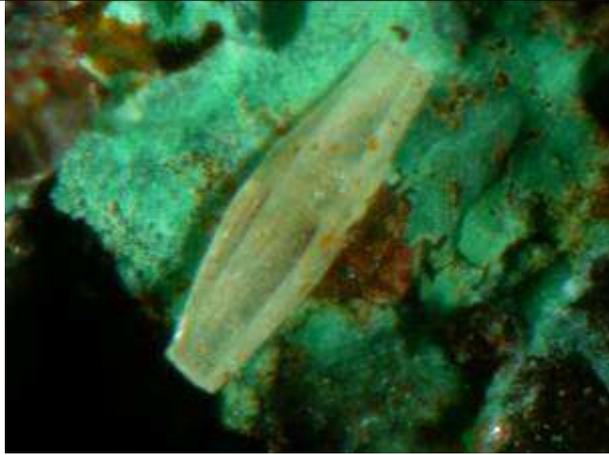
La pyromorphite n'a été observée qu'à un seul endroit du Massif de Stavelot où elle reste d'ailleurs assez discrète.



**Moët-Fontaine** (Lienne inférieure), la pyromorphite a été découverte dans les déblais de l'ancienne mine de manganèse en association avec pyrite, chalcopryrite et malachite où elle se présente en cristaux blancs millimétriques bien formés parfois en forme de navette [schémas 1 et 3]. Des cristaux en prismes plus fins et plus pointus sont également observés [schéma 2]. L'occurrence est confirmée par une analyse par diffraction des RX (Goethals 2004 ; RX A596). Si ce n'est l'apatite, il ne semble n'y avoir aucun autre phosphate dans ces roches qui pourtant renferment 0,25% de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . La galène, minéral fournisseur du plomb, est présente de manière discrète à cet endroit [44/1-7]



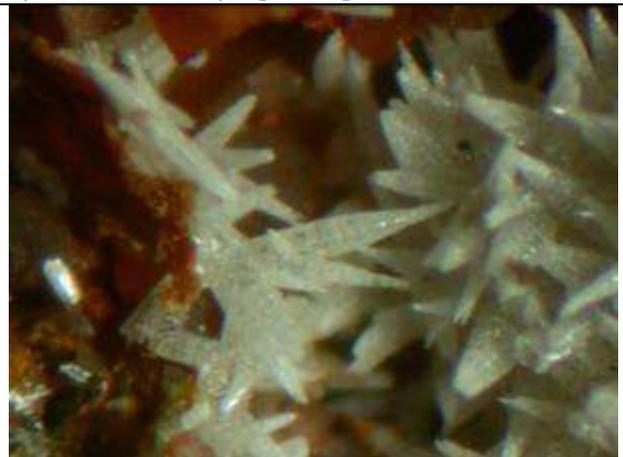
3  
Schéma de Victor Goldschmidt, 1920.



+ Malachite - Vallée de la Liègne (Moët-Fontaine) - [5 mm]



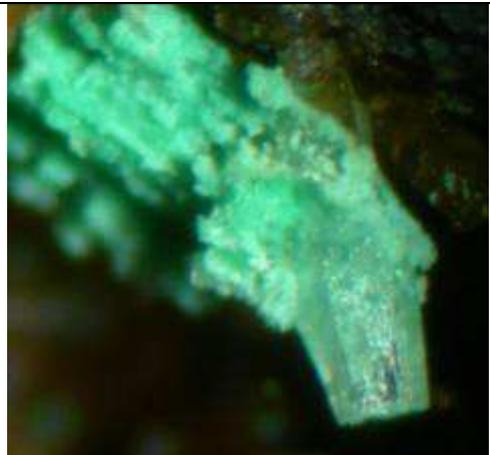
Moët-Fontaine - [5 mm]



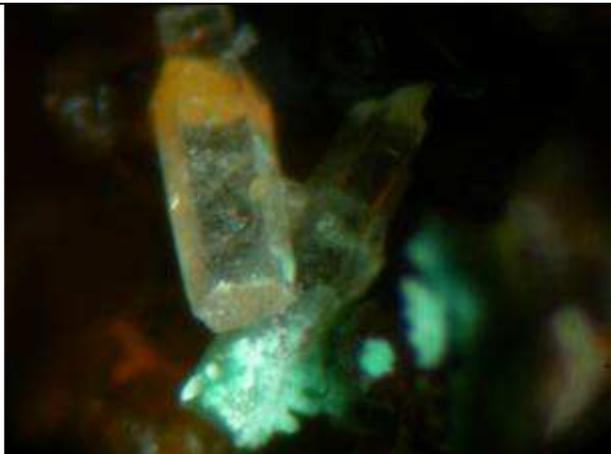
Moët-Fontaine - [2 mm]



Moët-Fontaine - [2 mm]



+ Malachite - Moët-Fontaine - [3 mm]



+ Malachite - Moët-Fontaine - [3 mm]



Moët-Fontaine - [2 mm]

## 7.7. Arséniates

Cinq arséniates sont recensés dans le Salmien du Massif de Stavelot. Ces espèces sont cependant fort discrètes et il n'y a que peu d'échantillons connus.

Les occurrences sont toutes signalées dans le Salmien supérieur (Sm3) excepté pour la clinoclase qui aurait été collectée dans le Salmien moyen Sm2 mais cette dernière occurrence est douteuse.

### Chalcophyllite



**Vielsalm**, la chalcophyllite est signalée au 1<sup>er</sup> gisement à bornite (Salmien supérieur Sm3) où quelques échantillons de quartz minéralisé en bornite, collectés il y a une quinzaine d'années par Michel Gandon (M. Gandon, comm. pers. 2004), montrent dans une cavité d'environ 1cm de diamètre des cristaux en minces tablettes pseudo hexagonales bleu turquoise jusqu'à 1 mm avec éclat nacré [schéma ci-contre]. Un de ces échantillons est conservé dans les collections de l'Université de Liège. D'autres échantillons ont également été collectés sur terril dont certains en association avec cacoxénite dans des cavités d'un quartz à sulfures de cuivre [45/1-2], (Hatert & al.,1998), (Van Der Meersche, Mineralcolor 2000/37-38).



### Clinoclase



**Moët-Fontaine** (Lienne inférieure), la clinoclase est signalée dans une galerie de recherche de manganèse en association avec barite et malachite (Salmien moyen Sm2). Elle se présente en cristaux bleu verdâtre très foncés atteignant 3 mm de longueur et 1 mm de largeur (Mélon, 1954).

Des réserves peuvent cependant être émises quant à la localisation de la galerie où aurait été collecté l'échantillon. En effet, toutes les galeries de Moët-Fontaine (à part une seule, mais impénétrable) ont disparu depuis bien longtemps, au tout début du 20<sup>ième</sup> siècle, donc bien avant la collecte de l'échantillon. D'autre part, la concession de « Moët-Fontaine » est souvent mal située par les géologues amateurs qui la confondent systématiquement avec celle de « Meuville » (Dussart, 1991). La provenance ainsi citée devrait plutôt être une galerie de la concession de Meuville et non une de Moët-Fontaine. Ajoutons en complément que c'est justement dans la grande galerie de Meuville que la barite s'est trouvée la plus abondante et l'échantillon de clinoclase est signalé associé à la barite.

Par ailleurs, le seul échantillon connu, acquis par échange par l'université de Liège, semble lui-même suspect (Fransolet, comm.pers 1994). Cet échantillon ressemblerait beaucoup aux échantillons de Majuba Hill aux USA (Hanson, comm.pers. 2004).

C'est donc avec beaucoup de réserve qu'il faut considérer la clinoclase comme faisant partie des minéraux recensés en Belgique.

### Mimetite



**Vielsalm**, la mimetite a été reconnue en minces cristaux aciculaires incolores à blanchâtres sur des cristaux d'arsenopyrite se trouvant dans des blocs de quartzophyllades gris du Salmien supérieur Sm3 collectés sur terril dans la partie occidentale du thier des carrières. Les cristaux peuvent atteindre 300µm. Ce minéral s'est formé par altération météorique de l'arsenopyrite qui, à cet endroit, se trouve associée à de minuscules plages de galène [45/3-4], (Hatert & al.,1998).

### Olivénite



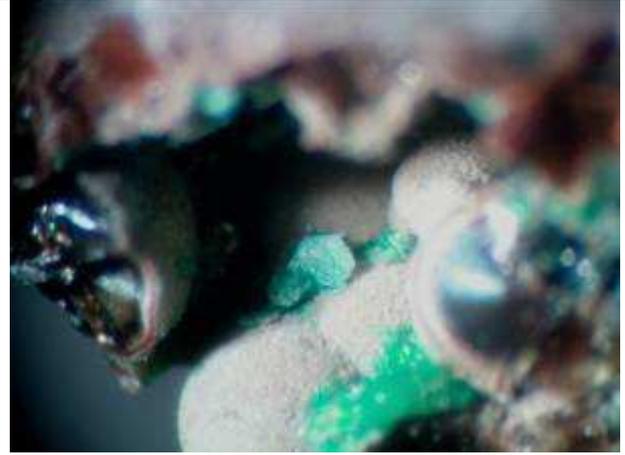
L'olivénite a été reconnue en fragiles petits cristaux prismatiques vert olive dans une petite géode d'un quartz minéralisé en bornite, malachite et pseudomalachite. La localité où l'échantillon a été récolté n'est pas mentionnée dans l'article, mais on peut supputer qu'avec une telle paragenèse, qu'il s'agit du Salmien supérieur Sm3 de Vielsalm, sans doute le premier filon de cuivre qui, à l'époque de la parution de cet article, était très productif. La présence de chalcophyllite, un autre arséniat, à cet endroit conforte cette hypothèse. Les formes cristallines {110} et {101} sont signalées (Von Schnorrer-Köhler G., 1988).

# Planche 45

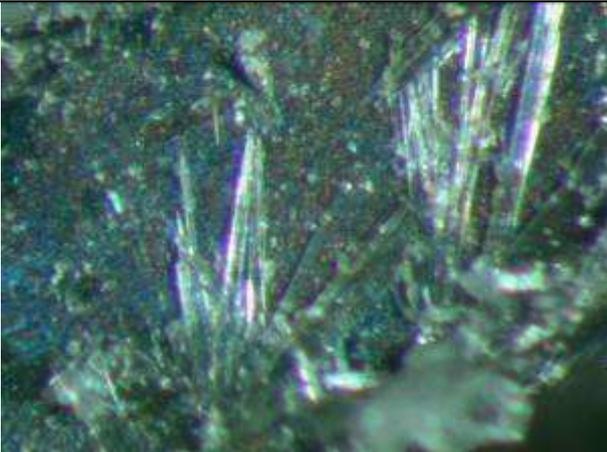
# Arséniates (1/1)



Chalcophyllite sur cacoenite, Vielsalm - [4 mm]



Idem - [Photo et collection S. Puccio] - [4 mm]



Mimetite sur arsenopyrite - Vielsalm, terril Pignon - [0,5 mm]



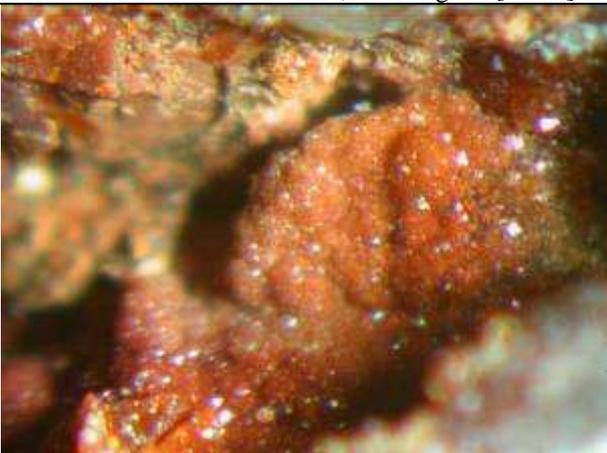
Mimetite - Vielsalm, terril Pignon [0,3 mm]



Pharmacosiderite - Vielsalm, terril Pignon [8 mm]



Pharmacosiderite - Vielsalm, terril Pignon - [6 mm]



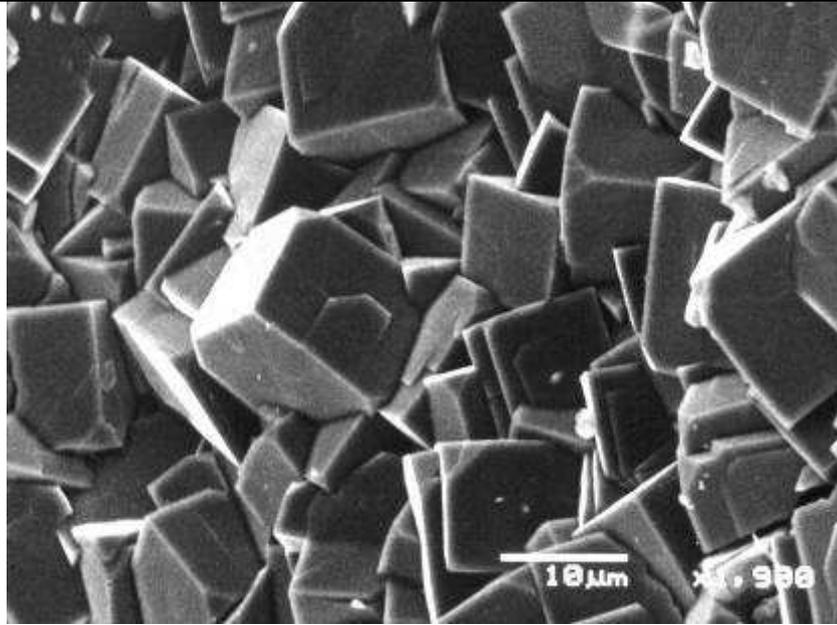
Pharmacosiderite - Vielsalm, terril Pignon [2,5 mm]



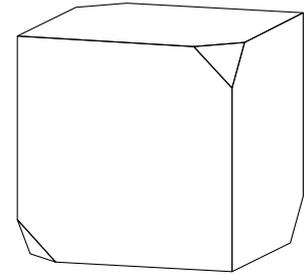
Pharmacosiderite - Vielsalm, terril Pignon - [1,5 mm]

**Vielsalm**, la pharmacosiderite se présente en enduits microcristallins brunâtres ou jaune verdâtre dans les zones d'oxydation de l'arsenopyrite présente dans les quartzophyllades gris du Salmien supérieur Sm3 collectés sur terril dans la partie la plus occidentale du thier des carrières. On l'observe parfois en plages centimétriques en remplacement de cristaux d'arsenopyrite [45/5-8].

Les cristaux de pharmacosiderite ne dépassent pas 100µm et ne sont donc bien observables qu'en microscopie électronique. Ils peuvent adopter un faciès cubique [photo et schéma 1] ou un faciès tétraédrique [photo et schéma 2], (Hatert & al., 1998), (Van Der Meersche, Mineralcolor 2000/39-40). Le minéral est également soupçonné en association avec l'arsenopyrite dans les quartzophyllades pyriteux de la carrière "Georges-Jacques" (dite Fosse-Roulette).



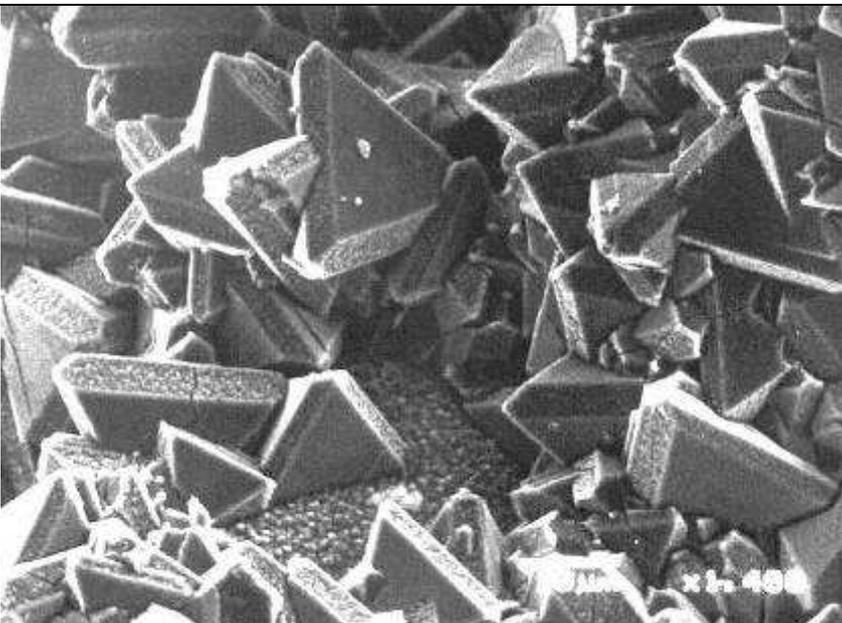
1.



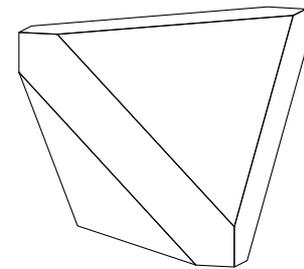
Pharmacosiderite, Vielsalm, terril  
« Pignon »

Cristaux présentant la morphologie du cube {100}.

Microscopie électronique à balayage  
Photo réalisée par Dr. F. Hatert (ULg)  
Avec tous mes remerciements pour  
l'autorisation de publication



2.



Pharmacosiderite, Vielsalm, terril  
« Pignon »

Cristaux présentant la morphologie tétraédrique.

Microscopie électronique à balayage  
Photo réalisée par Dr. F. Hatert (ULg)  
Avec tous mes remerciements pour  
l'autorisation de publication

# Classe 8

# Silicates

A ce jour, dans le Salmien du Massif de Stavelot, on signale 30 espèces minérales dans le groupe des silicates

Albite	Chloritoïde	Kanonaite	Pyrophyllite
Andalousite	Clinochlore	Kaolinite	Spessartine
Ardennite	Cookeite	Muscovite	Stavelotite
Beryl	Davreuxite	Orthoclase	Sudoite
Biotite	Dickite	Ottrelite	Sursassite
Braunite	Euclase	Paragonite	Tourmaline
Carpholite	Glaucosite	Pennantite	Zircon ?
Chamosite	Illite	Piemontite	

Une des particularités essentielles des roches du « Salmien » est très certainement l'abondance du manganèse et de l'aluminium. Le métamorphisme de type « bénin » qui les a affectées a engendré un riche éventail d'aluminosilicates dont notamment ceux de manganèse parmi lesquels on compte quelques espèces fort rares au niveau mondial. Par ailleurs, un grand nombre d'aluminosilicates rencontrés sont des minéraux phylliteux et ils sont regroupés dans une deuxième rubrique. Enfin une dernière rubrique regroupe tous les autres silicates.

- 8.1. Silicates de manganèse
- 8.2. Silicates phylliteux
- 8.3. Silicates non phylliteux

## 1. Les silicates de manganèse

Les silicates contenant du manganèse sont tous observés dans les couches du Salmien moyen Sm2 et ont tous été produits par le métamorphisme qui a agi sur des roches au départ riches en aluminium et en manganèse. On y remarque des espèces fort rares comme la davreuxite, la kanonaite et l'ottrelite mais aussi des espèces relativement rares comme l'ardennite, la carpholite et la sursassite.

Sur les dix espèces recensées, huit renferment également de l'aluminium. Pour ces espèces, la teneur stoechiométrique en manganèse par rapport aux autres métaux (dont l'aluminium) est indiquée dans le tableau ci-dessous. Il est par ailleurs remarquable de constater que nombre de ces minéraux, surtout les plus riches en manganèse, sont bien souvent associés à des oxydes/hydroxydes de manganèse dans leurs affleurements superficiels et à la rhodocrosite dans les zones moins altérées.

<u>% Mn/métaux</u>	très élevé (50 à 60%)	élevé (30 à 40%)	peu élevé (Moins de 30%)
<u>Minéral</u>	Spessartine Kanonaite	Ardennite Carpholite Sursassite	Davreuxite Ottrelite Piemontite

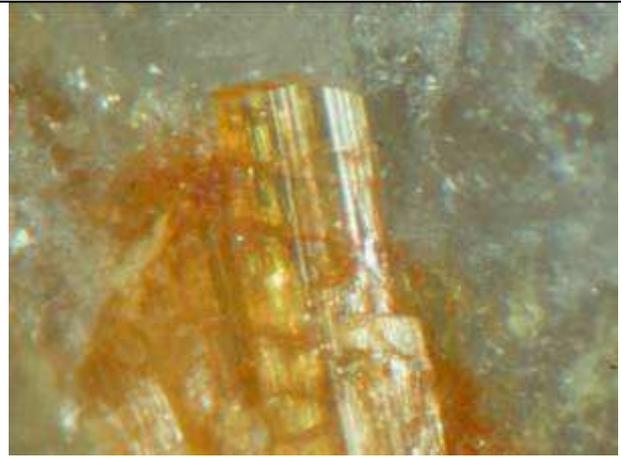
Les deux autres silicates de manganèse ne renfermant pas d'aluminium sont la braunite et le tout nouveau minéral stavelotite-La.

**Planche 46 - Ardennite,...**

**Silicates de manganèse (1/4)**



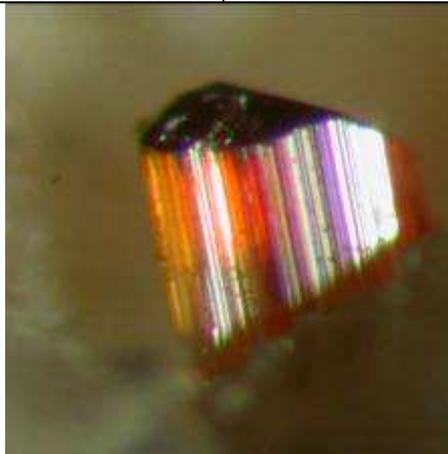
Ardennite - Salmchâteau - [5 mm]



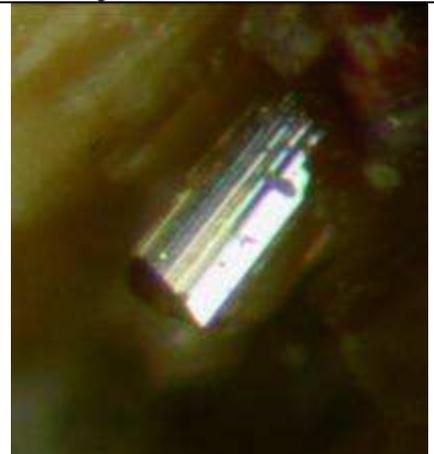
Ardennite - - Salmchâteau, gisement à ardennite [1 mm]



Ardennite - Les Minières - [0,4 mm]



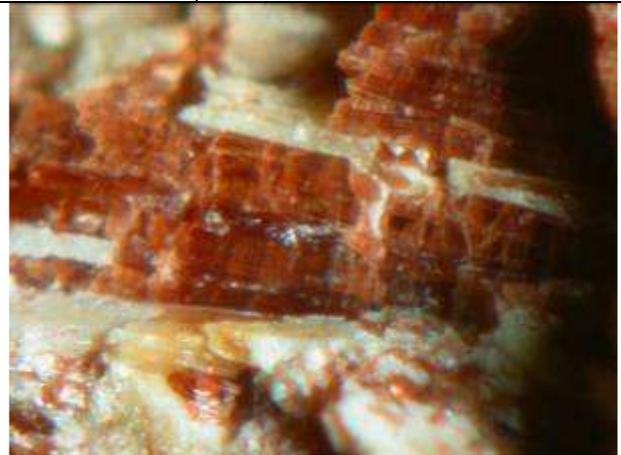
Ardennite - Salmchâteau, - [0,4 mm]



Ardennite- Salmchâteau, - [0,4 mm]



Minéral violet (?) - Bihain, Minières - [ 4 mm]



Minéral violet (?) - Bihain, Minières - [2 mm]



Minéral violet (?) - Bihain, Minières - [2 mm]



Minéral violet (?) - Bihain, Minières - [8 mm]

L'ardennite, espèce minérale initialement identifiée en Belgique et anciennement appelée « Dewalquite », s'observe comme minéral accessoire de certaines roches mais est également observée en masses relativement importantes en association avec des oxydes de manganèse dans certaines veines de quartz. En tant que constituant mineur des roches de la région, elle est sans doute moins rare que ce l'on pense habituellement.

**Vallée de la Lienne inférieure**, elle est signalée à Bierleux en association avec quartz, carpholite, sudoite, muscovite et un peu d'hématite (Pasero et al., 1994).

Elle est également présente aux Minières sur le chemin qui monte vers Meuville, à une cinquantaine de mètres des anciens travaux pour manganèse réalisés par Cockerill. On l'observe en cristaux millimétriques jaunes sur des blocs de coticule ; ce dernier se trouvant apparemment en place [46/3].

**Bihain**, l'ardennite est rapportée à plusieurs endroits.

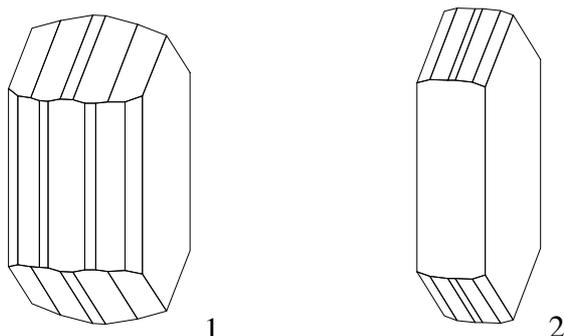
Au gisement de vantasselite, elle se présente en très petits cristaux très minces presque fibreux parfois associés à la vantasselite dans les phyllades. Elle s'observe également dans les diaclases d'un mauvais coticule blanchâtre très quartzeux. Sa couleur est jaune paille à jaune légèrement brunâtre (Fransolet, 1982).

Dans la roche blanche à inclusions d'ottrelite décrite par Theye et Fransolet, elle a été repérée dans la schistosité de la roche ou en petite veines. Il s'agit en fait d'un constituant assez commun des roches de la région Ottré/Bihain (Theye & Fransolet, 1994).

Aux anciennes minières de manganèse, elle se présente en échantillons comparables à ceux de Salmchâteau, dans du quartz blanc très fissuré parcouru de veinules d'oxyde de manganèse noir. Sa couleur est jaune or et est accompagné d'un minéral présentant des nuances rouge violacées [46/6-9].

**Salmchâteau**, localité-type de l'ardennite où elle a été initialement décrite au 19<sup>e</sup> siècle. A cette époque, elle s'est trouvée en gros échantillons dans plusieurs veines de quartz aujourd'hui inaccessibles [tome1/34], [46/1-2 ; 4-5]. L'association à des oxydes de manganèse est fréquente.

Corin (1928) signale des recristallisations de phyllade au contact des filons riches en ardennite. Des échantillons fibreux de teinte violette ont été analysés à notre demande par M. Deliens à Bruxelles et par F. Hatert à Liège. Ils ont confirmé l'ardennite en association avec hématite et chlorite.



Schémas dessinés d'après Mélon, 1976

**Salmchâteau**, au Coreux, dans les phyllades à kanonaite, elle est signalée en plages xénomorphes de 30 micromètres dans la pâte de niveaux pélitoschisteux ou dans les cristaux phénoblastiques de kanonaite (Herbosch, 1967). De même, dans des veinules de quartz, en association avec des fibres de hollandite-strontiomelane, elle se présente aussi en cristaux grossiers inférieurs à 0,5 mm montrant des surfaces orthogonales (Schreyer et al., 2001).

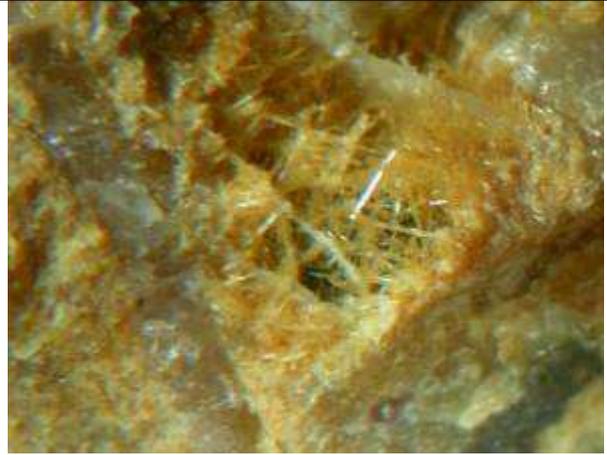
**Sart-Lierneux**, dans les carrières du thier del preu, elle est simplement signalée dans les veines de quartz recoupant les phyllades (Hatert, 2002).

**Planche 47 - Carpholite,...**

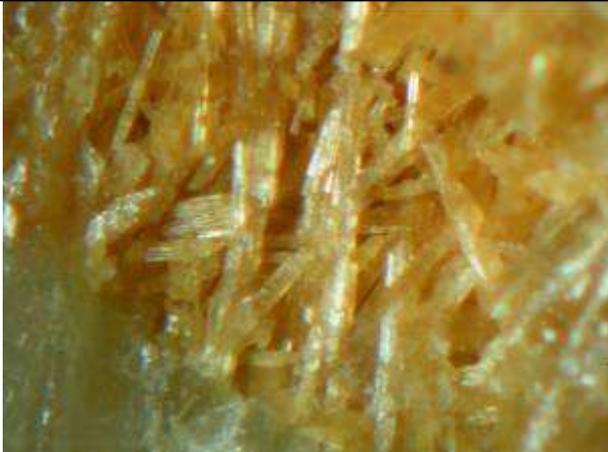
**Silicates de manganèse (2/4)**



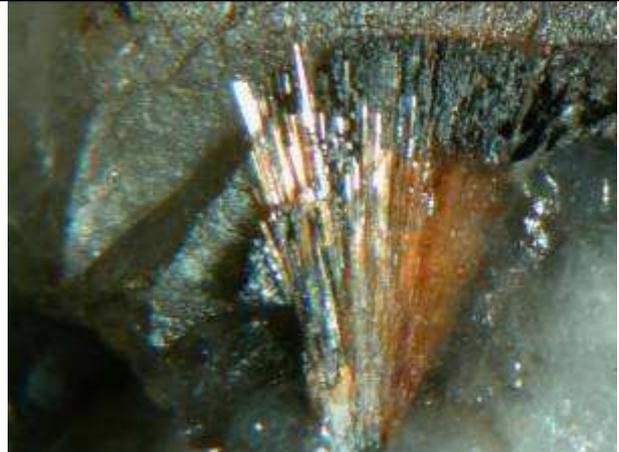
Carpholite- Bierleux, Vieux Sarts - [3 mm]



Carpholite - Bierleux, Vieux Sarts - [3 mm]



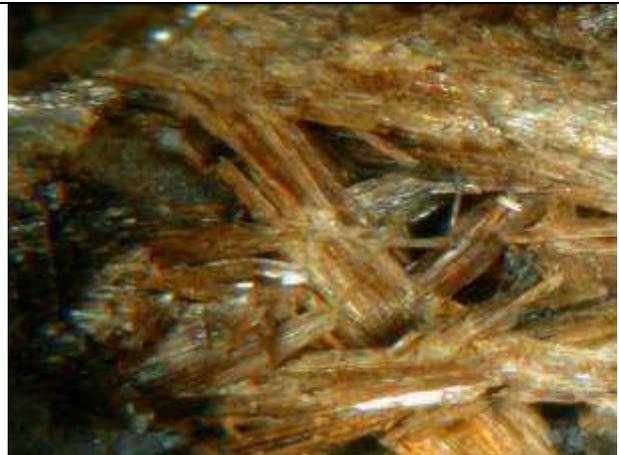
Carpholite - Bierleux, Vieux Sarts - [1 mm]



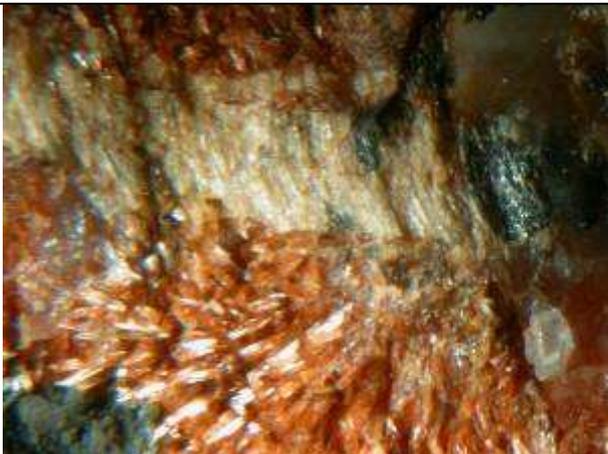
Sursassite - Les Minières - [3 mm]



Sursassite - Les Minières - [1 mm]



Sursassite - Les Minières - [1 mm]



Sursassite et ? - Les Minières - [2 mm]



Sursassite et ?- Les Minières - [4 mm]

**Carpholite**

La première description d'une occurrence belge du minéral est donnée par de Koninck (1879) où un échantillon de couleur jaune paille est signalé dans la vallée de la Lienne inférieure. Il se présentait en enduits à fibres parallèles ou en petites masses irrégulières, le plus souvent dans les parties froissées de la roche. Fransolet (1972) précise que la carpholite se présente également en filonnets irréguliers dans les phyllades rouges, en limets discontinus parallèles à la schistosité ou en rosettes fibroradiées de 7 à 10 mm de diamètre.

En fait, la carpholite est fréquente dans la vallée de la Lienne inférieure, non loin des couches de minerai de manganèse anciennement exploité.

**Bierleux**, elle est en association avec l'ardennite et contient des traces significatives de vanadium (Pasero et al, 1994). On peut encore la retrouver dans les haldes à proximité de la galerie « sous Bierleux », au lieu-dit « Vieux-Sarts » [tome1/77], [47/1-3]. La carpholite y est très belle en fibres assez épaisses d'une belle couleur jaune.

**Meuville et Xhierfomont**, Blaise (1930) la signale également :

- Sur le chemin des Minières à Meuville.
- A l'Ouest de la colline « Rouge-Thier ».
- Meuville, à l'entrée du chemin vers Chession.
- Près de la route de Meuville à Xhierfomont, à l'Est de la colline « Rouge-Thier ».

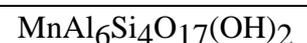
**Les Minières**, dans une ravine, à une centaine de mètres plus à l'est des vieilles haldes de la mine de Moët-Fontaine, elle se trouve en blocs erratiques. Au même endroit, d'autres blocs contiennent de la sursassite.

**Moët-Fontaine**, dans les haldes de l'ancienne mine de manganèse, des fibres de carpholite sont parfois observées dans la rhodocrosite massive.

D'autres occurrences, parfois douteuses, sont également signalées :

**(Dochamps, Odeigne, Otré et Malempré)**

Hatert (2002), reprenant Mélon (1976), lui-même l'ayant repris de Buttgenbach (1947), cite : « *Corin (1931) observa enfin des masses plus importantes dans les filonnets de quartz fortement plissés à Dochamps, Malempré, Otré et Rouge-Thier.* ». Cependant, dans l'article de Corin (1931), reprenant Stainier (1929), on lit : « *M. Stainier vient de signaler en Ardenne d'autres gisements franchement filoniens de carpholite, où le minéral est associé à la rhodonite dans les parties non oxydées de filons de manganèse de la région de Malempré, Odeigne, Dochamps.* ». L'occurrence de carpholite à Otré signalée par Hatert est douteuse ; elle n'est pas signalée par Stainier qui à la place signale une occurrence à Odeigne. Confusion entre « Otré » et « Odeigne » ? Erreur de retranscription ? Par ailleurs, les occurrences de carpholite à Malempré, Odeigne et Dochamps ne sont plus connues. Notons enfin que la « rhodonite » signalée par Corin n'est plus reprise dans les minéraux signalés en Belgique.

**Davreuxite**

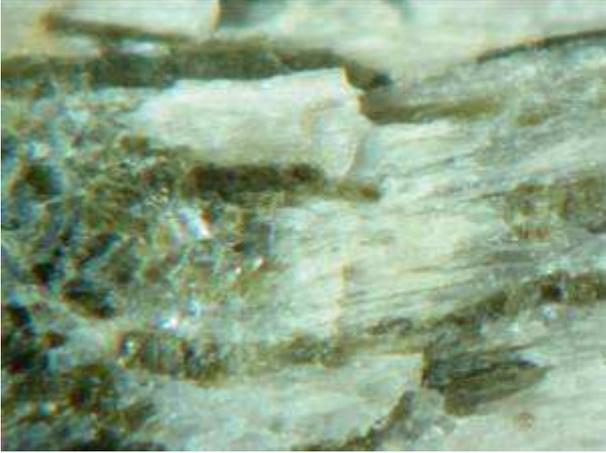
La davreuxite est un minéral découvert en Belgique au XIX<sup>e</sup> siècle et, malgré l'ancienneté de sa description, le Massif de Stavelot reste encore aujourd'hui la seule occurrence de ce minéral. A l'état frais, le minéral est fibreux, blanc d'aspect soyeux à nacré. Ces caractéristiques ont fait, qu'anciennement, on l'a appelé : « amiante d'Otré ». Tous les quelques centimètres, on observe fréquemment un clivage des fibres normalement à leur direction.

Par altération, la davreuxite se transforme en un composé blanchâtre mat s'étant avéré être de la kaolinite (Fransolet & Bourguignon, 1976 et 1978). La davreuxite est très fréquemment observée en intercroissance avec le quartz et la pyrophyllite (Fransolet et al., 1984).

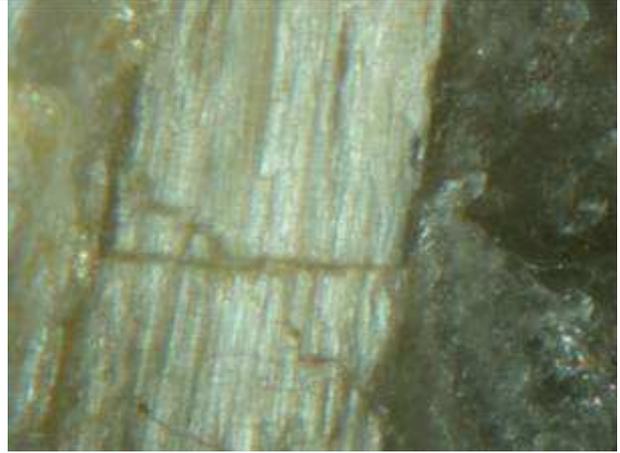
**Otré (localité-type)**, elle se trouve en plages de plusieurs dizaines de centimètres dans le gros quartz à pyrophyllite et ottrelite [tome1/17], [48/1] mais elle est relativement altérée en kaolinite (Fransolet & Bourguignon, 1978).

**Planche 48 - Davreuxite,...**

**Silicates de manganèse (3/4)**



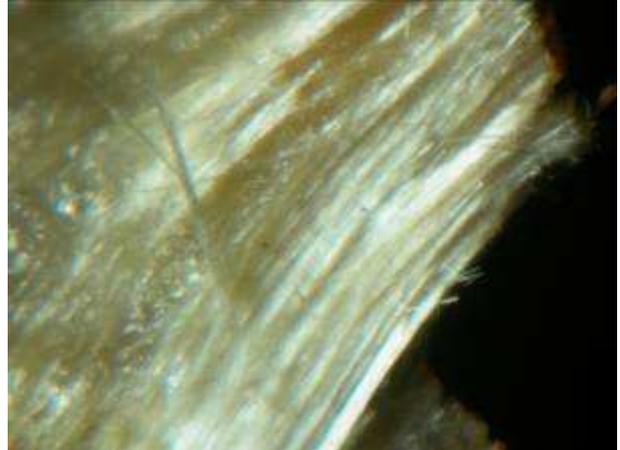
Davreuxite et ottrelite - Ottré, gisement à ottrelite [3 mm]



Davreuxite - Salmchâteau, gisement à florencite - [2 mm]



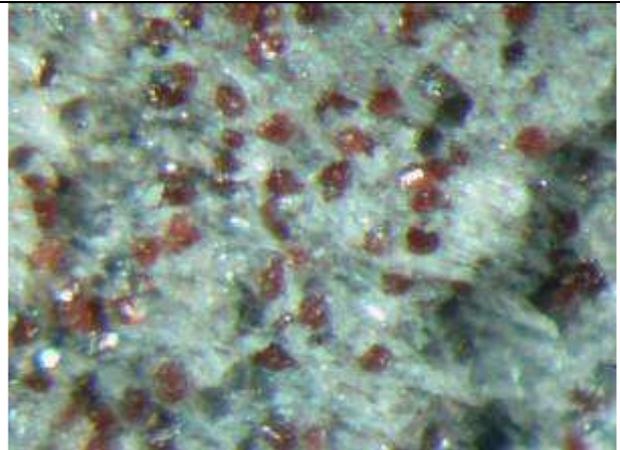
Davreuxite - Vielsalm, gisement à davreuxite [2 mm]



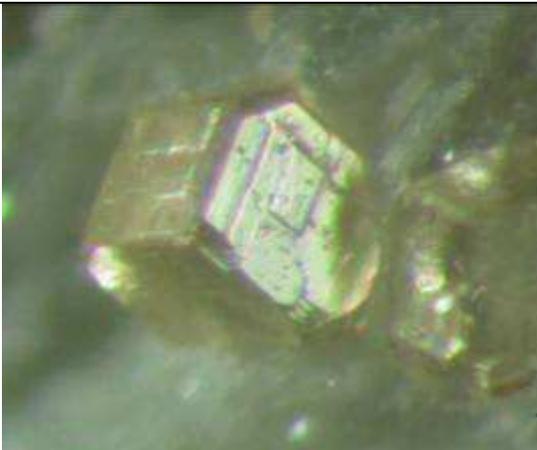
Davreuxite - Vallée de la Lienne ! - [2 mm]



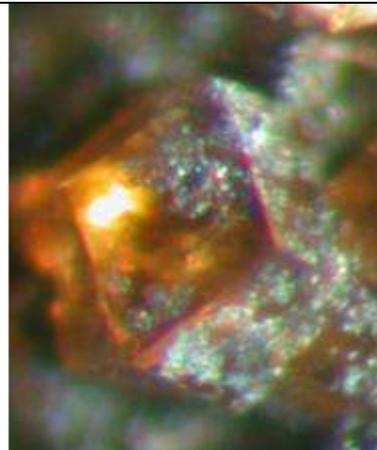
Spessartine - Salmchâteau, cresse près old rock - [0,5 mm]



Spessartine - Vielsalm, en surface - [2 mm]



Spessartine - Vielsalm, en surface - [0,5 mm]



Spessartine - Moët-Fontaine - [0,4 mm]

**Recht**, le minéral est associé au chloritoïde, à la chlorite, à l'hématite et à la pyrophyllite (Fransolet et al., 1984).

**Regné**, Corin (1929) la signale dans l'exploitation souterraine de coticule G. Jacques. Il précise notamment : « *Par altération [de l'andalousite], il se forme une masse compacte ou fibreuse de produits micacés du type de la damourite [ancien nom de muscovite] et de la davreuxite.* ». Hanson (1983) ne l'a pas retrouvée mais a pu étudier d'anciens échantillons présentant des fibres blanc mat en inclusion dans du quartz. L'analyse RX a montré que la davreuxite était pratiquement entièrement transformée en kaolinite et était accompagnée de pyrophyllite.

**Salmchâteau**, la davreuxite est observée sur la rive droite de la Salm au lieu-dit « Sart-Close ». Au gisement à florencite, signalée par Hanson (1983), elle se présente en fibres rosées isolées dans le quartz [48/2]. Des analyses RX faites à l'ULg montrent que le minéral n'est absolument pas altéré contrairement aux échantillons de Regné et d'Ottre.

Aux alentours de la galerie TCVS-3 effondrée, elle se trouve dans des gros blocs de quartz avec hématite, pyrophyllite et andalousite. On l'a également observée dans le lit de la Salm [tome1/40].

**Vielsalm**, en surface, dans un terril au nord-est du gisement à wardite, elle se présente en fibres dans des quartz rosés et y est d'une fraîcheur remarquable [tome1/58] [48/3]. Son aspect est nacré et sa teinte est légèrement verdâtre. Elle est associée à de rares petits cristaux de sudoite [51/1-2] et à de l'andalousite verte (Van Der Meersche, Mineralcolor 2000/41-42).

**Vallée de la Liègne ?** Un échantillon associé au phyllade rouge caractéristique m'a été remis comme provenant de Moët-Fontaine [48/4]. Cependant, aucune autre trouvaille ne conforte cette observation. Cette occurrence doit donc être considérée avec une certaine réserve.

<b>Kanonaite</b>	(Mn,Al)AlSiO <sub>5</sub>
------------------	---------------------------

Structurellement très proche de l'andalousite (Al<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub>), la kanonaite s'en distingue par le remplacement d'un atome d'aluminium par un atome de manganèse ; le membre final répondant à la formule MnAlSiO<sub>5</sub>. La kanonaite et l'andalousite forment des solutions solides entre elles, ce qui est le cas le plus fréquent. La kanonaite est un minéral rare seulement connu dans quelques autres localités mondiales. Ce minéral qualifié anciennement de « viridine » [andalousite riche en manganèse] avait néanmoins été remarqué quant à ses caractéristiques spéciales et avait été appelé également « Gosseletite ».

**Salmchâteau**, au lieu-dit « Coreux », dans les phyllades à « viridine », le minéral contient 88% du membre final kanonaite (MnAlSiO<sub>5</sub>), ce qui correspond aux phases les plus pures trouvées à ce jour au niveau mondial. Le nom « viridine » désignait anciennement la kanonaite et il est peut-être regrettable que ce nom n'ait pas été conservé pour désigner le minéral. Les porphyroblastes se présentent de trois façons différentes : soit ils sont constitués entièrement de kanonaite, soit ils contiennent un cœur de kaolinite produite par altération d'andalousite, soit enfin ils contiennent un cœur de kanonaite entouré d'une enveloppe de kaolinite elle-même entourée d'une couche de kanonaite. Les zones les plus riches en kanonaite se trouvent dans les parties externes des cristaux. Leur couleur est verte « émeraude » à noire [49/7-8], (Kramm, 1979).

Dans ce gisement, la kanonaite est notamment associée à la braunite, la chlorite, la gahnite et à quelques oxydes de manganèse (Van Der Meersche, Mineralcolor 2002/11-12). Par ailleurs, il est remarquable de constater une association minérale semblable dans la localité-type, Kanona en Zambie où la kanonaite est également associée à la braunite, la chlorite, la gahnite et à de la coronadite (oxyde de manganèse et de plomb) (d'après le site internet « mindat »), [tome1/37].

**Bihain**, dans la roche blanche à inclusions d'ottrelite pure, des cristaux d'andalousite présentent en leur centre des teneurs importantes de manganèse formant ainsi jusqu'à 12% de kanonaite (Theye & Fransolet, 1994). Il s'agit en fait de solution solide de kanonaite (minoritaire) et d'andalousite (majoritaire).

**Ottre, Regné et Vielsalm**, l'andalousite signalée par Mélon et al (1976) comme « viridine » vert bleu pléochroïque est considérée par Hatert (2002) comme kanonaite. En fait, dans ces localités, la kanonaite forme, comme à Bihain, des solutions solides avec l'andalousite.

### Ottrelite



L'ottrelite et le chloritoïde s.s. (sensu stricto) font partie du groupe des chloritoïdes. L'ottrelite est le membre riche en manganèse  $\text{Mn}^{++}$  alors que c'est l'ion  $\text{Fe}^{++}$  qui domine dans le chloritoïde s.s.

Dans l'ancienne édition des minéraux de Belgique, (Mélon, J. Bourguignon, P. & Fransolet, A.-M. 1976) on pouvait lire : « *Parmi les chloritoïdes, l'ottrelite domine nettement en Belgique* ». Or, des travaux récents (Theye, T. & Fransolet, A.-M. 1994) semblent montrer que l'ottrelite est beaucoup moins abondante que signalée anciennement. Selon ces auteurs, peu d'échantillons considérés anciennement comme ottrelite tombent en réalité dans le domaine manganeux des chloritoïdes. Bien souvent, il ne s'agit que de chloritoïdes s.s. (sensu stricto) avec parfois de petites quantités de manganèse mais insuffisantes que pour pouvoir les qualifier d'ottrelite.

Le minéral a été signalé à Bihain, dans la Lienne, à Ottre et à Salmchâteau.

**Bihain**, l'ottrelite a été trouvée en minuscules inclusions de l'ordre de seulement 50  $\mu\text{m}$  dans de l'andalousite plus ou moins pseudomorphosée en minéraux micacés blancs constitués de muscovite et de paragonite en mélange intime. Cette ottrelite est très proche du pôle manganeux du groupe des chloritoïdes (Theye, T. & Fransolet, A.-M. 1994).

**Dans la Lienne**, l'ottrelite est observée en grain détritique dont la composition chimique est proche de la formule idéale (Hatert 2002, d'après Bustamante, 1993).

**Ottre, (localité-type)**, au fameux gisement de pyrophyllite et de davreuxite d'Ottre, les chloritoïdes verts initialement décrits par de Rauw en 1911 sont de l'ottrelite. Au contact du quartz, l'ottrelite de couleur vert pistache forme des amas d'écailles à éclat brillant, un peu adamantin sur le clivage très facile. Les écailles peuvent atteindre 3 à 4 mm. Des veinules dans la roche complètement transformée en agrégats d'ottrelite sont comblées de dickite blanc crème dans laquelle baignent des cristaux d'ottrelite constitués par l'empilement de tablettes très fines limitées par des plans de clivages peu faciles à 120° environ. Cette morphologie entraîne la formation de « faces » courbes ou des structures en escalier (Fransolet, 1978).

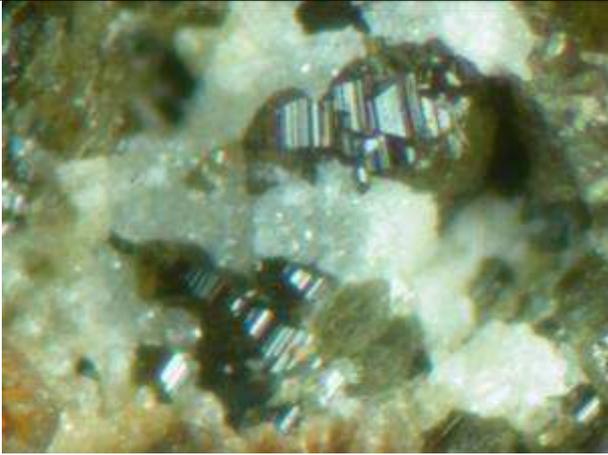
Aux épontes du filon, la roche verte peut être qualifiée d'ottrelite. Dans les veinules millimétriques traversant cette roche, on peut observer des cristaux limpides d'ottrelite accompagnés de sudoite (de Bethune & Fransolet, 1986), [tome1/16], [49/1-2].

**Salmchâteau**, au gisement de florencite, le minéral décrit par Van Der Meersche (2002/13-14) a été analysé par M. Deliens (IRScNB, Bruxelles). Il est observé en cristaux idiomorphes millimétriques vert pistache, presque noir [49/3-4]. Hanson (1983) précise que l'ottrelite a recristallisé sur des noyaux de chloritoïde au contact du filon de quartz et de ses apophyses.

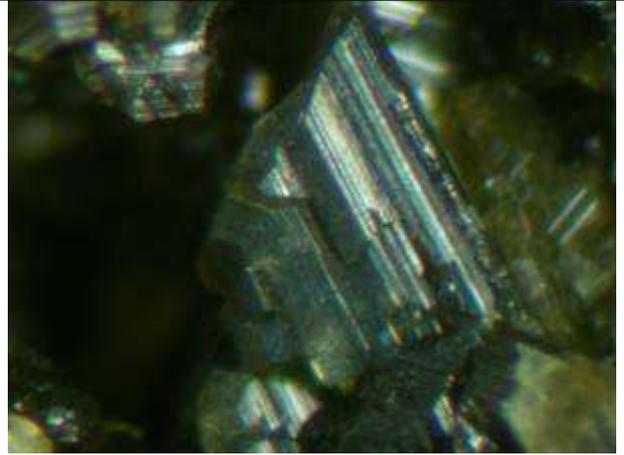
**Vielsalm**, en surface, sur le terail Pignon, quelques beaux cristaux ont pu être observés [49/5-6].

**Planche 49 - Ottrelite,...**

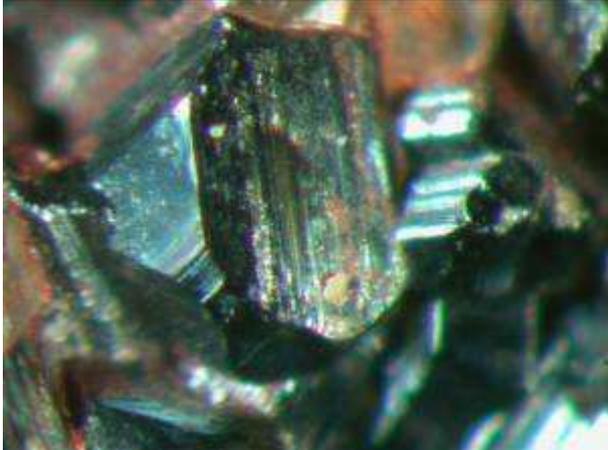
**Silicates de manganèse (4/4)**



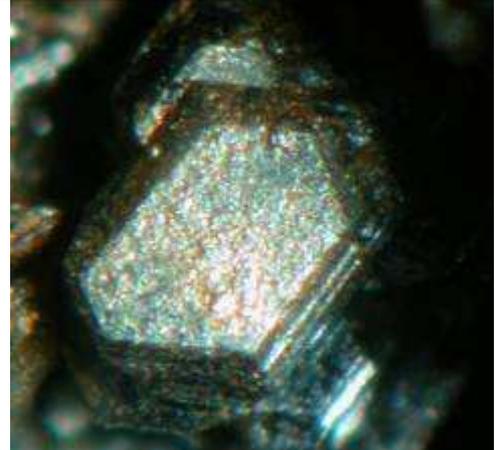
Ottrelite - Ottré, gisement à ottrelite [4 mm]



Ottrelite - Ottré, gisement à ottrelite - [2 mm]



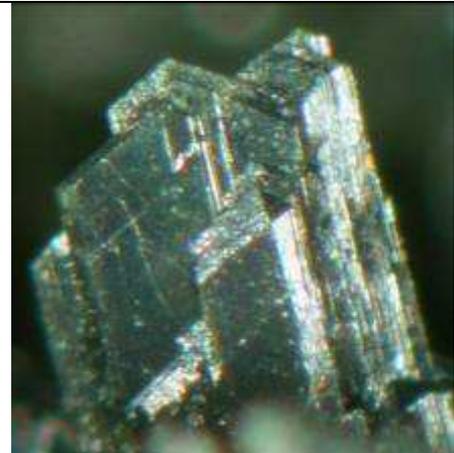
Ottrelite - Salmchâteau, gisement à florencite - [0,5 mm]



Ottrelite - Salmchâteau, gisement à florencite [1 mm]



Ottrelite - Vielsalm, terril Pignon [1 mm]



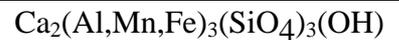
Ottrelite - Vielsalm, terril Pignon - [0,5 mm]



Kanonaite - Salmchâteau, le Coreux [1 mm]



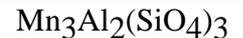
Kanonaite - Salmchâteau, le Coreux - [1 mm]

**Piemontite**

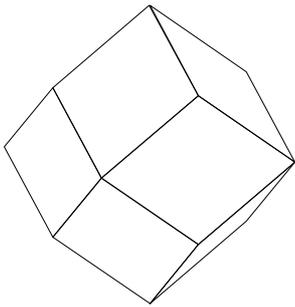
La piemontite appartient au groupe des épidotes.

**Minerai de manganèse de la Lienne inférieure**, Hatert (2002) précise que la piemontite aurait été observée par Schreyer, (1986) en association avec spessartine et kutnohorite. Elle aurait été observée notamment dans les haldes de Moët-Fontaine (A. Hanson, comm. pers.).

**Salmchâteau**, au Coreux, dans les phyllades à kanonaite, la piemontite se trouve accessoirement dans des niveaux de pélitoschistes (Herbosch, 1967). Kramm (1979) précise qu'elle renferme des quantités appréciables de terres rares (La, Pr, Nd).

**Spessartine**

Pôle manganésifère des grenats almandins, la spessartine est très fréquente dans le Salmien du Massif de Stavelot. Il s'agit d'un minéral typique du métamorphisme qui a affecté les roches du Massif de Stavelot. La spessartine est également le constituant essentiel du coticule, cette pierre à aiguiser naturelle extraite depuis des siècles dans la région. C'est d'ailleurs grâce à la finesse de ses cristaux de spessartine (taille inférieure à 10 micromètres) que le coticule doit ses caractéristiques abrasives. La spessartine renferme par ailleurs une quantité non négligeable de manganèse, de l'ordre de 33% en masse, ce qui a notamment conduit à estimer, à une certaine époque, l'intérêt d'utiliser les déchets de coticule comme minerai pauvre de manganèse. Il n'est bien sûr pas possible de signaler toutes les occurrences de ce minéral (il faudrait citer toutes les localités du Massif de Stavelot) et nous ne citerons donc que quelques localités où le minéral s'exprime particulièrement bien. Précisons cependant que les cristaux sont généralement fort petits.



**Minerai de manganèse de la Lienne inférieure**, la spessartine est associée à la rhodocrosite, parfois aussi à la chlorite. Elle se présente en petits cristaux orange, généralement inférieurs à un millimètre (Berger, 1965), [tome1/78], [48/8].

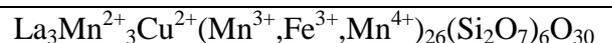
**Salmchâteau**, au filon de cuivre, la spessartine se présente dans une roche formée essentiellement de mica blanc à éléments très fins. Les cristaux, aux faces plus ou moins arrondies montrent la forme du dodécaèdre rhomboïdal et peuvent avoir des tailles supérieures à 2 mm. Leur couleur est généralement brun orange [tome1/42], (Buttgenbach, 1922).

Dans les quartz à ardennite, la spessartine est parfois observée en cristaux rouge brun à brun violet aux formes très nettes. La spessartine est également observée dans les pseudocoticules de la rive gauche de la Salm [48/5], (Van Der Meersche, Mineralcolor 2000/11-12).

**Vielsalm**, la spessartine est un constituant fréquent des roches.

Dans le Salmien moyen Sm2, dans la galerie « Roquèves », elle se présente en minuscules cristaux rouges dans le phyllade violet [48/6], parfois aussi on l'observe en cristaux presque incolores [48/7]. Dans les pseudocoticules, elle se présente parfois en cristaux millimétriques orange (Van Der Meersche, Mineralcolor 1999/11-12).

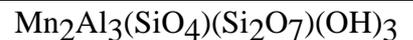
Dans le Salmien supérieur Sm3, on observe parfois des plages centimétriques constituées de cristaux millimétriques arrondis formant de véritables « grenatites ». Certains de ces échantillons sont localement parcourus de veinules de bornite [6/6]. Signalons également l'abondance des grenats et des mouchetures de chalcocite dans la roche encaissant le filon de quartz à tellurobismuthite de la carrière Georges Jacques.

**Stavelotite-La**

**Salmchâteau**, au Coreux, la stavelotite-La est un minéral récemment identifié (IMA 2004-014) et la publication le décrivant a été disponible peu après la parution du tome 1 (Bernhardt, H.J. et al., 2005).

Ce nouveau minéral a été reconnu dans le bloc de quartz où avaient déjà été observées des fines aiguilles de Hollandite/strontiomelane. La stavelotite-La est noir opaque avec un lustre métallique et forme des plages arrondies à rectangulaires de diamètre variant de 10 à 160 µm.

## Sursassite



**Les Minières, vallée de la Lienne inférieure**, la sursassite ne se trouve pas en place mais seulement dans des blocs de quartz épars dans une ravine, à une centaine de mètres à l'est des haldes de l'ancienne mine de manganèse de Moët-Fontaine. Le minéral est fibreux, de couleur brun à rouge brun et présente parfois des cristaux aciculaires dans les cavités du quartz. Il est généralement associé à un mica de couleur brune qui mériterait très certainement une analyse [tome1/77], [47/4-8].

Des analyses récentes faites en 2003 par Uwe Kolitsch de l'Université de Vienne sur des échantillons provenant du hameau « Les Minières » (Vallée de la Lienne inférieure) ont révélé la présence de la sursassite. (Diffractométrie RX, confirmée par EDS). Le radiogramme est signalé fort proche de la sursassite de la mine de Varenche (Val d'Aoste, Italie). Merci à Marco Ciriotti (Italie) pour avoir fait analyser ces échantillons.

Un autre RX réalisé un peu plus tard par M. Deliens (IRScNB) a confirmé le diagnostic.

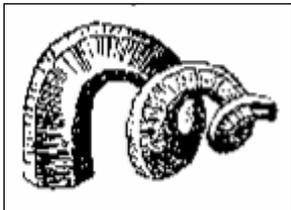
## 2. Les aluminosilicates phylliteux

Les minéraux phylliteux sont représentés par trois groupes importants (Chlorites, Kaolinites, Micas) et la pyrophyllite.

### 2.1. Le groupe des Chlorites

Les chlorites sont un groupe de minéraux répondant à la formule générale  $\text{A}_{4-6}\text{Z}_4\text{O}_{10}(\text{OH},\text{O})_8$  avec, dans le Salmien du Massif de Stavelot,  $\text{A} = \text{Al}, \text{Fe}, \text{Li}, \text{Mg}$  et  $\text{Z} = \text{Al}$  et  $\text{Si}$ .

Dans le salmien du Massif de Stavelot, le groupe est représenté par la clinochlore, la chamosite, la cookeite, la pennantite et la sudoite.



L'aspect en « tortillon » est assez fréquent.

(Schéma extrait de "Atlas der krystallformen" de Viktor Goldschmidt, 1914)

## (Amesite)



L'amesite est une chlorite magnésienne.

**Salmchâteau**, au Coreux, dans des niveaux de pélitoschistes localisés dans les phyllades à kanonaite, elle est signalée par Herbosch (1967) en petits phénoblastes dépourvus d'inclusions opaques. Par contre, Kramm (1979) signale que les chlorites de ce gisement sont non seulement riches en magnésium mais aussi en aluminium : elles appartiennent donc au groupe de la clinochlore ; ce que confirment les travaux de Schreyer et al. (2001). L'occurrence d'amesite est donc douteuse.

## Chamosite



La chamosite forme une série avec la clinochlore ; cette dernière étant cependant mieux représentée dans le Massif de Stavelot (Hatert, 2002). Des analyses chimiques ont montré la présence de chamosite dans certains échantillons de la bordure Sud du Massif de Stavelot (Kramm, 1973).

**Les Minières, vallée de la Lienne inférieure**, dans une ravine non loin des anciennes haldes de Moët-Fontaine, un échantillon constitué de petites boules blanches avec clivage facile s'est avéré être une chlorite (RX, Deliens 2003). Il s'agit probablement de chamosite. Cette chlorite était posée sur des oxydes de manganèse noir. Des échantillons de cette localité, particulièrement riches en manganèse ont cependant été reconnus être de la pennantite (Schreyer et al, 1986, cité par Hatert, 2002).

La clinochlore est la chlorite la plus abondante du Massif de Stavelot et est un des principaux minéraux formés par le métamorphisme ayant agi sur les roches du Salmien. Sa composition chimique varie cependant largement. Ainsi, on trouve des clinochlores enrichies en fer, pouvant conduire dans certains cas à de la chamosite. De même, on trouve des clinochlores enrichies en manganèse, pouvant conduire dans certains cas à de la pennantite. La clinochlore est généralement de couleur verte assez foncée. Il n'est pas possible de signaler toutes les occurrences de ce minéral, tant il est répandu et nous ne citerons que quelques localités où le minéral s'exprime bien.

**Minerai de manganèse de la Lienne inférieure**, la clinochlore est généralement associée à la rhodocrosite et est de couleur verte (Berger, 1965).

**Les Minières**, vallée de la Lienne, la chlorite contient des quantités significatives de manganèse à tel point que quelques échantillons peuvent être considérés comme des pennantites. La détermination n'est cependant possible que par analyse chimique (Schreyer et al, 1986, cité par Hatert, 2002).

**Bihain**, au gisement de vantasselite, la clinochlore a une couleur vert pâle et est souvent recouverte d'enduits brunâtres (Fransolet, 1987).

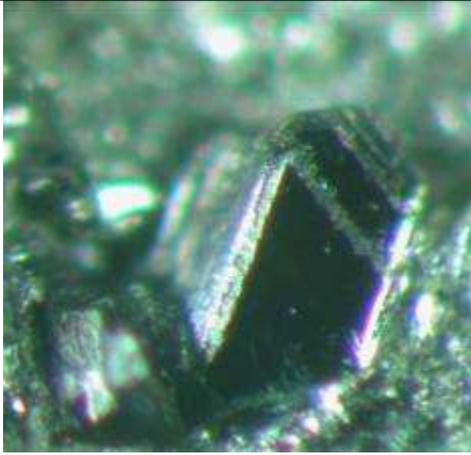
**Ottre**, dans la carrière en activité, plusieurs filons de quartz peu épais abritent une association hematite-chlorite. La chlorite est proche de la « ripidolite » (terme ancien désignant une clinochlore riche en fer) (Fransolet, 1979).

**Salmchâteau**, au gisement à florencite, elle est associée à la turquoise [50/5].

**Vielsalm**, la clinochlore est très fréquente dans toutes les paragenèses. Parfois, on peut l'observer en cristaux recouverts de malachite [50/1-4] (Van Der Meersche, Mineralcolor 1992/5-6).

## Planche 50 - Chlorites

## Silicates phylliteux (1/3)



Chlorite (clinocllore) - Vielsalm, Bor1 - [0,4 mm]



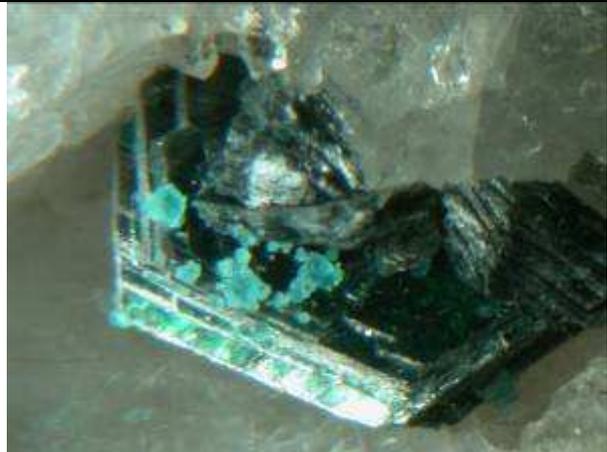
Chlorite (clinocllore) - Vielsalm, Joanneses - [1 mm]



Chlorite (clinocllore) - Vielsalm, Continars - [0,5 mm]



Chlorite (clinocllore) - Vielsalm, gis. wardite - [4 mm]



Chlorite (clinocllore), turquoise - Salmchâteau, - [1 mm]



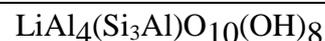
Chlorite (sidoite) - Ottré, gisement à ottrélite - [3 mm]



Chlorite (sidoite ?)- Salmchâteau, galerie TCVS-1 - [1 mm]



Chlorite (sidoite ?) - Salmchâteau, galerie TCVS-1 - [1 mm]

**Cookeite**

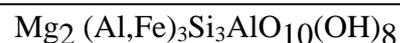
La cookeite est une chlorite riche en lithium.

**Nord de Fraiture** (le gisement est en fait situé sur la commune de Lierneux), la cookeite se présente en petites lamelles millimétriques de couleur blanche à l'éclat nacré dans des quartz épars, veinés de pyrolusite (Gustine, 2002). Un oxyde de manganèse noir est également observé. Avec une telle abondance du lithium, il pourrait s'agir de lithiophorite [51/3].

**Pennantite**

La pennantite est une chlorite riche en manganèse.

**Les Minières, vallée de la Lienne inférieure**, des échantillons contiennent une quantité juste suffisante en manganèse pour qu'on puisse les considérer comme des pennantites. La détermination n'est cependant possible que par analyse chimique (Schreyer et al, 1986, cité par Hatert, 2002) [51/4-5].

**Sudoite**

La sudoite est une chlorite magnésienne caractéristique d'un degré de métamorphisme de faible degré. Elle constitue un minéral secondaire dérivant d'une réaction chimique entre l'andalousite et la clinochlore (Kramm 1980).

**Bierleux**, la sudoite est associée à la muscovite, à la carpholite et à l'ardennite (Pasero et al, 1994).

**Ottre**, au gisement de davreuxite et de pyrophyllite, la sudoite est associée aux roches vertes à ottrelite, aux épontes du filon. Elle se présente en agrégat vert pâle et en grandes paillettes en éventail dans les veinules de quartz millimétrique où se trouvent également des cristaux d'ottrelite parfaitement limpide [50/6] (Fransolet & Bourguignon, 1978), (de Bethune & Fransolet, 1986).

**Recht**, dans une ancienne carrière à l'Est de Recht, elle se présente en cristaux inférieurs à un millimètre en association avec des micas au voisinage de l'andalousite (Hanson, 1983).

Elle était déjà soupçonnée par Corin (1934) qui signalait une altération de l'andalousite en muscovite et en une chlorite blanche du type de la « leuchtenbergite » (variété de clinochlore)

**Regné**, la sudoite se trouve dans les déchets des anciennes exploitations de coticule (Fransolet & Bourguignon, 1978). Elle est associée à une veine de quartz minéralisé en andalousite et pyrophyllite dans lequel des lamelles d'un millimètre sont parfois observées autour de l'andalousite. De plus, en bordure du filon, une zone verte discontinue et irrégulière forme une roche appelée « cornéenne » par Corin (1929). Celle-ci s'est avérée être constituée presque entièrement de sudoite. Sous cet aspect, elle semble fréquente dans les parties du filon pauvre en andalousite mais riche en hématite (Hanson, 1983).

**Salmchâteau**, la sudoite a été reconnue à plusieurs endroits.

Dans les déblais de l'ancienne ardoisière du Coreux (aujourd'hui, exploitation « Old Rock »), dans un échantillon de quartz filonien à andalousite jaune verdâtre, une chlorite magnésienne forme le dernier stade de la cristallisation. Elle forme également la salbande du filon (Theunissen 1970). La description de cette chlorite correspond à la sudoite.

Au gisement à florencite, un échantillon bien cristallisé en tortillons presque blancs s'est révélé être, après analyse, de la sudoite (Deliens, IRScNB 2003). Dans ce gisement, elle est parfois observée en inclusions dans des cristaux de quartz limpide.

Un peu plus haut, dans la galerie TCVS-1, elle se trouve associée à la wavellite, la turquoise et des phosphates de terres rares. Elle s'y présente en belles boules souvent brunes en surface [50/7-8].

**Sart-Lierneux**, au « thier del preu », la sudoite est associée à l'andalousite et à la pyrophyllite, comme à Salmchâteau (Hatert, 2002).

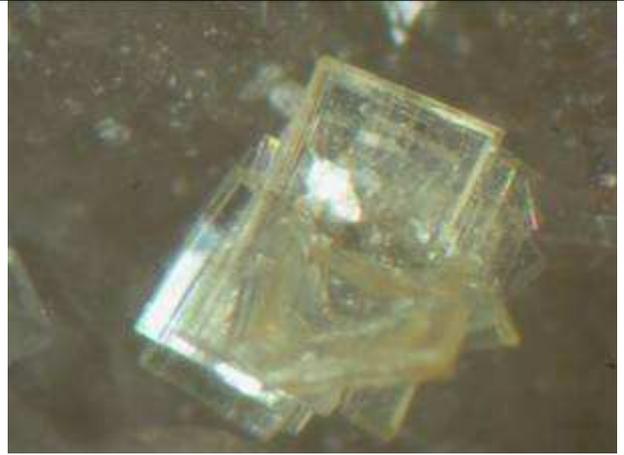
**Vielsalm**, dans la zone à davreuxite, la sudoite se présente en beaux cristaux ou groupements dans un quartz rosé [51/1-2].

## Planche 51 - Chlorites,...

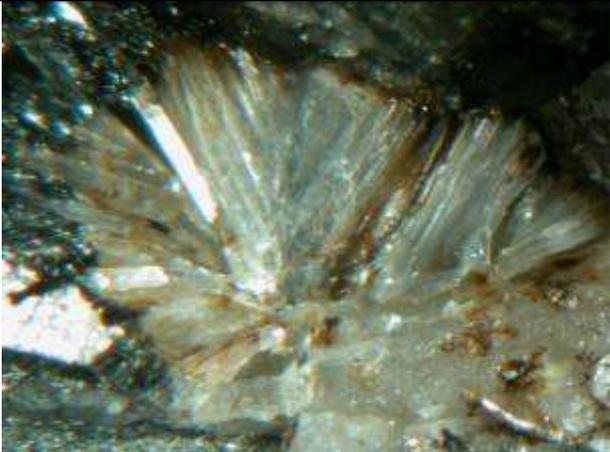
## Silicates phylliteux (2/3)



Chlorite (sudoite ?) - Vielsalm, zone à davreuxite - [1 mm]



Chlorite (sudoite ?) - Vielsalm, zone à davreuxite - [0,5 mm]



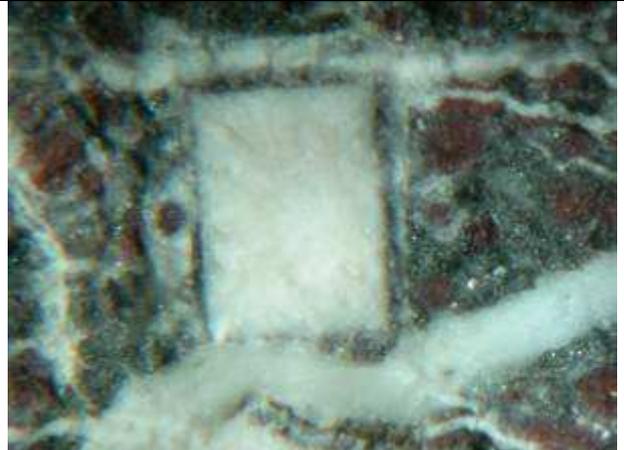
Chlorite (Cookeite) - Fraiture - [2 mm]



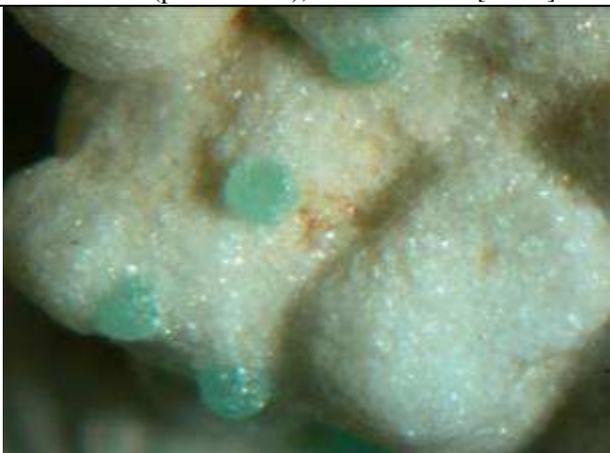
Chlorite (pennantite ?) - Les Minières - [2 mm]



Chlorite (pennantite ?), Les Minières - [1 mm]



Kaolinite - Vielsalm, zone à davreuxite - [5 mm]



Dickite et turquoise - Salmchâteau, gis. florencite - [4 mm]



Dickite et turquoise - Salmchâteau, gis. florencite - [4 mm]

## 2.2. Le groupe des Kaolinites-serpentine

Dans le Salmien du Massif de Stavelot, le groupe est représenté par la dickite et la kaolinite. Ces deux minéraux sont parfois mélangés ensemble et seule une analyse permet de les différencier.

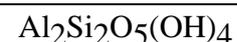
<b>Dickite</b>	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$
----------------	---------------------



**Ottre**, au gisement de davreuxite, elle s'observe en petites masses ou en veinules blanc laiteux à blanc crème, saccharoïdes et finement pailletées. Le minéral y est intimement associé à l'ottrelite (Fransolet & Bourguignon, 1978).

**Salmchâteau**, au gisement de florencite, la dickite forme des petites écailles blanches microscopiques et son aspect est très comparable aux échantillons d'Ottre. Elle se trouve généralement en remplissage fragile et pulvérulent dans des cavités entre petits cristaux de quartz dans les veines de quartz non loin des épontes riches en ottrelite. La dickite est souvent associée à une chlorite blanche (sудоite) et à des petites boules de turquoise verte ou bleue [51/7-8]. Le minéral a été analysé par diffraction des RX (Fransolet, ULG, 1995).

<b>Kaolinite</b>	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$
------------------	---------------------



La kaolinite est un minéral argileux fréquent dans le massif de Stavelot. Elle est considérée comme un terme final de l'altération de l'andalousite et de la pyrophyllite. Il était parfois appelé anciennement « Lohestite ». C'est un minéral fréquent peu spectaculaire devant être présent en de très nombreuses localités. Nous en citons quelques-unes.

**Bihain**, la kaolinite est reconnue aux anciennes minières de manganèse (Gustine, 2002).

**Ottre**, dans le gisement à ottrelite, davreuxite et pyrophyllite, de Rauw (1911) a constaté des agglomérats de « kaolin » entre les cristaux d'ottrelite verte. Fransolet & Bourguignon (1978) ont cependant montré la prédominance de la dickite à cet endroit. De même, la davreuxite de ce gisement est très altérée et est souvent recouverte d'un produit blanchâtre, mat qui s'avère être de la kaolinite. Dans la carrière en activité, elle forme des petites masses remplissant des veinules de quartz qui recourent des niveaux de coticule (Fransolet & Bourguignon, 1978).

**Regné**, dans un filon de quartz à andalousite et pyrophyllite, elle se forme exclusivement à l'interface andalousite-pyrophyllite. De plus, la davreuxite est fortement altérée et presque entièrement transformée en kaolinite (Hanson, 1983).

**Recht**, dans une ancienne carrière à l'Est de Recht, elle se trouve à l'interface entre l'andalousite et la pyrophyllite. Elle est souvent tachée par un pigment brun responsable de la coloration externe des andalousites (Hanson, 1983).

**Sart-Lierneux**, elle est reconnue dans les carrières du thier del Preu (Gustine, 2002).

**Salmchâteau**, elle est assez fréquente.

Dans les filons de quartz à ardennite, elle est associée aux cristaux d'ardennite (Semet & Moreau, 1965). Sur les haldes de l'ardoisière du Coreux (« old rock » aujourd'hui), elle se présente en lamelles blanches parfois épaisses emballant des lamelles vert bouteille de chlorite magnésienne (Fransolet & Bourguignon, 1978). Au Coreux, dans les phyllades à kanonaite, elle forme un cœur blanchâtre au milieu de certains porphyroblastes de kanonaite (Kramm, 1979).

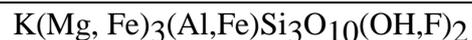
**Vielsalm**, au tier des carrières de Cahay, dans la carrière « Meyer », le minéral remplit des cavités polygonales de dimension centimétrique. Un échantillon de ce type a été analysé par RX (Deliens, IRScNB 2003) confirmant ainsi l'occurrence. La kaolinite de ce gisement est typiquement un produit de transformation d'andalousite dont la forme cristalline est d'ailleurs bien conservée.

De la même manière, au gisement à davreuxite, on la trouve également comme un produit de remplacement de l'andalousite [51/6]. Elle semble également présente en veinules millimétriques dans le quartz broyé près du miroir de la grande faille, notamment entre l'exploitation « Continars » et l'exploitation « Joannesses ». Aucune analyse n'a cependant confirmé cette occurrence. Signalons également la présence de paillettes blanches en association avec la langite et la brochantite dans un filon minéralisé en sulfures de la galerie « Joannesses ». Aucune analyse n'a cependant été réalisée.

### 2.3. Le groupe des Micas

Les micas forment un groupe de minéraux caractérisés par un clivage parfait et des cristaux pseudohexagonaux. Leur formule générale est du type  $XY_{2-3}Z_4O_{10}(OH,F)_2$  avec, dans le Massif de Stavelot,  $X = K, Na$ ,  $Y = Al, Fe, Mg, Li$  et  $Z = Al, Si$ . Le groupe est représenté par la biotite, la glauconite, l'illite, la lepidolite, la muscovite et la paragonite.

#### « Biotite »



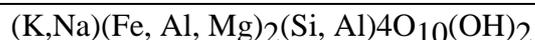
La biotite désigne aujourd'hui un nom de série pour des micas sombres sans lithium. Aucune analyse fine n'ayant été réalisée sur les échantillons belges, il n'est pas possible de donner plus de précision sur ces minéraux. La formule chimique ci-dessus est reprise de Hatert (2002).

**Recht**, dans une ancienne carrière à l'ouest de Recht, des filonnets de quartz de 5cm renfermant de l'albite contiennent à leurs épontes des cristaux de biotite pouvant atteindre des dimensions de 0,5 cm (Hanson, 1983).

**Regné**, le minéral est simplement signalé par Hatert (2002).

**Salmchâteau**, le long du chemin de fer, à une trentaine de mètres au nord du viaduc, le troisième filon de quartz contenait à sa base une poche d'ardennite et le phyllade à son contact était imprégné d'ardennite et de biotite (Corin, 1968). Le minéral se présente en lamelles brunes à un seul clivage formant la zone foncée du phyllade au voisinage du filon à ardennite (Corin, 1927).

#### Glauconite



**Chevron**, dans un sondage, la glauconite a été reconnue dans les quartzites inférieurs à la couche de manganèse exploitée (Berger 1965).

#### “Illite”



L'illite est retenue comme une espèce valide par Hatert (2002) ; la formule ci-dessus est reprise de cette source. Mandarino (2004) la considère par contre plutôt comme un nom de série appartenant au groupe des micas.

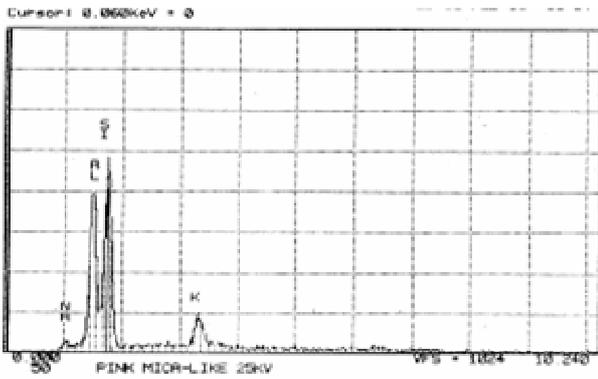
**Bihain**, elle se présente en filonnets dans les phyllades (Hatert, 2002).

#### Muscovite



**Minerai de manganèse de la Lienne inférieure**, la muscovite est localisée dans les minces lits phylladeux soulignant la stratification du minerai (Berger, 1965).

**Bihain**, au gisement de vantasselite, la muscovite est teintée en brun par les oxydes de fer (Fransolet, A.-M. 1987). Par ailleurs, la roche blanche à inclusions d'ottrelite très pure est principalement constituée d'un mélange de muscovite et de paragonite (Theye, 1994).



Aux minières, un mica rose est observé dans les quartz. Arbitrairement, on l'a qualifié d' « alurgite », variété de muscovite riche en manganèse. Ce minéral remplit des petites cavités du quartz ou forme des veines d'épaisseur parfois centimétrique. Une analyse EDAX a seulement mis en évidence les éléments Si, Al, K et Na, par ordre d'importance. Le manganèse n'a donc pas été constaté ; il ne doit donc pas s'agir de la variété alurgite. D'où vient donc la coloration de ce minéral ? Le lithium ne pourrait-il pas en être responsable ? Le lithium est en effet abondant à cet endroit, notamment dans la lithiophorite. Des analyses complémentaires devraient certainement être envisagées [tome 1/14].

**Ottre**, au gisement de pyrophyllite et de davreuxite, la muscovite constitue, avec la chlorite, la matrice des roches au contact du filon à pyrophyllite (de Bethune & Fransolet, 1986).

**Recht**, dans une ancienne carrière à l'Est de la localité, la muscovite est mêlée à la paragonite aux épontes de filons de quartz, dans les liserés de chlorite et dans les couronnes de réaction autour des andalousites (Hanson, 1983).

**Regné**, la muscovite est signalée comme étant un produit d'altération sur des cristaux d'andalousite vert pâle (Corin, 1929).

**Salmchâteau**, la muscovite est observée en de nombreux endroits.

Au filon de cuivre, la présence de muscovite est connue depuis longtemps où elle se présente en belles lamelles centimétriques dans une grosse veine de quartz. (Anciennement appelé « quartz à damourite ») [tome1/42], [52/6]. Au gisement à florencite, elle forme des lamelles nacrées associées à la chlorite et à l'ottrelite. (Hanson, 1983). Dans les quartz à ardennite, on observe un minéral micacé vert connus sous le nom de « fuchsité » [tome 1/34], [52,8], variété chromifère verte de muscovite, mais aucune confirmation de la présence de chrome n'a été réalisée à ce jour. Au Coreux, dans les phyllades à kanonaite, elle se trouve dans des minces niveaux quartzeux des phyllades (Herbosch, 1967). Kramm (1979) précise qu'elle est associée à la paragonite et qu'elle contient beaucoup de fer et de manganèse ; ce dernier élément étant sans doute responsable de la coloration rose des micas en donnant la variété « alurgite » [tome 1/37], [52/7]. Enfin, au même gisement, dans le quartz à hollandite/strontiomelane et braunite, des petites plages micacées blanches se sont révélées être de la muscovite très pure contenant un peu de baryum (Schreyer et al., 2001).

**Vielsalm**, dans la galerie « Roqueyes », elle est associée à des oxydes de manganèse et des petits cristaux de wardite (A.Hanson, comm.pers.).

### Paragonite



La paragonite et la muscovite sont souvent intimement associées dans des roches blanches, souvent en pseudomorphoses d'andalousite.

**Bihain**, la paragonite est, avec la muscovite, un des constituants majeurs de la roche blanche dans laquelle se trouvaient des inclusions d'ottrelite très pure (Theye & Fransolet, 1994).

**Recht**, dans une ancienne carrière à l'Est de la localité, la paragonite est mêlée à la muscovite aux épontes de filons de quartz, associé au liseré de chlorite ou bien présente dans les couronnes de réaction autour des andalousites (Hanson, 1983).

**Regné**, la paragonite est reconnue avec la muscovite dans un filon de quartz à andalousite et pyrophyllite (Hanson ; 1983).

**Vielsalm**, la paragonite est suspectée comme étant le fournisseur du Na dans la formation de la wardite (Fransolet, Deliens, 1997).

## Planche 52

## Silicates phylliteux (3/3)



Pyrophyllite et ottrelite - Ottré, gisement à ottrelite - [1 mm]



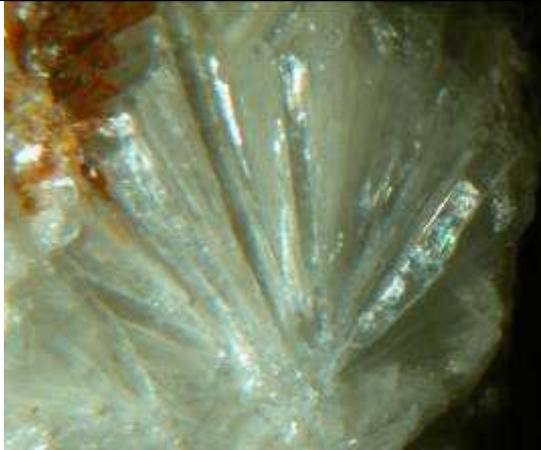
Pyrophyllite - Salmchâteau, près de TCVS-0 - [1 mm]



Pyrophyllite - Salmchâteau, près de TCVS-0 - [3 mm]



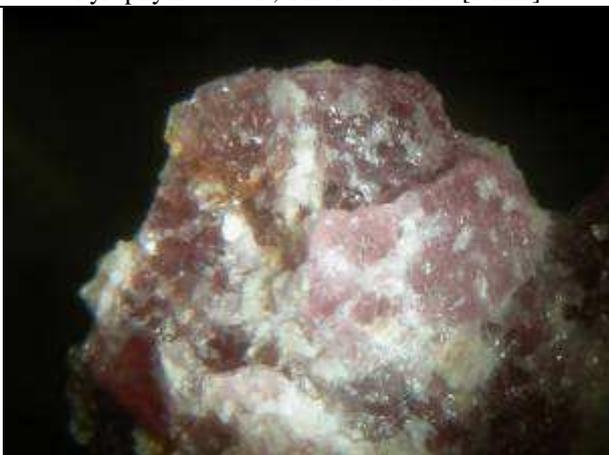
Pyrophyllite - Salmchâteau, près de TCVS-0 - [3 mm]



Pyrophyllite - Sart, Thier del Preu - [1 mm]



Muscovite - Salmchâteau, filon de cuivre - [25 mm]



« Alurgite » - Salmchâteau, gis. ardennite - [6 mm]



« Fuchsite » - Salmchâteau, gis. ardennite - [5 mm]

La sericite n'est plus reprise dans les espèces valides ; Mandarino (2004) ne la cite même plus. Le terme, néanmoins encore souvent utilisé, désigne un minéral micacé à grain fin ; souvent de la muscovite, de la paragonite ou de l'illite. (Fleischer et Mandarino, 1991). Dans le massif de Stavelot, la sericite désigne plutôt un mélange de ces minéraux que l'on observe généralement dans des roches blanches dans la paragenèse de l'andalousite.

#### 2.4. Autres aluminosilicates phylliteux

##### Pyrophyllite



**Bihain**, la pyrophyllite formerait des placages blancs avec kaolinite, en association avec de la nsutite (Fransolet, 1979).

**Ottre**, dans le filon de quartz à ottrelite et davreuxite, la pyrophyllite forme parfois des masses de plus de deux dm<sup>3</sup>. Elle se présente

- sous forme de masses compactes, formées de la réunion de petites lamelles blanches, un peu jaunâtre donnant à la masse une texture saccharoïde (de Koninck, 1868).
- en rosettes à lamelles rayonnantes nacrées, atteignant près de 25 mm de diamètre. Des petits globules sont parfois inclus dans la dickite (Fransolet & Bourguignon, 1978).
- Fibres ou lamelles délicates accompagnant la davreuxite (Fransolet & Bourguignon, 1978).

L'examen aux R.X. montre une contamination constante par la kaolinite indiquant par là l'altération de la pyrophyllite en kaolinite [52/1], [tome1/16], (Fransolet & Bourguignon, 1978).

**Recht**, dans une carrière à l'Est de la localité, elle forme des rosettes millimétriques dans les couronnes de réaction autour des andalousites (Hanson, 1983).

**Sart-Lierneux**, au thier del Preu, de belles rosettes centimétriques sont observées dans des roches blanches ou directement en contact avec des cristaux d'andalousite verte (couronne de réaction) [tome1/16], [52/5].

**Salmchâteau**, sur la rive droite de la Salm, dans la très dangereuse galerie TCVS-2, elle est localement très abondante et se présente en grosses masses blanches, parfois décimétriques. Elle est parfois teintée en brun orange (Van Der Meersche, Mineralcolor 2002/4).

Un peu plus haut dans le thier, au gisement de florencite, un échantillon de teinte orange s'est révélé être de la pyrophyllite (Fransolet, comm.pers. 1995). De même, un peu plus haut dans le thier, elles s'observe en belles lamelles non loin de la galerie « TCVS-0 » [52/2-4].

**Vielsalm**, dans la partie la plus occidentale de la carrière Meyer, elle est associée à l'andalousite qu'elle recouvre en une matière blanchâtre. Dans une halde un peu à l'est du gisement de wardite, elle a été observée avec andalousite et davreuxite.

**Rem** : La pyrophyllite est également signalée à Lierneux (Colanhan, Verleumont), Comté et Hebronval (Hatert, 2002).

### 3. Les aluminosilicates non phylliteux.

Les autres aluminosilicates sont représentés par l'important groupe des feldspaths et quelques autres minéraux.

#### 3.1. Le groupe des Feldspaths

Les feldspaths sont un groupe de minéraux de formule générale  $XZ_4O_8$ .

Dans le Salmien du Massif de Stavelot,  $X = Ca, K$  ou  $Na$  et  $Z = Al$  ou  $Si$ . Le groupe est représenté par l'orthoclase et des plagioclases (série de feldspaths tricliniques allant de l'albite [pôle sodique] à l'anorthite [pôle calcique] avec intermédiaires : albite-oligoclase-andésine-labradorite-bytownite-anorthite).

<b>Albite</b>	$NaAlSi_3O_8$
---------------	---------------

Elle est signalée dans le minerai de manganèse de la Lienne inférieure, à Recht et à Salmchâteau.

**Minerai de manganèse de la Lienne inférieure**, l'albite est signalée en faibles quantités aux environs de la terminaison Ouest de la couche de minerai de Mn. Cette partie de la couche a été exploitée à la Heid Cossin dans la concession de Bierleux (Berger, 1965). Des cristaux observés dans la concession de Bierleux [53/1] se sont révélés être un feldspath alcalin (RX Goethals, IRScNB). Sur base des travaux de Berger, on peut supputer qu'il peut s'agir d'albite mais d'autres espèces dont l'orthoclase ne sont pas exclues non plus.

**Recht**, dans une ancienne carrière à l'ouest de la localité, des filonnets de quartz de 5cm renferment des cristaux pluricentimétriques formant une véritable mosaïque. Les cristaux, fréquemment idiomorphes (0,3 cm) et maclés sont incolores quand ils sont frais mais deviennent blanc laiteux par altération atmosphérique (Hanson, 1983).

**Salmchâteau**, dans les filons de quartz à ardennite, l'albite se présente en masses laminaires avec ardennite (Malaise, 1913 in Hatert 2002) [tome 1/34], [53/2-4]. Signalons également sa présence au Coreux, dans le gisement à kanonaite, où elle forme des rares petits cristaux dans le quartz à hollandite/strontiomelane et braunite (Schreyer et al., 2001).

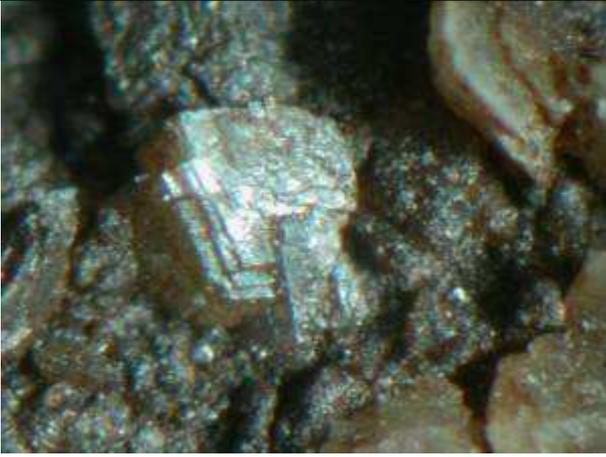
<b>Orthoclase (« Orthose »)</b>	$KAlSi_3O_8$
---------------------------------	--------------

L'orthoclase est le feldspath alcalin potassique. Sa présence est moins souvent relatée que celle de l'albite ; des analyses complémentaires devraient certainement être réalisées.

**Vielsalm**, elle y est simplement signalée dans la liste des minéraux recensés (Hatert, 2002). Cette occurrence était déjà mentionnée par Mélon (1976).

# Planche 53

# Autres Silicates (1/2)



Albite - Bierleux - [4 mm]



Albite - Salmchâteau, gisement à ardennite [2 mm]



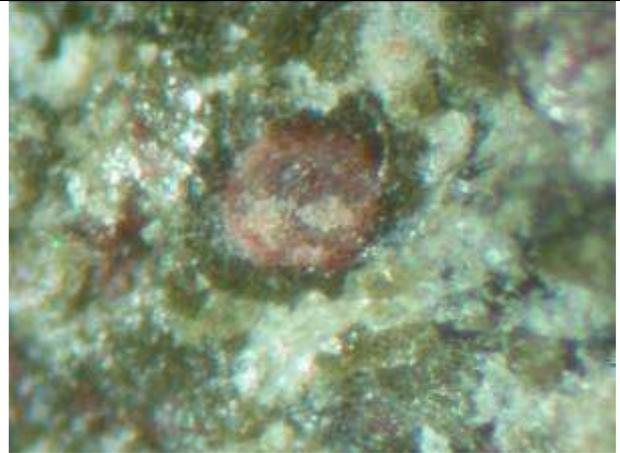
Albite et ardennite - Salmchâteau, gis. ardennite - [5 mm]



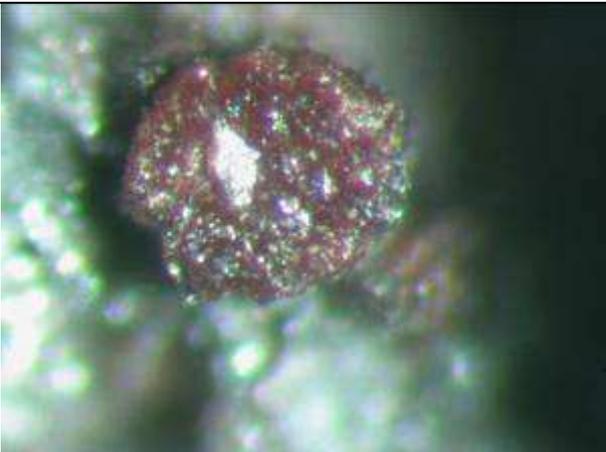
Albite - Salmchâteau, gisement à ardennite [1 mm]



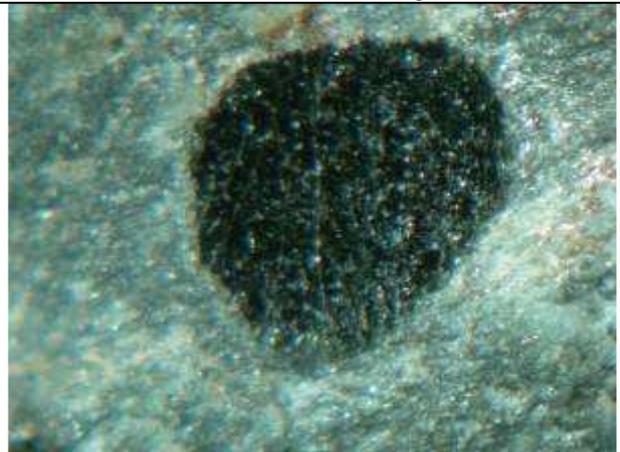
Kalsilite ?? - Moët-Fontaine - [2 mm]



Chloritoïde + auréole d'ottrelite - Ottré, gis. ottrelite - [3 mm]



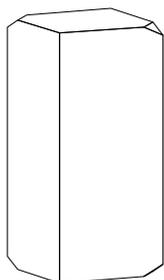
Chloritoïde rouge - Ottré, gisement à ottrelite [0,5 mm]



Chloritoïde - Bihain - [1 mm]

### 3.2. Les autres aluminosilicates non phylliteux.

#### Andalousite



Dans le massif de Stavelot, l'andalousite est généralement vert pâle et pauvre en manganèse. La coloration verte est, dans ce cas, due au fer. Dans ses gisements, l'andalousite est accompagnée de nombreux produits blanchâtres formés au cours de sa transformation [tome1/24-25,58].

Anciennement, l'andalousite (et la kanonaite) était appelée « viridine »

- Pour expliquer les couronnes de réaction autour de l'andalousite, Theunissen (1970) a postulé la transformation de l'andalousite en kaolinite puis en pyrophyllite. [Andalousite → Kaolinite → Pyrophyllite]. Hanson (1983) propose par contre une transformation de l'andalousite en pyrophyllite [Andalousite → Pyrophyllite] et ensuite postule une seconde réaction entre la pyrophyllite et l'andalousite produisant la kaolinite. [Pyrophyllite + andalousite → Kaolinite].
- Theunissen (1970) a fait une étude poussée des « spots » observés au contact des lits de coticule et sur les phyllades. Ces spots sont manifestement de l'andalousite plus ou moins transformée en kaolinite puis en séricite. (Andalousite → Kaolinite → Séricite)  
Selon cet auteur, on peut observer les différents stades :
  - Spots à noyau d'andalousite et à auréole de kaolinite
  - Spots de kaolinite
  - Spots à noyau de kaolinite et à auréole de « sericite » (Remarque : la « sericite » désigne un minéral micacé à grain fin. Généralement, il s'agit d'un mélange contenant de la muscovite, de la paragonite, de la pyrophyllite,...).
  - Spots de « sericite »
- Theye et Fransolet (1994) ont mis en évidence la paragonite et la muscovite intimement associées dans des roches blanches, souvent en pseudomorphoses d'andalousite.

Enfin, signalons la variété bleue qui est très rare et dont les seules occurrences mondiales signalées sont Recht et Ottré. La couleur serait due à l'importance de l'ion  $\text{Fe}^{++}$  par rapport à celle de l'ion  $\text{Fe}^{+++}$ . (Langer et al., 1984). Cette variété est également observée à Salmchâteau.

L'andalousite est une espèce fréquente du salmien et il n'est pas possible de citer toutes ses occurrences.

**Bihain**, dans la roche blanche de Bihain à inclusions d'ottrélite, l'andalousite se présente en cristaux jusqu'à 7mm (Theye & Fransolet, 1994).

**Ottré**, au gisement de pyrophyllite et de davreuxite, l'andalousite est parfois bleue et pléochroïque (Corin, 1929). Elle se trouve habituellement dans la pyrophyllite où un cœur bleu ou blanc d'andalousite non encore transformée subsiste encore (Fransolet & Bourguignon, 1978), [tome1/ 17], [54/1-3].

**Recht**, elle est observée à plusieurs endroits.

Dans les anciennes carrières au Sud-est de la localité, elle forme des prismes allongés de teinte rouge pigmentés par le fer (Corin, 1934). Elle forme également des prismes idiomorphes verdâtres dans un filon de quartz (Hanson, 1983). Dans la galerie Margraff, l'andalousite est bleue et pléochroïque, comme à Ottré (Corin, 1929).

**Regné**, dans une carrière souterraine de coticule, Corin a observé de l'andalousite en gros cristaux, parfois de 2 cm de côté, de teinte vert pâle non pléochroïque. Il précise que ce n'est pas, de la « viridine » [kanonaite], laquelle est verte foncé et pléochroïque mais plutôt de l'andalousite (Corin, F. 1928, Corin, F. 1929). Plus tard, des cristaux collectés et analysés par Hanson (1983) confirment la pauvreté en manganèse de cette andalousite (moins de 1% de kanonaite) et confirme les observations de Corin.

**Salmchâteau**, sur le terril de l'exploitation « Offergeld » [« Old Rock »], des échantillons de coticule renferment des noyaux rougeâtres à centre blanchâtre qui sont formés d'un noyau d'andalousite cristalline entourée de kaolinite. Ces noyaux sont observables également dans les phyllades mais ils sont presque opaques par des inclusions d'oxydes de fer. (Corin, 1968)

Au même endroit, sur un échantillon de quartz filonien, l'andalousite a été découverte en prismes jaune verdâtre (Theunissen, 1970).

De même, dans une galerie d'exploitation de coticule aujourd'hui effondrée et exploitée anciennement par Gustave Jacques à une centaine de mètres au sud de l'exploitation Offergeld, Corin (1968) précise : « On voyait un certain nombre de filons de quartz dont certains contenaient essentiellement de l'andalousite verte ou rose en gerbes ou en cristaux isolés, partiellement séricitisés. » [NDLR : « séricitisé » = entouré d'une matière blanche constituée de pyrophyllite et de kaolinite.]

Dans la galerie TCVS-2 (galerie très dangereuse !), l'andalousite bleue a été observée dans une zone très riche en pyrophyllite.

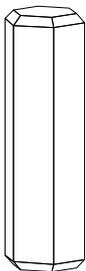
**Sart-Lierneux**, dans la carrière en activité au Thier del preux, l'exploitation a dégagé en 2002 un filon de quartz mêlé à un peu de coticule et très bien minéralisé en andalousite et pyrophyllite. L'andalousite s'y présente en prismes généralement verts pouvant atteindre 5 cm. [tome1/ 24,25]

**Vielsalm**, sur un terril un peu à l'est du gisement à wardite, l'andalousite verte en prisme a été observée dans des quartz avec davreuxite et pyrophyllite. Des masses fortement séricitisées ont également été observées [tome1/58]. Le rutile et la florencite-Ce ont été observés dans cette paragenèse. Dans la partie occidentale de la carrière Meyer, on observe en place une zone riche en andalousite foncée mêlée à de l'hématite et recouverte entièrement de produits blanchâtres d'altération.

## Beryl



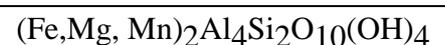
Le beryl est un membre rare de la minéralogie belge. Le béryllium est un élément, ne s'exprimant dans le Massif de Stavelot, que dans le beryl et dans l'eulase.



**Ottré**, au gisement d'ottrelite, au cœur d'enclaves d'ottrelite, une grosse section hexagonale de plusieurs centimètres s'est avérée être un cristal de beryl presque entièrement transformé en eulase. Des petits îlots de beryl subsistent cependant (Hanson, comm.pers. 2005).

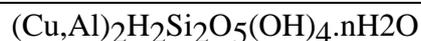
**Salmchâteau**, au filon de cuivre, le beryl se présente en prismes allongés incolores ou vert clair, et parfois, en raison d'enduits superficiels, d'un vert plus appuyé ou rougeâtres. Les cristaux, fréquemment associés à la malachite concrétionnée, ont en moyenne 0,4 mm de long et 0,04 mm de large (du Ry et al., 1976).

## Chloritoïde s.s.



Le chloritoïde sensu stricto (chloritoïde s.s.) est signalé dans tous les phyllades de la zone métamorphisée du Salmien où il en est un constituant très important. Notons toutefois que le chloritoïde s.s. a été longtemps confondu avec l'ottrelite. Autrefois le chloritoïde et l'ottrelite étaient appelés « Salmite ». Ainsi, les phyllades métamorphisés du Salmien ont souvent été abusivement considérés comme « phyllades à ottrelites ». Le chloritoïde s.s. se présente en très nombreux petits cristaux noirs dans les phyllades gris bleuté où il est extrêmement abondant [tome1/ 18]. Il peut cependant varier en couleur en prenant celle de la roche qui la contient. On peut parfois observer des cristaux vert ou brun. Les cristaux inclus dans les roches sont souvent mal formés et ne présentent généralement que des sections grossièrement circulaires. Leur taille habituelle est millimétrique mais certains cristaux peuvent avoir un diamètre dépassant 5 mm. Il n'est pas possible de citer toutes les localités où l'occurrence du chloritoïde a été constatée, tant elles sont nombreuses et cela n'a guère d'intérêt. Citons simplement le gisement à ottrelite d'Ottré où l'on peut observer des cristaux évoluant vers l'ottrelite [53/5-8].

(Chrysocolle)



Le minéral est signalé à Vielsalm par Buttgenbach (1947) mais l'espèce est invalidée par Melon et al. (1976). C'est vrai que des croûtes verdâtres se crevassant en se desséchant sont parfois observées à Vielsalm, notamment dans la galerie TCVN-6, mais s'agit-il vraiment de chrysocolle ?

**Euclase**



L'euclase est avec le beryl un des seuls minéraux du Massif de Stavelot à contenir du béryllium.

**Ottreé**, dans le filon de quartz à ottrelite, pyrophyllite et davreuxite, dans une zone riche en enclaves d'ottrelite près de la salbande du filon, l'euclase forme des individus parfois à allure subautomorphe et de dimension assez grande (1cm x 2cm). Intimement mêlée à l'ottrelite, à la davreuxite et à la pyrophyllite ou isolée dans le quartz, son clivage parfait et brillant constitue un des seuls critères permettant de la soupçonner sur le terrain. Le minéral est en général faiblement coloré, blanchâtre ou laiteux et plus rarement transparent. Les cristaux prismatiques sont allongés, parfois aplatis et toujours striés verticalement (Hanson, 1983 et 1985) [54/5-6]. Anciennement appelé « quartz strié d'Ottreé », le minéral peut parfois être de grande dimension, de l'ordre de 5cm. Suite aux importantes transformations minéralogiques réalisées à cet endroit, le béryllium se serait exprimé sous forme d'euclase au milieu des grandes enclaves d'ottrelite (Hanson, comm.pers. 2003).

Kalsilite ?



**Moët-Fontaine**, des petits cristaux blancs légèrement nacrés [53/5] ont été analysés (RX, Goethals, IRScNB). La kalsilite est soupçonnée mais non confirmée.

**Tourmaline**



La tourmaline désigne un nom de groupe dont la formule générale est du type  $\text{WX}_3\text{Y}_6(\text{BO}_3)_3\text{Si}_6\text{O}_{18}(\text{O,OH,F})_4$  avec  $\text{W} = \text{Ca, K, Na}$  ;  $\text{X} = \text{Al, Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Li, Mg, Mn}^{2+}$  ;  $\text{Y} = \text{Al, Fe}^{3+}$ . (Fleischer et Mandarino, 1991). Aucune étude n'a été faite sur les tourmalines belges et nous ne pouvons dès lors donner aucune autre précision.

Signalons également la présence fréquente de la tourmaline dans les quartz parcourant les arkoses gediniennes (dévonien inférieur) en discordance sur le salmien.

**Bihain**, dans la de la roche blanche à inclusions d'ottrelite très pure, la tourmaline a été observée comme un minéral accessoire (Theye, 1994).

**Ottreé**, dans le gisement à ottrelite, pyrophyllite et davreuxite, elle se présente en nombreuses aiguilles bleutées dans les géodes de quartz à nodules d'ottrelite. Ces cristaux, fort petits, ne dépassent généralement pas 0,2 mm (de Rauw, 1911), [54/7-8]. Le long de la route Ottreé-Hebronval, la tourmaline a également été observée en petits prismes bruns noirs dans une pâte microcristalline associée à de gros cristaux de chloritoïdes.

**Salmchâteau**, dans l'ardennite et les quartz à ardennite, elle est observée en petits cristaux incolores (Hatert, 2002).

**Vielsalm**, à l'entrée de la galerie « Continars », dans les phyllades à cristaux centimétriques de pyrite du Salmien inférieur (Sm1), la tourmaline a été observée en petits prismes millimétriques noirs inclus dans un quartz extrêmement carié et teinté en brun noir par des produits d'oxydation.

## Planche 54

## Autres Silicates (2/2)



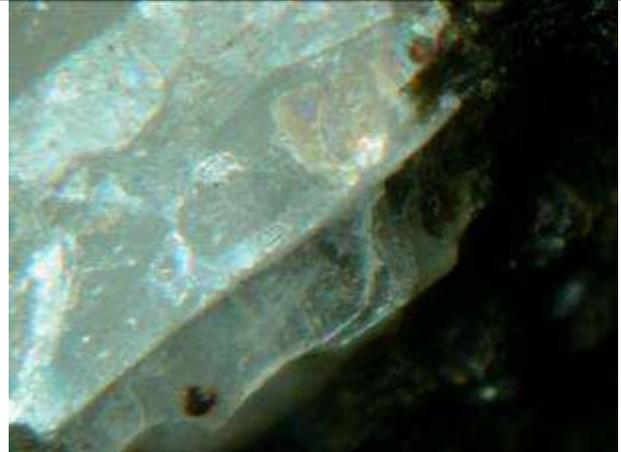
Andalousite - Otré, gisement à ottrelite [2 mm]



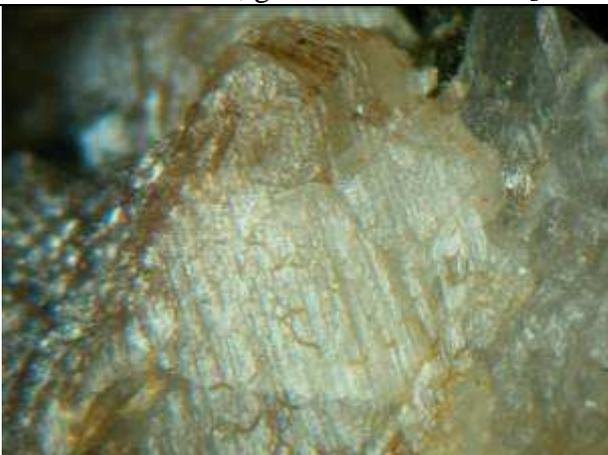
Andalousite - Otré, gisement à ottrelite [4 mm]



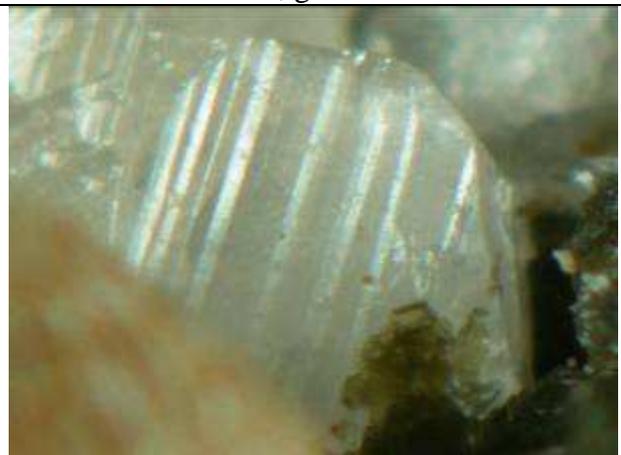
Andalousite - Otré, gisement à ottrelite - [4 mm]



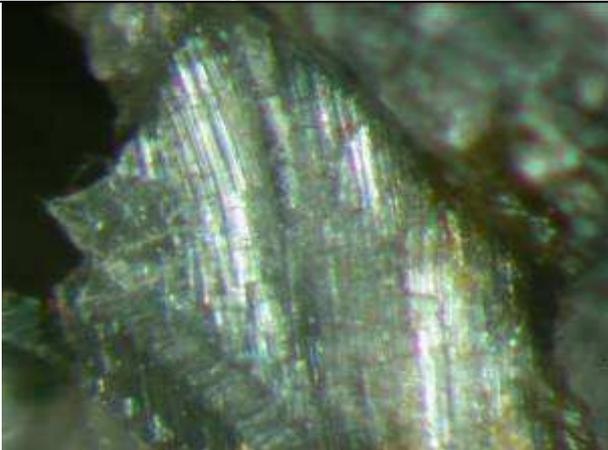
Euclase - Otré, gisement à ottrelite



Euclase - Otré, gisement à ottrelite - [3 mm]



Euclase - Otré, gisement à ottrelite - [1 mm]



Tourmaline - Otré, gisement à ottrelite - [1 mm]



Tourmaline - Otré, gisement à ottrelite - [0,5 mm]

**La Comté**, il a été observé en petits grains dans un concentré de minéraux lourds obtenu par panning de deux pans au ruisseau Golnay à 100 m en aval du pont oriental menant à Comté. Ces grains de zircon émettent une lumière jaune or quand ils sont éclairés avec une lampe UV. (R. Legrand, 1958). Le minéral n'est cependant pas signalé par Hatert (2002). Cette occurrence devrait être confirmée. De toute manière, elle n'apporte rien quant à la présence de l'espèce dans les couches du Salmien puisqu'il s'agit ici d'une occurrence détritique.

## Curiosités non déterminées

Les échantillons posant problèmes quant à leur identification sont encore nombreux dans cette région. Je n'ai cependant pas voulu faire ici un exposé exhaustif de toutes les « croûtes » diversement colorées trouvées dans la région et difficilement identifiables mais seulement présenter quelques minéraux « bien » cristallisés ou du moins relativement « photogéniques ». Certaines de ces espèces sont en cours d'étude. D'autres espèces auraient encore pu être ajoutées.

Photo 1-2 Wulfenite ? - Moët-Fontaine.

Photo 3 Anatase ? Wulfenite ? Zircon ? - Moët-Fontaine.

Photo 4 Ferroselite ? Un échantillon a été analysé RX par H.Goethals (IRScNB). Le diffractogramme est mauvais mais il pourrait peut-être s'agir de ferroselite (FeSe<sub>2</sub>) - Moët-Fontaine.

Photo 5 Aragonite ? - Moët-Fontaine.

Photo 6 ? (phosphate ?, Arséniate ? - Moët-Fontaine.

Photo 7-8 ? - gisement à ottrelite, Ottré.

Légendes de la planche 55

Photo 1-2 Pyrolusite ? + rhodocrosite (dont il ne reste plus que les enveloppes externes) - Vielsalm, en surface, dans la partie « Pignon ».

Photo 3 Pyrolusite ? -Vielsalm, gisement à Wardite.

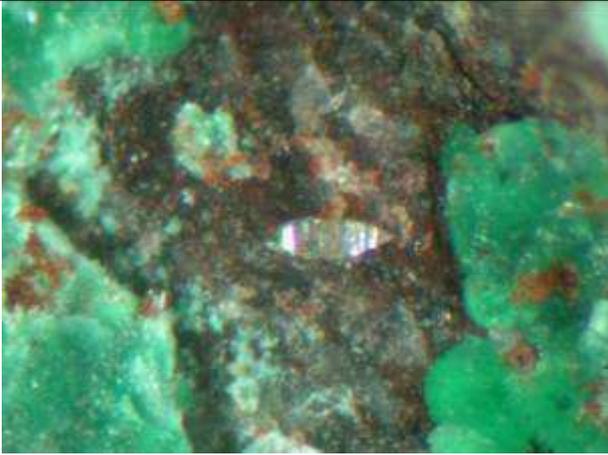
Photo 4 Apatite? (sur cresse) - Vielsalm, en surface, dans la partie « Pignon ».

Photo 5-8 « Petites boules » observées dans toutes les paragenèses de Vielsalm. Les couleurs varient du blanc au brun en passant par le vert clair. Elles semblent parfois « poilues » en surface, parfois elles semblent cristallisées. Les analyses RX déjà réalisées à Liège ont donné des diffractogrammes confus. D'autres échantillons analysés par Z. Gabelica lui ont permis de reconnaître la kolbeckite (ScPO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O).

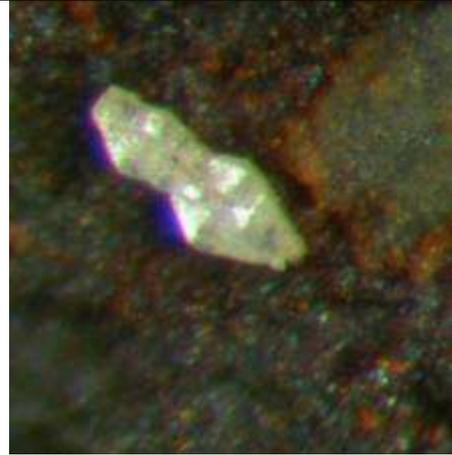
Légende de la planche 56

**Planche 55**

**Curiosités non déterminées (1/2)**



Wulfenite ? , malachite - Moët-Fontaine - [1 mm]



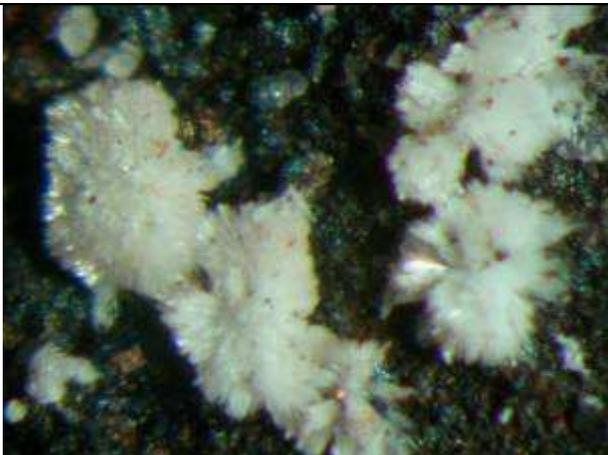
Wulfenite ?- Moët-Fontaine - [0,4 mm]



Wulfenite ? Anatase ? - Moët-Fontaine - [0.5 mm]



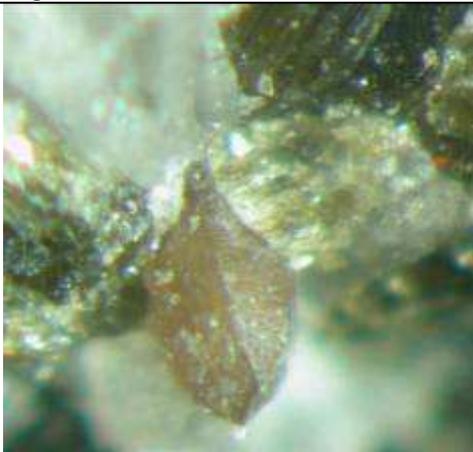
Ferroselite ? - Moët-Fontaine - [2 mm]



Aragonite ? - Moët-Fontaine - [2,5 mm]



? - Moët-Fontaine - [2,5 mm]



? - Ottré, gisement à ottréite - [1,5 mm]



? sur ottréite - Ottré, gisement à ottréite [1 mm]

# Planche 56

# Curiosités non déterminées (2/2)



Pyrolusite ? + rhodocrosite - Vielsalm, surface - [1,5 mm]



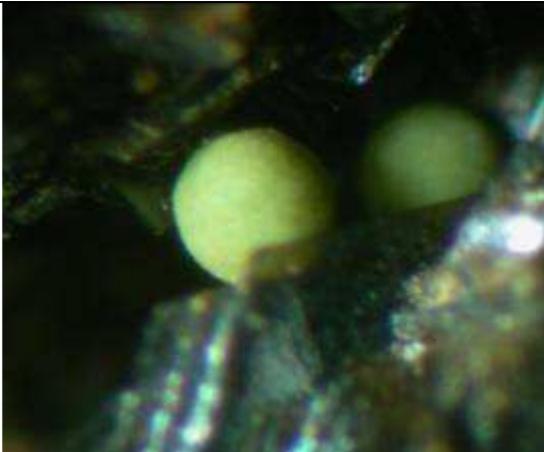
Pyrolusite ? - Vielsalm [1,5 mm]



Pyrolusite ? -Vielsalm, gis. Wardite - [1,5 mm]



Apatite? (sur cresse) - Vielsalm, en surface - [4 mm]



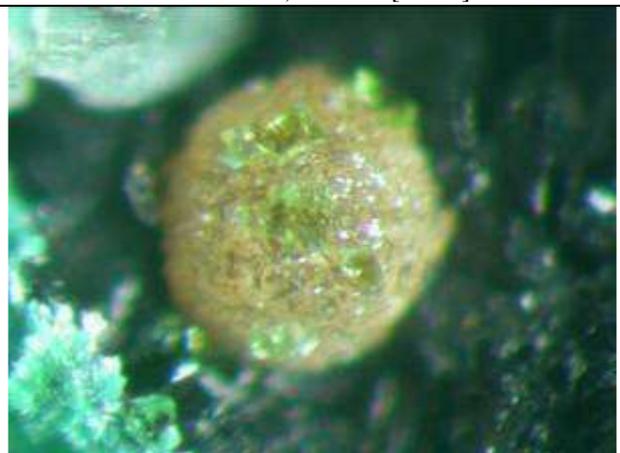
? sur chlorite - Vielsalm, Roquières - [1 mm]



? - Vielsalm, surface -[2 mm]



? + libethenite - Vielsalm, surface - [1 mm]



? + libethenite - Vielsalm, surface - [0.5 mm]

# Annexe :

## Les éléments chimiques présents dans le salmien

Seuls sont repris ici les éléments chimiques figurant réellement dans les formules idéales des espèces minérales (Mandarino, 2004). Bien sûr des traces infimes de certains autres éléments chimiques peuvent s'intégrer dans les réseaux cristallins mais il n'en a pas été tenu compte afin de ne pas alourdir inutilement les tableaux. Cette approche pourrait cependant être intéressante.

### Alcalins

Elément	Natifs	Sulfures	Halogénures	Oxydes	Carbonates	Sulfates	Phosphates Arséniates	Silicates
Li				Lithiophorite				Cookeite
Na							Wardite	Albite Glaucosite Paragonite Tourmaline
K				Cryptomelane			Pharmacosiderite	Biotite Glaucosite Illite Muscovite Orthoclase

- Le lithium n'est significativement présent que dans deux espèces. Des chlorites comme la cookeite sont sans doute à l'origine de la formation de la lithiophorite présente en de nombreux endroits.
- Le sodium présent dans la wardite provient sans doute de l'altération de silicates comme la paragonite.
- Le potassium présent notamment dans la très abondante cryptomelane provient vraisemblablement de l'altération de micas tels que la muscovite ou la biotite.

### Alcalino-terreux

Elément	Natifs	Sulfures	Halogénures	Oxydes	Carbonates	Sulfates	Phosphates	Silicates
Be								Beryl Euclase
Mg				Todorokite	Kutnohorite			Ardennite Biotite Chamosite Chloritoïde Clinochlore Glaucosite Ottrelite Sudoite Tourmaline
Ca				Todorokite	Kutnohorite	Gypse	Crandallite Fluorapatite	Piemontite
Sr				Strontiomélane				
Ba				Hollandite		Barite		

- Le béryllium est un élément rare dans le massif de Stavelot et il ne se rencontre apparemment que dans les zones à ottrelite. Le béryllium semble avoir été « aspiré » au centre des enclaves à ottrelite.
- Le magnésium est un élément bien représenté. L'association « ardennite »-« biotite » est à souligner
- Le calcium est surtout présent dans l'apatite qui, en s'altérant, fournit notamment de la crandallite. L'ion calcium est cependant très mobile en milieu acide et peut être transporté très loin d'où le peu d'espèces le contenant. Dans les zones d'oxydation des sulfures, il peut éventuellement se déposer sous la forme de gypse.

## Terreux

Elément	Natifs	Sulfures	Halogénures	Oxydes	Carbonates	Sulfates	Phosphates Arséniates	Silicates
B								Tourmaline
Al				Gahnite Lithiophorite		Chalcoalumite	Cacoxenite Chalcophyllite Crandallite Florencite-Ce Turquoise Vantasselite Variscite Wardite Wavellite	Andalousite Ardennite Beryl Biotite Carpholite Chamosite Chloritoïde Clinochlore Cookeite Davreuxite Dickite Euclase Glaucosite Illite Kanonaite Kaolinite Muscovite Paragonite Pyrophyllite Sudoite Ottrelite Pennantite Piemontite Spessartine Sursassite Tourmaline

- L'aluminium est un élément majeur du Salmien du massif de Stavelot. On le rencontre dans pas moins de 37 espèces minérales ; presque une espèce sur trois ! Les silicates renfermant l'aluminium sont nombreux d'où les rubriques « alumino-silicates ». Il en est de même de nombreux phosphates rassemblés également dans une même rubrique.

## Métaux des familles principales IV et V

Elément	Natifs	Sulfures	Halogénures	Oxydes	Carbonates	Sulfates	Phosphates Arséniates	Silicates
Pb		Altaïte Galène			Cerussite	Plumbojarosite Wulfenite	Pyromorphite Mimetite	
Bi		Tellurobismuthite Wittichenite						

- Le plomb est un élément peu fréquent des sulfures du Salmien. La wulfenite est produite dans un filon à sulfure contenant de l'altaïte [fournisseur du plomb] et de la molybdénite [fournisseur du molybdène]. On aurait pu s'attendre à y observer également des composés de tellure [venant de l'altaïte] dans cet environnement mais cela n'a pas été le cas. La mimetite, repérée sur arsenopyrite [fournisseur de l'arsenic] était accompagnée de mouchetures de galène [fournisseur du plomb].
- L'altération de la tellurobismuthite à Vielsalm (Carrière George Jacques) a fourni quelques composés oxydés de tellure. Aucun composé de bismuth n'a cependant pu être identifié à ce jour.

## Métalloïdes et non métaux des familles V et VI et VII

Elément	Natifs	Sulfures	Halogénures	Oxydes	Carbonates	Sulfates	Phosphates Arséniates	Silicates
As		Arsenopyrite Cobaltite					Chalcophyllite Clinoclase Mimetite Olivénite Pharmacosiderite	Ardennite
Sb		Pyrrargyrite						
Te	Tellure	Altaïte Melonite Tellurobismuthite		Balyakinite Graemite Paratellurite Teineite				
F							Fluorapatite	Biotite Muscovite

- L'arsenopyrite est la source d'arsenic de la mimetite et de la pharmacosiderite qui ont été toutes deux trouvées dans sa paragenèse. La chalcophyllite du 1<sup>er</sup> filon à bornite de Vielsalm pourrait dériver de l'altération de la cobaltite mais aucun minéral oxydé de cobalt n'a été observé. La présence d'arsenic dans l'ardennite est curieuse.
- L'occurrence d'antimoine est étonnante ; ce qui fait douter de l'occurrence de la pyrrargyrite remarquée sur un seul échantillon seulement.
- Le tellure est un élément exotique de certains filons à sulfures du Salmien. Soumis à l'altération météorique, ces filons fournissent quelques composés rares classés dans les oxydes de tellure. Les sulfures sont encore bien observables à Vielsalm, alors, qu'au filon de cuivre de Salmchâteau, où l'oxydation a été plus importante, on n'observe plus que des minéraux secondaires. (oxydes)

### Métaux de transition (1<sup>ère</sup> famille)

Elément	Natifs	Sulfures	Halogénures	Oxydes	Carbonates	Sulfates	Phosphates Arséniates	Silicates
Ti				Anatase Ilmenite Rutile				
V								Ardennite
Mn				Cryptomelane Groutite Hausmanite Hollandite Lithiophorite Manganite Nsutite Pyrolusite Strontiomélane Todorokite	Kutnohorite Rhodocrosite			Ardennite Braunite Carpholite Chloritoïde Davreuxite Kanonaite Ottrelite Pennantite Piemontite Spessartine Stavelotite-La Sursassite
Fe		Arsénopyrite Bornite Chalcopyrite Idaïte Marcasite Pyrite Pyrrhotite		Delafossite Goethite Hématite Ilmenite Magnetite	Kutnohorite Siderite	Ferrimolybdite Plumbojarosite	Cacoxenite Pharmacosiderite	Biotite Chamosite Chloritoïde Clinochlore Glauconite Ottrelite Piemontite Stavelotite-La Sudoïte Tourmaline
Co		Cobaltite						
Ni		Melonite						
Cu	Cuivre	Anilite Bornite Chalcocite Chalcopyrite Covelline Digenite Djurleite Idaïte Spionkopite Wittichenite Yarrowite	Connellite	Balyakinite Cuprite Delafossite Graemite Teineite	Azurite Malachite	Brochantite Chalcoalumite Langite Posnjakite	Chalcophyllite Clinoclase Libethenite Olivenite Pseudomalachite Torbernite Turquoise	Stavelotite-La
Zn		Sphalérite		Gahnite			Faustite	

- Le manganèse est un élément observé dans 24 espèces minérales réparties dans trois classes de minéraux : les carbonates, les oxydes et les silicates. Il ne fait pas de doute que les premiers minéraux formés ont été les carbonates, et principalement la rhodocrosite. Le métamorphisme a engendré tout un cortège de silicates et l'altération météorique a produit un grand nombre d'oxydes noirs.
- Le fer est bien représenté dans ces roches. L'altération météorique des sulfures a produit quelques minéraux secondaires (delafossite, ferrimolybdite, cacoxenite, pharmacosiderite) mais la majorité des oxydes et silicates contenant du fer ont été formés au cours du métamorphisme.
- Le cuivre est un élément fréquent des filons de quartz à sulfures. Leur oxydation météorique a engendré un grand nombre de minéraux secondaires.
- Le zinc est un élément peu exprimé dans les espèces du Salmien ; il est cependant fréquemment observé en élément trace. Il est curieux de ne pas l'avoir vu s'exprimer dans un minéral d'oxydation dans les zones où s'observe la sphalérite.

### Métaux de transition (2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> famille)

Elément	Natifs	Sulfures	Halogénures	Oxydes	Carbonates	Sulfates	Phosphates	Silicates
Zr								Zircon
Mo		Molybdénite				Ferrimolybdite Wulfénite		
Ag		Pyrrargyrite						
Au	Or							

### Lanthanides (Terres rares) et actinides.

Elément	Natifs	Sulfures	Halogénures	Oxydes	Carbonates	Sulfates	Phosphates	Silicates
RE							Florencite-Ce Monazite-Ce Xenotime-Y	Stavelotite-La
U							Torbernite	

# Bibliographie

- ❑ 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.
- ❑ Berger, P. 1965. Les dépôts sédimentaires de manganèse de la Lienne inférieure. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 88, 245-252.
- ❑ Bernhardt, H.J., Armbruster, T., Fransolet, A-M, Schreyer, W. 2005. Stavelotite-(La), a new lanthanum-manganese sorosilicate mineral from the Stavelot Massif, Belgium. *Eur. J. Mineral* 17, 703-714.
- ❑ 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.
- ❑ 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° 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. 1897. Description des minéraux phosphatés, carbonatés et sulfatés du sol belge. *Mémoires de l'Académie royale de Belgique*, in 4° 53 - 136 pages.
- ❑ 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. 1927b. 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. 1927c. 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. 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. 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.
- ❑ Daltry V.-D. & Deliens, M. 1994. The type mineralogy of Belgium. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 116, 15-28
- ❑ 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° série, 26, 469-471.
- ❑ de Koninck, L.L. 1871. Sur la bornite de Vielsalm. *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2° 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° 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° 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*, 2è série, 46, n°8, 240-245.
- ❑ de Koninck, L.L. 1879d. Sur la carpholite de Meuville (Rahier). *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2° série, 47, 564-567.
- ❑ de Koninck, L.L. 1879a. La rhodochrosite de Moët-Fontaine. *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2° 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.
- ❑ Dewalque, G. 1869. Annonce de la découverte d'un bloc de cuivre natif à Vielsalm. *Bull. Acad. Roy. Belg.* 27, 682
- ❑ Dumont, A. 1847-1848. Mémoire sur les terrains ardennais et rhénan. *Mémoire de l'Académie royale de Belgique. Mémoire court* in 4°, 20 et 22.

- Du Ry, P., Fouassin, M., Jedwab, J., Van Tassel, R. Occurrence de chalcocalumite, de minéraux de tellure (ténite et paratellurite) et de béryl à Salmchâteau, Ardennes belges. - *Annales de la Société géologique de Belgique*, 99, 47-60
- Fieremans, C. 1978. Minéralogie et relations tectoniques des filons de quartz tourmalinifère de la région d'Otré-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.
- 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.
- 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. & 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'Otré, Belgique. *Bulletin de Minéralogie*, 101, 548-557.
- Fransolet, A.-M. 1979. Occurrences de lithiophorite, nsutite et cryptomélane 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.
- Godfroid, E. 1999. Minéralogie des sulfures des massifs métamorphiques ardennais (Libramont-Bastogne, Rocroi et Stavelot). *Mémoire de Licence, Université de Liège* (inédit), 52 pp.
- Goldschmidt, 1920 (environ) - Atlas der krystallformen.
- Grailet, L. 1998. De l'or en Ardenne. 106 pp.
- Grailet, 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.
- Grailet, L. 2001b. Qui exploite l'or en Ardenne ?, *Bulletin du Cercle d'Histoire et d'Archéologie SEGNA*, tome XXVI fascicule 2, 50-74.
- Grailet, 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'eucrase dans un filon de quartz à Otré, 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.
- Hatert, F. 2005. Transformation sequences of copper sulfides at Vielsalm, Stavelot Massif, Belgium.. *The Canadian Mineralogist*, 43, 623-635.
- Herbosch, A. 1967. La viridine et la braunite de Salmchâteau. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 76, 183-201.
- Jedwab, J. 1971. Ferrimolybdate 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. Kannaïte-rich viridines from the Venn-Stavelot Massif, Belgian Ardennes. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 69, 387-395.
- Kramm, U. 1980. Sudoïte 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 Otré, Venn-Stavelot Massif, Belgium: a new example of intervalence charge-transfer in the aluminium silicate polymorphs. *Bulletin de Minéralogie*, 107, 587-596.
- Ledoux, A. 1911. Sur la carpholite du Salmien de la vallée de la Lienne. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 38, B173-B176.
- Legrand, R. 1958. Service géologique de Belgique, farde Bihain.
- Legraye, M. 1925. Relations de la chalcopryrite, de la bornite et de la covellite dans un minerai de cuivre de Liernux. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 49, B70-B72.
- Malaise, C. 1913. Manuel de Minéralogie pratique, 4<sup>e</sup> éd., *Bruxelles*.

- ❑ Mandarino, J.A., 2004. Fleischer's glossary of Mineral Species, *The Mineralogical Record Inc., Tucson*, 309 pages.
- ❑ 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.
- ❑ Pasero, M., Reinecke, T. & Fransolet, A.-M. 1994. Crystal structure refinements and compositional control of Mn-Mg-Ca ardenites 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<sup>e</sup> série, 44, 709.
- ❑ Schreyer, W., Bernhardt, H.J. & Medenbach, O. 1992. Petrologic evidence for a rhodochrosite precursor of spessartine in the coticles 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.
- ❑ 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.
- ❑ Theye, T. & Fransolet, A.-M. 1994. Virtually pure ottrelite from the region of Ottré, Belgium. *European Journal of Mineralogy*, 6, 547-555.
- ❑ 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 Schnorrer-Köhler, G. 1988. Mineralogische Notizen IV. *Aufschluss*, 39, 153-168.
- ❑ Weiss, S. 2002. Das grosse Lapis Mineralienverzeichnis, *Weise Verlag – München*, 287 pages.

Site internet « Mindat » (<http://www.mindat.org/index.php>)

# Index des espèces décrites

Les espèces minérales signalées dans le Salmien du massif de Stavelot sont reprises avec leur formule chimique idéale (Mandarino, 2004). La colonne « tome 1 » indique la page du tome 1 où se trouve une photographie d'un échantillon de ce minéral. La colonne « Planche » indique le numéro de la planche présentant le minéral. Enfin, la colonne « page » indique où se trouve la description du minéral.

En italique, on a repris des noms anciens ou bien des espèces signalées anciennement mais aujourd'hui discréditées. Les espèces suivies d'un point d'interrogation sont soupçonnées mais des études complémentaires seraient nécessaires.

<u>Nom</u>	<u>Formule chimique idéale</u>	<u>Tome 1</u>	<u>Planche</u>	<u>Page</u>
<b>Albite</b>	NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	34	53	131
<b>Altaite</b>	PbTe			28
Alurgite	Variété de muscovite	14	52	
<i>(Amesite)</i>	Mg <sub>2</sub> Al(SiAl)O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub>			121
<b>Anatase</b>	TiO <sub>2</sub>		16,17	44
<b>Andalousite</b>	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	17,21,25,58	4,54	133
<b>Anilite</b>	Cu <sub>7</sub> S <sub>4</sub>		4	13
Apatite	Voir « Fluorapatite »			79
Aragonite ?	CaCO <sub>3</sub>		55	
<b>Ardennite</b>	Mn <sub>4</sub> (Al,Mg) <sub>6</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> )[(As,V)O <sub>4</sub> ](OH) <sub>6</sub>	29,34	46,53	113
<b>Arsenopyrite</b>	FeAsS	62	7	22
<b>Azurite</b>	Cu <sub>3</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub>	78	25	64
<b>Balyakinite</b>	CuTeO <sub>3</sub>			54
<b>Barite</b>	BaSO <sub>4</sub>		29	74
<b>Beryl</b>	Be <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub>			134
<b>Biotite</b>	K(Mg, Fe) <sub>3</sub> (Al,Fe)Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> (OH,F) <sub>2</sub>			127
<b>Bornite</b>	Cu <sub>5</sub> FeS <sub>4</sub>	60,61,63,78	4,6	13
<b>Braunite</b>	Mn <sup>2+</sup> Mn <sup>3+</sup> SiO <sub>12</sub>			113
<b>Brochantite</b>	Cu <sub>4</sub> (SO <sub>4</sub> )(OH) <sub>6</sub>		27	71
<b>Cacoxenite</b>	AlFe <sub>24</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>17</sub> O <sub>6</sub> (OH) <sub>12</sub> .75H <sub>2</sub> O		35,40	98
<b>Carpholite</b>	MnAl <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> (OH) <sub>4</sub>	77	47	115
<b>Cerussite</b>	PbCO <sub>3</sub>		26	64
<b>Chalcoalumite</b>	CuAl <sub>4</sub> (SO <sub>4</sub> )(OH) <sub>12</sub> .3H <sub>2</sub> O		27	69
<b>Chalcocite</b>	Cu <sub>2</sub> S		3	15
<b>Chalcophyllite</b>	Cu <sub>18</sub> Al <sub>2</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (OH) <sub>27</sub> . 33 H <sub>2</sub> O		45	108
<b>Chalcopyrite</b>	CuFeS <sub>2</sub>	78	4,5,6	17
<b>Chamosite</b>	(Fe,Mg) <sub>5</sub> Al(Si <sub>3</sub> Al)O <sub>10</sub> (OH,O) <sub>8</sub>			121
Chlorite	Nom de groupe		50,51	
<b>Chloritoïde</b>	(Fe,Mg, Mn) <sub>2</sub> Al <sub>4</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>4</sub>	18	53	134
<i>(Chrysocolle)</i>	(Cu,Al) <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub> .n H <sub>2</sub> O			135
<b>Clinochlore</b>	(Mg,Fe) <sub>5</sub> Al(Si <sub>3</sub> Al)O <sub>10</sub> (OH) <sub>8</sub>		50	122
<b>Clinoclase ?</b>	Cu <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub> (OH) <sub>3</sub>			108
<b>Cobaltite</b>	CoAsS		8	22
<b>Connellite</b>	Cu <sub>19</sub> (Cl <sub>4</sub> (OH) <sub>32</sub> SO <sub>4</sub> ).2 H <sub>2</sub> O		11	30
<b>Cookeite</b>	LiAl <sub>4</sub> (Si <sub>3</sub> Al)O <sub>10</sub> (OH) <sub>8</sub>		51	124
Coticule	= Pierre à aiguiser (roche)	5, 24, 32		
<b>Covellite</b>	CuS		6	19
<b>Crandallite</b>	CaAl <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>5</sub> .H <sub>2</sub> O		32	83
Cresse	= Pseudocoticule (roche)	54, 55, 56		
<b>Cryptomelane</b>	K(Mn <sup>4+</sup> ,Mn <sup>2+</sup> ) <sub>8</sub> O <sub>16</sub>	4,24	13	33
<b>Cuivre natif</b>	Cu		1	8
<b>Cuprite</b>	Cu <sub>2</sub> O		19	50
<b>Davreuxite</b>	MnAl <sub>6</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>17</sub> (OH) <sub>2</sub>	17,40,58	48	115

<b>Delafossite</b>	CuFeO <sub>2</sub>		20	52
<i>Dewalquite</i>	= ancien nom d'ardennite			113
<b>Dickite</b>	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub>		51	126
<b>Digenite</b>	Cu <sub>9</sub> S <sub>5</sub>		4,6	19
<b>Djurleite</b>	Cu <sub>31</sub> S <sub>16</sub>		3,4	21
<b>Euclase</b>	BeAlSiO <sub>4</sub> (OH)		54	135
<b>Faustite</b>	(Zn,Cu)Al <sub>6</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> (OH) <sub>8</sub> .4H <sub>2</sub> O			83
<b>Ferrimolybdite</b>	Fe <sub>2</sub> (MoO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> .8 H <sub>2</sub> O			76
Ferroselite ?	FeSe <sub>2</sub>		55	
<b>Florencite-Ce</b>	CeAl <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>6</sub>	38	38,39	94
<b>Fluorapatite</b>	Ca <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> F		31	79
Fuchsite	Variété de muscovite	34	52	127
<b>Gahnite</b>	ZnAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>		22	56
<b>Galène</b>	PbS		8	24
<b>Glaucosite</b>	(K,Na)(Fe, Al, Mg) <sub>2</sub> (Si, Al) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>			127
<b>Goethite</b>	α-FeO(OH)		15	39
<i>Gosseletite</i>	= ancien nom de kanonaite			117
<b>Graemite</b>	CuTeO <sub>3</sub> .H <sub>2</sub> O			54
<b>Groutite</b>	MnO(OH)		12	35
<b>Gypse</b>	CaSO <sub>4</sub> .2 H <sub>2</sub> O		29	74
<b>Hausmannite</b>	Mn <sup>2+</sup> Mn <sup>3+</sup> <sub>2</sub> O <sub>4</sub>			35
<b>Hematite</b>	α-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27,57,58	14,18	41
<b>Hollandite</b>	BaMn <sup>3+</sup> <sub>2</sub> Mn <sup>4+</sup> <sub>6</sub> O <sub>16</sub>		12	35
<b>Idaite</b>	Cu <sub>3</sub> FeS <sub>4</sub>		6	21
<b>Illite</b>	K <sub>0,65</sub> Al <sub>2</sub> (Si,Al) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>			127
<b>Ilmenite</b>	FeTiO <sub>3</sub>		18	48
Kalsilite ?	KAlSiO <sub>4</sub>		53	
<b>Kanonaite</b>	(Mn,Al)AlSiO <sub>5</sub>	37	49	117
<b>Kaolinite</b>	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub>		51	126
<b>Kutnohorite</b>	Ca(Mn, Mg, Fe)(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>			60
<b>Langite</b>	Cu <sub>4</sub> (SO <sub>4</sub> )(OH) <sub>6</sub> .2 H <sub>2</sub> O		27,28	72
<b>Libethenite</b>	Cu <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> )(OH)	45,56	41	100
<b>Lithiophorite</b>	(Al,Li)Mn <sup>4+</sup> O <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub>		13	35
<i>Lohestite</i>	= ancien nom de kaolinite			126
<b>Magnetite</b>	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	52	15	43
<b>Malachite</b>	Cu <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub>	41,42,59,61,78	4,19,25,26	66
<b>Manganite</b>	MnO(OH)		12	37
<b>Marcasite</b>	FeS <sub>2</sub>		9	24
<b>Melonite</b>	NiTe <sub>2</sub>			28
<b>Mimetite</b>	Pb <sub>5</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> Cl		45	108
<b>Molybdenite</b>	MoS <sub>2</sub>		8	24
<b>Monazite-Ce</b>	(Ce,La,Nd,Th) PO <sub>4</sub>		39	96
<b>Muscovite</b>	KAl <sub>2</sub> (Si <sub>3</sub> Al)O <sub>10</sub> (OH,F) <sub>2</sub>	42	52	127
<b>Nsutite</b>	(Mn <sup>4+</sup> ,Mn <sup>2+</sup> )(O,OH) <sub>2</sub>			38
<i>Oligiste</i>	= variété d'hematite se débitant en lamelles			
<b>Olivenite</b>	Cu <sub>2</sub> AsO <sub>4</sub> (OH)			108
<b>Or natif</b>	Au		2	10
<b>Orthoclase</b>	KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>			131
<b>Ottrelite</b>	(Mn,Fe,Mg) <sub>2</sub> Al <sub>4</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>4</sub>	16	48,49	118
<b>Paragonite</b>	NaAl <sub>2</sub> (Si <sub>3</sub> Al)O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>			128
<b>Paratellurite</b>	TeO <sub>2</sub>	42	21	54
<b>Pennantite</b>	Mn <sub>5</sub> Al(Si <sub>3</sub> Al)O <sub>10</sub> (OH) <sub>8</sub>		51	124
<b>Pharmacosiderite</b>	KFe <sub>4</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (OH) <sub>4</sub> .6-7 H <sub>2</sub> O		45	110
<b>Piemontite</b>	Ca <sub>2</sub> (Al,Mn,Fe) <sub>3</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (OH)			120
<b>Plumbojarosite</b>	PbFe <sub>6</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> (OH) <sub>12</sub>		29	74
<b>Posnjakite</b>	Cu <sub>4</sub> (SO <sub>4</sub> )(OH) <sub>6</sub> .H <sub>2</sub> O		27	72

Pseudocoticule	= Cresse (roche)	54,55,56		
<b>Pseudomalachite</b>	$\text{Cu}_5(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4$	32,61	41,42	102
<i>Psilomélane</i>	Nom utilisé anciennement pour désigner les oxydes de manganèse ; l'espèce n'a en fait jamais été observée dans le massif de Stavelot.			
<b>Pyrrargyrite ?</b>	$\text{Ag}_3\text{SbS}_3$			24
<b>Pyrite</b>	$\text{FeS}_2$	52	9	26
<b>Pyrolusite</b>	$\text{MnO}_2$	37	12	38
<b>Pyromorphite</b>	$\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$		44	106
<b>Pyrophyllite</b>	$\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	16,24	52	130
<b>Pyrrhotite</b>	$\text{Fe}_{1-x}\text{S}$		9	28
<b>Quartz</b>	$\text{SiO}_2$	25,38	22	56
<b>Rhodocrosite</b>	$\text{MnCO}_3$	63,73,76	12,23,24	60
<b>Rutile</b>	$\text{TiO}_2$		17,18	46
<i>Salmite</i>	Ancien nom de chloritoïde et d'ottrelite			
Sericite	= mélange de micas			130
<b>Siderite</b>	$\text{FeCO}_3$		19,20,24	62
<b>Soufre</b>	S		2	10
<b>Spessartine</b>	$\text{Mn}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$	42,78	48	120
<b>Sphalerite</b>	$\text{ZnS}$		8	28
<b>Spionkoppite</b>	$\text{Cu}_{39}\text{S}_{28}$		6	21
<b>Stavelotite-La</b>	$\text{La}_3\text{Mn}^{2+}_3\text{Cu}^{2+}(\text{Mn}^{3+},\text{Fe}^{3+},\text{Mn}^{4+})_{26}(\text{Si}_2\text{O}_7)_6\text{O}_{30}$			120
<b>Strontiomélane</b>	$\text{SrMn}^{3+}_2\text{Mn}^{4+}_6\text{O}_{16}$		12	39
<b>Sudoite</b>	$\text{Mg}_2(\text{Al},\text{Fe})_3\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_8$		50,51	124
<b>Sursassite</b>	$\text{Mn}_2\text{Al}_3(\text{SiO}_4)(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{OH})_3$	77	47	121
<b>Teinite</b>	$\text{CuTeO}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$		21	54
<b>Tellure natif</b>	Te			10
<b>Tellurobismuthite</b>	$\text{Bi}_2\text{Te}_3$		10	28
<i>(Tenorite)</i>	Oxyde de cuivre retiré des minéraux recensés en Belgique.			
<b>Todorokite</b>	$(\text{Mn}^{2+},\text{Ca},\text{Mg})\text{Mn}^{4+}_3\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$			39
<b>Torbernite</b>	$\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8-12 \text{H}_2\text{O}$		43	104
<b>Meta-Torbernite</b>	$\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$		43	104
<b>Tourmaline</b>	$\text{Na}(\text{Fe},\text{Mg})_3\text{Al}_6\text{B}_3\text{Si}_6\text{O}_{27}(\text{OH})_4$		54	135
<b>Turquoise</b>	$\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	25,38,57	32,33,43	85
<b>Vantasselite</b>	$\text{Al}_4(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_3 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$	9,12	25,40	89
<b>Variscite</b>	$\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		36	91
<i>Viridine</i>	Ancien nom de andalousite et de kanonaite			
<b>Wardite</b>	$\text{NaAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$		34	87
<b>Wavellite</b>	$\text{Al}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH},\text{F})_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	12,14,57	37	93
<b>Wittichenite</b>	$\text{Cu}_3\text{BiS}_3$			21
<b>Wroewolfeite ?</b>	$\text{Cu}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_6 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$			72
<b>Wulfenite</b>	$\text{PbMoO}_4$		30,55	76
<b>Xenotime-Y</b>	$\text{YPO}_4$		39	96
<b>Yarrowite</b>	$\text{Cu}_9\text{S}_8$		6	21
Zircon ?	$\text{ZrSiO}_4$			137