

# La minéralogie des ardoisières de Vielsalm



Par Alain HANSON, géologue  
E-Mail : alain.hanson@skynet.be

Photographies de José Dehove, professeur honoraire de l'enseignement supérieur  
E-Mail : jose.dehove@skynet.be  
<http://perso.infonie.be/jose.dehove/>

## Généralités

Très tôt la richesse minéralogique de la région de Vielsalm a été liée au développement de l'industrie extractive locale, mais même après l'arrêt quasi définitif de toutes ces activités le nombre de découvertes d'espèces minéralogiques est resté important sur la commune.

Certaines de ces espèces constituaient des premières mondiales. Suivant Hatert et al. (2002), le premier minéral décrit sur le territoire de l'entité, attribuant Vielsalm pour « localité type », a été l'ottrélite (Dethier, 1818 ; Davreux, 1833). Ce minéral typique des roches du Salmien a, comme son nom l'indique, son gisement originel dans le village d'Ottre. La deuxième espèce originaire de Vielsalm est la davreuxite, observée sous le nom d'asbeste d'Ottre avant 1850 par Dumont et décrite en 1878 comme une nouvelle espèce par de Koninck (1878). L'appellation honore C.-J. Davreux (1800-1863) professeur de Minéralogie à l'Université de Liège. Parmi ces premières mondiales, l'espèce la plus médiatique grâce à l'esthétique des cristaux jaune orangé et à la taille des échantillons trouvés est l'ardennite-(As) nommée en hommage à la région de découverte. Elle fut décrite pour la première fois par von Lasaulx en 1872.

Les espèces plus récentes sont la vantasselite, la graulichite-(Ce) et la stavelotite-(La). La vantasselite se présente en rosettes blanches et est associée à d'autres phosphates sur les phyllades lie de vin du Thier de Regné (Groupe de la Salm) (Fransolet, 1987). Le minéral est dédié à R. Van Tassel (1916), minéralogiste à l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. La graulichite-(Ce) a été décrite par Hatert

et al. (2003) dans le quartzite du Groupe de Deville de la carrière de Hourt et nommée en hommage à J.-M. Graulich (1920-2001), Ingénieur des Mines et Directeur honoraire du Service Géologique de Belgique. La stavelotite-(La) est un silicate microscopique à structure complexe rencontré au Coreux (Bernhardt et al., 2005). Le nom de ce minéral se réfère au Massif de Stavelot, dans la bordure métamorphique duquel est localisé le gisement du Coreux (Salmchâteau).



Cristaux de graulichite-(Ce) translucide sur goéthite encroûtante sur quartz, Hourt. Champ : 2x1,5 mm. JD

En 1947, dans son ouvrage « Les minéraux de Belgique et du Congo belge », Buttgenbach dresse le premier inventaire des gisements minéralogiques de la commune de Vielsalm. Cet inventaire, filtré par la nomenclature actuelle des espèces reconnues, recensait 37 espèces. En 1976, la première édition du livre « Les Minéraux de Belgique » (Mélon, Bourguignon et Fransolet, 1976) répertoriait 59 espèces minéralogiques sur le territoire communal et la deuxième édition de cet ouvrage (Hatert et al., 2002) a porté ce nombre à 101 espèces, soit 39 % des 260 connues en Belgique. En 2008, le site Internet MINDAT inventorie pour Vielsalm 135 minéraux dont 120 espèces valides (<http://www.mindat.org/loc7959.html>). Avec 6 espèces nouvelles pour la science, dont

5 dans les gisements des formations du Groupe de la Salm, l'entité de Vielsalm représente à elle seule un tiers des 18 espèces décrites en Belgique à ce jour.

Si l'évolution des techniques d'investigation scientifique permet d'expliquer en partie cet accroissement, la grande variété minéralogique résulte aussi de l'originalité des compositions chimiques des roches du Groupe de la Salm (richesse des roches en manganèse et en aluminium), de la variabilité des paragenèses engendrées par les cycles orogéniques (déformations, métamorphisme, rétro-métamorphisme), de l'existence d'horizons plus compétents (cresses, pseudocoticules, filons de quartz) favorisant la circulation des fluides dans un massif constitué de roches relativement imperméables (phyllades et quartzophyllades). Le tout engendre localement des enrichissements significatifs en éléments rares tels que le béryllium, le cuivre, le tellure, le molybdène, l'uranium, les terres rares et l'arsenic. Un certain nombre des espèces identifiées est également généré par l'altération atmosphérique de ces roches, notamment dans les « verdos » rassemblant les déchets de l'industrie extractive.

## Les associations minérales observées

La variété des phénomènes géologiques a conduit à la formation d'associations minérales multiples responsables de la grande diversité minéralogique observée.

Une première famille de minéraux typiques du Groupe de la Salm à Vielsalm, trouve son origine dans l'action initiale d'un faible métamorphisme régional de type « schistes verts » (échauffement, décarbonatation et recristallisation des roches à une température maximale de 360 à 380°C et une pression de l'ordre de 1 à 2 kb, Kramm (1973)). Sur des roches riches en aluminium et en manganèse, de telles conditions engendrent la formation de nouveaux minéraux silicatés tels l'andalousite, l'ardennite-(As), la chlorite, la spessartine et l'ottrélite ou le chloritoïde comme constituants minéralogiques des cresses, coticules, phyllades et quartzophyllades. Ces minéraux cristallisent et grandissent au sein des roches englobant d'autres

minéraux. Ils sont identifiables par les « spots » de teintes différentes qu'ils peuvent former.

Une deuxième association correspond aux filons de quartz formés par sécrétion latérale dans ces roches et probablement à leurs dépens, à des températures proches de celles du métamorphisme, mais aussi plus faibles, et sous l'action de fluides libérés par ce dernier. Cet ensemble comprend les mêmes minéraux que la première association métamorphique mais ils se localisent alors dans le quartz filonien (e.g. paragenèse des filons de quartz à andalousite et davreuxite). Il est fréquent d'observer des modifications des roches métamorphiques aux épontes des filons. Schreyer et al. (2004) fixent en dessous de 300°C et à des pressions de 1 à 2 kb (kilobars), la formation des veines de quartz tardives à stavelotite-(La), kanonaïte, braunite et strontiomélane du Coreux. A ce type d'association formé par sécrétion latérale peuvent être reliés des filons de quartz à la minéralogie plus banale, avec l'apatite-(CaF), l'hématite, les chlorites, le rutile et les micas.

Un troisième ensemble comprend une série d'espèces (pyrophyllite, kaolinite...) formées par la déstabilisation de certains minéraux du métamorphisme des roches ou des filons de quartz à andalousite. Ce rétro-métamorphisme de l'andalousite se produit à température décroissante en présence d'une phase fluide, phénomène illustré par Theunissen (1970); Fransolet et al. (1977); Hanson (1983) et expliqué par Schreyer et al. (2004). Dans les conditions de pressions observées au Coreux (< 2kb), selon le modèle pétrogénétique proposé par ces auteurs, la déstabilisation de l'andalousite en pyrophyllite se produit aux environs de 365°C et celle de la pyrophyllite en kaolinite aux environs de 285°C. La kanonaïte la plus alumineuse  $(\text{Mn}_{0.5}\text{Al}_{0.5})\text{Al}[\text{SiO}_4\text{IO}]$  n'est stable qu'au dessus de 300°C par contre la plus riche en manganèse  $\text{MnAl}[\text{SiO}_4\text{IO}]$  quant à elle reste stable jusqu'aux environs de 170°C, l'apparition de ce dernier minéral dans son terme le plus manganésifère peut également être considérée comme un bon témoin de ce rétro-métamorphisme.

Un quatrième groupe de minéraux comprend une série de minéraux à éléments chimiques plus rares (Cu, Te, Au, P, Mn, As, Ce, U...) qui ont été lessivés

de l'encaissant et/ou concentrés au niveau de certains horizons (failles, cresses, filons, filons croiseurs recoupant les cresses ou d'autres filons, joints de stratification, diaclases...) par l'ensemble des fluides qui ont traversé et lessivé les roches du socle à l'échelle des temps géologiques et à différentes températures, lors des phénomènes de sécrétions latérales (Hatert, 1996). Ces éléments peuvent s'être surimposés à toutes les associations précédentes pour en engendrer des nouvelles (cresses à or et torbernite, filons de quartz à sulfures de cuivre). Notons que le groupe suivant ne constitue qu'un cas particulier du groupe 4, mis en place dans des conditions de température plus basse et d'apparition plus tardive dans l'histoire géologique.

Le cinquième groupe de minéraux trouve son origine dans l'intense altération qu'a subi le Massif de Stavelot durant l'ère Cénozoïque (Alexandre et Thorez, 1995). Elle serait responsable de la formation de la graulichite - (Ce) à Hourt (Hatert et al., 2003) par altération de l'arsénopyrite. L'altération de l'apatite-(CaF) et le lessivage du phosphore contenu dans les phyllades du Groupe de la Salm, conduisent à la formation de phosphates (crandallite, turquoise, wavellite, variscite...) surimposés aux veines de quartz à minéralogie banale, les transformant en veines de quartz à phosphates (Fransolet et Deliens, 1997). Dans le cas des filons de quartz à sulfures de cuivre, ces fluides phosphatés ont engendré la formation des phosphates de cuivre (libéthénite et pseudomalachite).

Ces transformations minérales se poursuivent actuellement sous l'action des agents atmosphériques. L'altération des sulfures de cuivre produit des sulfates (brochantite, langite, posnjakite, chalcoalumite et connellite), des carbonates (malachite et azurite) et des oxydes de cuivre (cuprite et delafossite) au Cahay. L'altération de l'arsénopyrite conduit à la formation des arsénates (pharmacosidérite...).

## Perspectives

Depuis plus de 50 ans, l'accroissement des découvertes résulte des patientes recherches menées sur les anciens sites d'extraction de surface ou souterrains

par les scientifiques et des amateurs éclairés, ainsi qu'à l'occasion de chantiers menés sur le territoire communal.

Il faut cependant regretter que certains ne voient dans ces minéraux qu'une source de profit et de thésaurisation, ce qui, en fonction de la petite taille de la plupart des gisements (filon croiseur, enclave dans les filons, bordure de filon...), entraîne une disparition rapide des affleurements (e.g. filons à ardennite), soustrayant à la science une bonne partie du matériel englobant les paragenèses les plus remarquables. Cela diminue d'autant, et parfois définitivement, la probabilité de nouvelle découverte.

Au milieu des années 80, les recherches sauvages pour l'améthyste menées au Sart Close, ont permis la découverte de pièces esthétiques de quartz, mais ont fait disparaître définitivement un filon permettant l'observation « in situ » des occurrences à otréélite et à florencite-(Ce) (Hanson, 1983), et, plus grave encore, elles ont probablement transformé en concassés la troisième occurrence à minéraux de tellure de Vielsalm, avant que celle-ci ne puisse être étudiée. Blondiau (2006) rapporte l'utilisation d'explosifs dans la recherche de minéraux de tellure au gîte de cuivre à Salmchâteau!

Dans ce contexte, le placement sous statut de protection (RN ou Monuments et Sites) des derniers sites intéressants (Coreux, Houpaix...) serait souhaitable. Cette protection s'envisagerait de manière conjointe avec la création d'un sentier géologique didactique visant à la formation du public (mettant en exergue la géologie régionale : contact de la couverture hercynienne, gîte de cuivre, affleurement de coticule et de cresse...). Certains sites, scientifiquement moins intéressants, seraient dédiés à la recherche des minéraux par les amateurs utilisant des moyens raisonnables.

## Description des Minéraux

Pour un inventaire scientifique et une description systématique des propriétés des espèces, le lecteur se référera aux différentes éditions du remarquable ouvrage « Les minéraux de Belgique » (Mélon et

al., 1976; Hatert et al., 2002). Pour une description iconographique relativement exhaustive des espèces minéralogiques du Groupe de la Salm, le lecteur peut consulter l'ouvrage « Description des espèces minérales présentes dans les gisements salmiens du Massif de Stavelot » (Blondiau, 2005 et 2006). Dans le but de ne pas surcharger le propos, nous ne présenterons que les espèces jugées les plus significatives, groupées par associations et nous nous contenterons de lister les autres en fin de chapitre.

## Les minéraux typiques du métamorphisme présents dans les roches et les filons de quartz

Andalousite :  $\text{Al}_2[\text{SiO}_4\text{IO}]$ . Nésosilicate

Couleur : Blanche, grise, bleuâtre, verdâtre, rosée et jaunâtre

Faciès : Masses et cristaux allongés (prismatiques) à sections orthogonales

Autres critères: Encapuchonnage fréquent par des phyllosilicates

Confusions : Possibles avec les « apatites » et l'albite, distinction possible grâce à la dureté plus élevée et l'encapuchonnage fréquent par des phyllosilicates

Gisements : Ce minéral de métamorphisme présent en grains dans les roches alumineuses du Salmien peut être observé en cristaux formant des « taches ou spots » dans l'ardoise et le coticule ainsi que dans les filons de quartz traversant les roches du Salmien. Il est observé à Vielsalm (Cahay), à Salmchâteau, à Bihain, à Ottré, à Sart et à Recht, toujours associé aux phyllosilicates (pyrophyllite, muscovite, chlorite, kaolinite). (Theunissen, 1970 ; Hanson, 1983; Theye et Fransolet, 1994 ; Hatert et al., 2002). L'andalousite est un minéral typique du métamorphisme régional de Vielsalm.

Ardennite-(As) :  $\text{Mn}_4(\text{Al,Mg})_6 [(\text{SiO}_4)_2\text{I}(\text{Si}_3\text{O}_{10})\text{I}(\text{AsO}_4, \text{VO}_4)\text{I}(\text{OH})_6]$

Ardennite-(V) :  $\text{Mn}_4(\text{Al,Mg})_6 [(\text{SiO}_4)_2\text{I}(\text{Si}_3\text{O}_{10})\text{I}(\text{VO}_4, \text{AsO}_4)\text{I}(\text{OH})_6]$

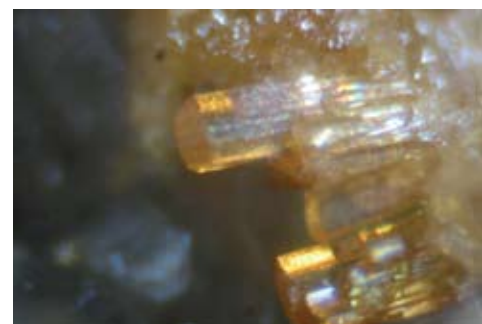
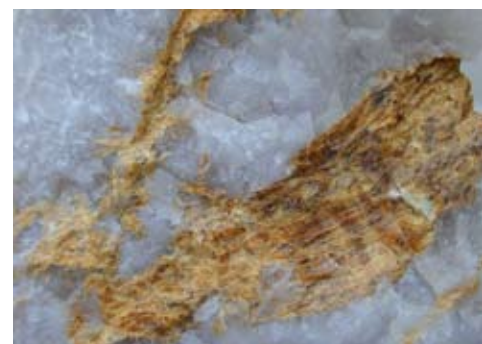
Aluminosilicate complexe de manganèse avec arsenic et vanadium

Couleur : Orange, jaune paille et rougeâtre

Faciès : Toujours en cristaux allongés (prismatiques) striés

Autres critères: Teinte orange par transparence

Gisements : Ce minéral constituant de certaines roches manganésifères alumineuses du Groupe de la Salm (Theye et Fransolet, 1994), peut être observé en cristaux dans les filons de quartz à Salmchâteau (Coreux et Château) ainsi qu'à Bihain (Fransolet, 1982), dans les haldes des mines de manganèse (Aux Minières) et dans les cavités tapissées de quartz des bancs de coticule du gisement à vantasselite du Thier de Regné (Hatert et al., 2002).



**Haut:** Spots d'andalousite verte rétrotransformée en pyrophyllite blanche dans quartz, Regné. Champ (largeur x hauteur) : 30x20 mm. AH

**Milieu:** Cristaux jaunes d'ardennite dans une veine de quartz, Salmchâteau. Champ : 60x35 mm. AH

**Bas:** Cristaux jaunes d'ardennite, Salmchâteau. Champ : 1x0,75 mm. JD



Les « chlorites » avec parmi les membres du groupe (Phyllosilicates)

Clinochlore :  $(\text{Mg,Fe})_5 \text{Al}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_8$

Sudoïte :  $(\text{Mg,Fe})_2\text{Al}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_8$

Cookéite :  $\text{LiAl}_4[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_8$

Couleur : Noire verdâtre, verte (chloros en grec), dorée, grisâtre pour le clinochlore

Blanche verdâtre, bleuâtre, grisâtre pour la sudoïte

Blanche grisâtre à reflets métalliques pour la cookéite

Faciès : Agrégats écailleux en feuillets, groupés en boules de lamelles non élastiques

Confusions : Les lamelles de micas sont élastiques, la pyrophyllite est plus tendre

Gisements : Clinochlore : Un des minéraux les plus abondants de la région de Vielsalm, présent à la fois dans les roches et les filons de quartz (Bihain, Otré, Vielsalm et Salmchâteau) (Fransolet, 1979 et 1987, Hatert et al., 2002).

Sudoïte : minéral fréquent des filons alumineux riches en andalousite de la région de Vielsalm (Recht, Sart, Bihain, Otré, Vielsalm et Salmchâteau) (Fransolet et Bourguignon, 1978b; Kramm, 1980; Hanson, 1983; Hatert et al., 2002).

Cookéite : minéral rare, signalé dans les filons de quartz à Fraiture (Gustine (2002) référence citée in Blondiau, 2006).

Les « chloritoïdes » (Nésosilicates)

Chloritoïde :  $(\text{Fe,Mg,Mn})\text{Al}_2[\text{SiO}_4](\text{OH})_2\text{IO}$

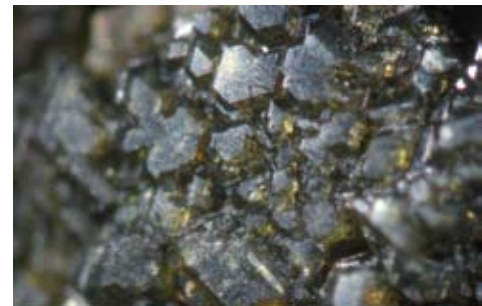
Otrélite :  $(\text{Mn,Fe,Mg})\text{Al}_2[\text{SiO}_4](\text{OH})_2\text{IO}$

Couleur : Noir, vert bouteille, vert (chloros en grec) et grisâtre

Faciès : Lamelles non élastiques à contours arrondis dans le phyllade, cristaux à 6 côtés, dans les filons

Confusions : Plus dur et de couleur plus foncée que les chlorites et les micas

Gisements : Otrélite : Un des minéraux emblématiques de Vielsalm, ce minéral de métamorphisme peut être observé en « spots » dans beaucoup de niveaux de phyllades salmiens, parfois colorés en noir par l'hématite et en cristaux vert bouteille dans certains filons de quartz à Vielsalm, ainsi qu'à Salmchâteau, Otré et Bihain (Hanson, 1983; de Béthune et Fransolet, 1986; Theye et Fransolet, 1994 ). L'otréélite sensu stricto implique un site cristallographique dans lequel le manganèse excède le fer. Souvent cette teneur en manganèse ne domine pas, il s'agit alors de chloritoïde (Hatert et al., 2002). Chloritoïde et otrélite peuvent être rencontrés dans le Salmien.



**Haut:** Rosette de clinochlore (chlorite) de couleur verte sur quartz, Vielsalm. Champ : 4,5x6 mm. JD

**Milieu H:** Cristaux en fines plaquettes orange pâle de sudoïte (chlorite) avec quartz, Otré. Champ : 4x3 mm. JD

**Milieu B:** Phyllade à paillettes de chloritoïde, Bihain. Champ : 70x60 mm. AH

**Bas:** Otrélite cristallisée. Otré, Champ : 2 x 1,5 mm. JD

L'observation macroscopique ne permettant pas une identification précise, une certaine confusion semble exister dans l'étiquetage des échantillons des anciennes collections et celles des amateurs.

**Micas alumineux (Phyllosilicates) :**

Muscovite  $\text{KAl}_2[(\text{Si}_3\text{AlO}_{10})\text{I}(\text{OH},\text{F})_2]$

Paragonite  $\text{NaAl}_2[(\text{Si}_3\text{AlO}_{10})\text{I}(\text{OH},\text{F})_2]$

Couleur : Incolore, blanche, rose, jaunâtre et grisâtre

Faciès : lamelles déformées

Autres critères: lamelles flexibles

Gisements : La muscovite est la plus fréquente, dans certains filons de quartz notamment à Bihain, Regné, Ottré, Salmchâteau et Vielsalm (Kramm, 1979; Hanson, 1983; de Béthune et Fransolet, 1986).

**Magnétite :  $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2\text{O}_4$ . Oxyde de fer**

Couleur : Noire, parfois brunâtre

Faciès : Masses, cristaux octaédriques

Autres critères: Magnétisme

Gisements : Minéral de métamorphisme en grains octaédriques dans les phyllades salmiens de Vielsalm, parfois transformé en hématite (martite) (Corin, 1927).

**Spessartine :  $\text{Mn}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$ . Nésosilicate, famille des grenats**

Couleur : Incolore, blanche, rose, jaunâtre et grisâtre

Faciès : Masses, microcristaux sphériques

Gisements : Fréquents, minéral de métamorphisme qui donne ses propriétés au coticule, dans les roches et en bordure de certains filons de quartz notamment à Salmchâteau et Vielsalm (Buttgenbach, 1922).

**Gauche:** Cristaux orange de spessartine, Salmchâteau.

Champ : 2x1 mm. ES

**Droite:** Cristaux rosés de spessartine, Salmchâteau.

Champ : 6x4,5 mm. JD



## Les minéraux visibles dans les filons de quartz

**Apatite-(CaF) :**  $\text{Ca}_5[(\text{PO}_4)_3](\text{F,OH,Cl})$ . Phosphate de calcium

Couleur : Incolore, blanche, rose, jaunâtre et grisâtre

Faciès : Masses, microcristaux sphériques ou prismes hexagonaux

Autres critères: Fluorescente en orange ou jaune vif

Gisements : La fluorapatite est fréquente, dans certains filons de quartz notamment à Bihain, Sart, Fraiture, Salmchâteau et Vielsalm (Pisani, 1877; du Ry et al., 1976; Krygier, 1982 ; Hanson, 1983).

**Davreuxite :**  $\text{Mn}^{2+}\text{Al}_6\text{Si}_4\text{O}_{17}(\text{OH})_2$ . Aluminosilicate complexe de manganèse

Couleur : Blanc, crème, rosâtre

Faciès : Masses fibreuses allongées se débitant transversalement, souvent altérées en kaolinite

Gisements : Masses fibreuses allongées associées à la pyrophyllite dans les filons de quartz à Salmchâteau, Ottré, Regné et Vielsalm (Fransolet et Bourguignon, 1976 et 1978a ; Hanson, 1983; Fransolet et al., 1984; Van der Meersche, 2000).

**Hématite :**  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Oxyde de fer

Couleur : Noire, gris acier mais rouge en fines esquilles

Faciès : Masses, lamelles épaisses hexagonales

Autres critères: Stries triangulaires à 60° provoquant un débitage « en triangle »

Gisements : Très fréquente dans les filons de quartz et parfois riche en manganèse, elle a été rencontrée en de très nombreux endroits de la commune de Vielsalm (Bourguignon et Toussaint, 1955).

**Quartz :**  $\text{SiO}_2$ . Oxyde et tectosilicate

Couleur : Incolore, blanc laiteux, mauve (améthyste)

Faciès : Masses blanches, cristaux prismatiques à section hexagonale

Gisements : Minéral présent dans toutes les roches de la région de Vielsalm, il est aussi le principal constituant des filons qui lardent de blanc laiteux le Groupe de la Salm.



**Haut:** Davreuxite fibreuse de teinte blanc nacré, Ottré.  
Champ : 20x15 mm. JD

**Bas:** Hématite (grise) avec stries à 60° dans du quartz filonien, Vielsalm.  
Champ : 40x30 mm. AH

Rutile :  $\text{TiO}_2$ . Oxyde de titane

Couleur : Rouge vif, orange, jaune à gris

Faciès : Masses tricotées (sagénite), microcristaux striés, baguettes minces

Autres critères: Macles fréquentes en genoux ou en V

Gisements : Fréquent, dans certains filons de quartz notamment à Ottré, Bihain, Salmchâteau et Vielsalm (de Raw, 1911).

**Gauche:** Macle du rutile (cristaux orange) dans du quartz, Vielsalm.

Champ : 2x1,5 mm, JD

**Droite:** Rutile (variété sagénite) de couleur orange et cristaux verts de libéthénite, Vielsalm. Champ : 4x3 mm. JD



### Les minéraux formés à des températures décroissantes

Kanonaïte :  $\text{Mn}^{3+}\text{Al}[\text{SiO}_4\text{IO}]$ . Nésosilicate avec aluminium et manganèse

Couleur : Noir, vert bouteille, verdâtre

Faciès : Microcristaux prismatiques à sections orthogonales dans la roche violette ou le quartz

Autres critères: L'encapuchonnage fréquent par des phyllosilicates blancs et l'association à la muscovite manganésifère rose (allurgite)

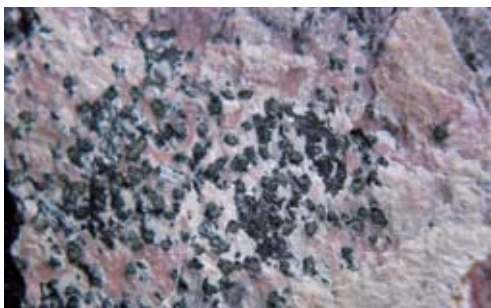
Gisements : Ce minéral de métamorphisme de plus basse température, à rapprocher de l'andalousite par sa structure cristallographique, présent en grains dans les roches alumineuses violacées, peut être observé en cristaux formant des « taches ou spots » verdâtres. Il est également présent dans les filons de quartz traversant ces roches du Groupe de la Salm, au Coreux (Kramm, 1979; Schreyer et al., 2001) et Aux Minières (Bihain). Selon l'expérimentation, l'enrichissement en Mn de la kanonaïte dans ces veines semble avoir été favorisé par l'abaissement des températures après le maximum du métamorphisme (Schreyer et al., 2001 et 2004).

**Gauche:** Kanonaïte verte dans une matrice de muscovite rose, Salmchâteau.

Champ : 20x15 mm. JD

**Droite:** Kanonaïte verte, Salmchâteau.

Champ : 4x3 mm. JD





Pyrophyllite :  $\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ . Phyllosilicate

Couleur : Incolore, blanche, rose, jaunâtre et grisâtre

Faciès : Lamelles déformées et flexibles

Confusions : Rayé par l'ongle et lamelles moins dures que les micas

Gisements : Fréquent, dans certains filons de quartz à andalousite notamment à Hebronval, Regné, Ottré, Sart, Salmchâteau et Vielsalm (Fransolet et Bourguignon, 1978a ; Fransolet, 1979 ; Hanson, 1983 ; Hatert et al., 2002) où elle se forme notamment par déstabilisation de l'andalousite à température décroissante en présence de quartz et d'une phase fluide.



### Les minéraux des enrichissements en éléments chimiques particuliers

Arsénopyrite :  $\text{FeAsS}$ . Sulfure, arséniure de fer

Couleur : Fraîche : gris acier, altération : brune et noire

Faciès : Masses et cristaux avec altérations brunes et jaunes d'oxydes et arsénates de fer

Confusions : Teinte plus dorée pour la pyrite qui est plus rare dans le Groupe de la Salm

Gisements : A Vielsalm, ce minéral rare (Buttgenbach, 1921 ; Hatert, 1997) forme des cristaux maclés dans les phyllades ardoisiers du sommet du Cahay et des cristaux altérés dans les filonnets de quartz les traversant (Carrière Pignon et George Jacques / Fosse Roulette) (Blondiau, 2006). Le minéral est toutefois plus abondant dans le Groupe de Deville à Grand Halleux (Hanson et al., 1999) associé à d'autres sulfures (pyrite, marcassite, galène...) (Hatert et al, 2002).



Bornite :  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ . Sulfure de cuivre et fer

Couleur : Fraîche : bronzée, altération : irisée, noire

Faciès : Masses difformes opaques irisées avec altérations brunes de fer et vertes de cuivre

Confusions : Impossible avec les teintes d'irisation que présente le minéral

**Haut:** Rosettes de pyrophyllite nacrée, Reicht. Champ : 300x220 mm, AH

**Milieu:** Macle de l'arsénopyrite sur quartz, Vielsalm. Champ : 4x3,5 mm. JD

**Bas:** Bornite (irisée à éclat métallique) sur quartz (blanc) et hydroxydes de fer (brun), Vielsalm, 45x30 mm. AH

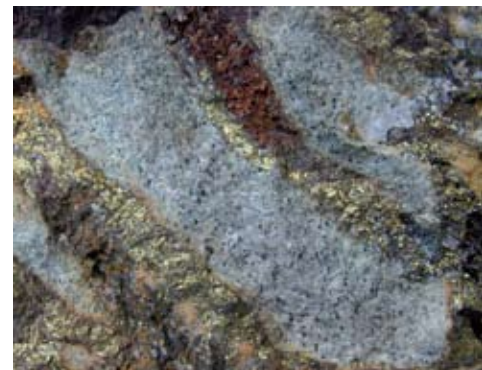
Gisements : Un des minéraux de cuivre les plus abondants à Vielsalm (de Koninck, 1871), ce minéral d'identification facile peut être observé en veinules dans les roches (phyllades et cresses) et dans les filons de quartz à Vielsalm, (Cahay) (Hatert, 2005) ainsi qu'à Salmchâteau (Old Rock, gîte de cuivre) (du Ry, 1976), Ottré et Verleumont (Hatert et al., 2002). L'altération verte et brune typique, permet souvent de localiser le minéral dans l'empierrement des chemins réalisés à partir des déblais de carrière.

**Chalcocite :**  $\text{Cu}_2\text{S}$ . Sulfure de cuivre

Couleur : Gris de plomb passant à noir bleuté

Faciès : Microcristaux pseudo hexagonaux, maclés, masses et veinules

Gisements : Minéral de cuivre très fréquent dans les cresses et filons de quartz à Salmchâteau et à Vielsalm (Buttgenbach, 1921; Krygier, 1982; Hatert, 1996).



**Chalcopyrite :**  $\text{CuFeS}_2$ . Sulfure de cuivre et de fer

Couleur : Fraîche : dorée, altération : irisée, verdâtre

Faciès : Masses difformes opaques irisées avec altérations brunes (fer) et vertes (cuivre)

Confusions : Impossible avec les teintes d'irisation que présente le minéral

Gisements : Un des minéraux de cuivre les moins abondants à Vielsalm, ce minéral associé à la bornite peut être observé en veinules dans les roches et dans les filons de quartz à Vielsalm (Cahay) ainsi qu'à Salmchâteau (Old Rock) (du Ry, 1976; Hatert, 1996). Comme pour la bornite, l'altération verte et brune typique, permet souvent de localiser le minéral.



**Florencite-(Ce) :**  $\text{CeAl}_3[(\text{PO}_4)_2\text{I}(\text{OH})_6]$ . Phosphate alumineux de terres rares

Couleur : Orangée, rougeâtre, jaunâtre

Faciès : microcristaux hexagonaux, rhomboèdres étirés

Gisements : Dans certains niveaux de coticule, en tant que minéral de métamorphisme comme constituant de la roche (Theunissen et Martin, 1969) et surtout bien exprimé dans les filons de quartz notamment à Recht, Salmchâteau et Vielsalm (Hanson, 1983; Hatert et al., 2002) et à Fraiture.

**Haut:** Filon de chalcopyrite (jaune verdâtre à éclat métallique) dans un phyllade à chloritoïde, Lierneux.

Champ : 70x53 mm. AH

**Milieu:** Cristaux de chalcopyrite, Vielsalm (Cahay).

Champ : 2x1,5 mm. JD

**Bas:** Cristaux orange de florencite-(Ce), Salmchâteau.

Champ : 2x1,5 mm. JD

Or natif : Au. Élément

Couleur : Jaune doré

Cassure : quelconque, ductile et malléable, se déforme à la pression

Faciès : masses difformes et grains

Gisements : Extrêmement rare dans certains filons de quartz et dans les cresses à Salmchâteau et Vielsalm (Van Der Meersche, 1993 et 2001) mais très fréquent à Hourt dans le Groupe de Deville (Hanson et al., 1999). Selon ces derniers auteurs, l'or des filons de quartz des groupes de la Salm et de Deville peut constituer une des sources primaires de l'or alluvionnaire exploité en Ardenne dès l'époque celtique (Dumont, 1980).

Torbernite :  $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

Métatorbernite :  $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  Phosphate d'uranyle et de cuivre

Couleur : Verte, terne pour la métatorbernite

Faciès : Cristaux en tablettes orthogonales

Autres critères: Seul minéral radioactif

Gisements : Rare dans certaines cavités de filonnets de quartz à fluorapatite associés aux cresses et surtout fréquente avec la turquoise dans les cresses notamment à Salmchâteau, Otré et Vielsalm (Gesàro, 1897). A l'air, les échantillons de torbernite ont tendance à se transformer spontanément en métatorbernite par déshydratation.

### Les minéraux de l'altération

Brochantite :  $\text{Cu}_4[(\text{SO}_4)\text{I}(\text{OH})_6]$ . Sulfate de cuivre

Couleur : Vert émeraude

Faciès : Enduits et microcristaux aux terminaisons arrondies, altérations des sulfures de cuivre

Confusions : Si dans l'acide dilué la malachite fait effervescence, la brochantite se dissout sans effervescence

Gisements : Minéral de cuivre très fréquent en altération atmosphérique des sulfures de cuivre (bornite, chalcocite) à Vielsalm (Cahay, cluse de la Salm), Salmchâteau ainsi que dans les autres indices à sulfures de cuivre (Otré) (Hatert et al., 2002 ; Blondiau, 2006).



**Haut:** Or, libéthénite (cristaux verts), turquoise (bleu pâle), apatite (2 cristaux translucides au centre de l'image) sur quartz, Salmchâteau.

Champ : 2x1,5 mm. JD

**Bas:** Brochantite verte pseudo-morphosant un cristal de langite, Vielsalm (Cahay).

Champ : 2x1,5 mm. JD

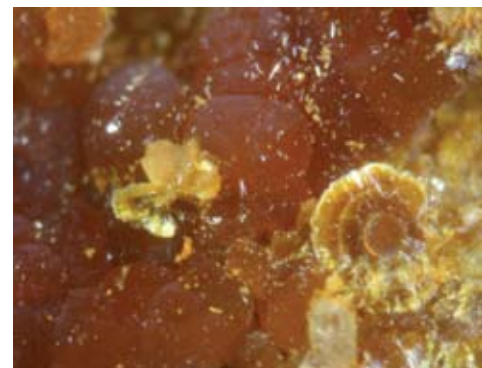
Cacoxénite :  $\text{Fe}_{24}\text{Al}[(\text{PO}_4)_{17}\text{IO}_6](\text{OH})_{12} \cdot 75\text{H}_2\text{O}$ .  
Phosphate hydraté de fer

Couleur : Rouge brun à jaunâtre, orangée parfois zonée en cocardes

Faciès : Microcristaux prismatiques groupés en rosettes concentriques

Confusions : Possible avec les oxydes et hydroxydes de fer (souvent terreux)

Gisements : Minéral microscopique et fragile très fréquent sur les joints et diaclases des phyllades de la région de Bihain (Fouassin et al., 1975) associé à la wavellite et la vantasselite (Fransolet, 1987), également observé à Salmchâteau et à Vielsalm.



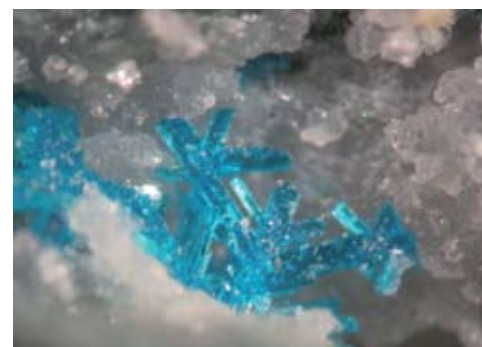
Cryptomélane :  $\text{K}(\text{Mn}^{4+}, \text{Mn}^{2+})_8\text{O}_{16}$ . Oxyde de manganèse

Couleur : Noir à noir bleuté

Faciès : Masses noires mamelonnées

Confusions : Toujours possible avec les autres oxydes de manganèse

Gisements : Oxyde de manganèse le plus fréquent (Fransolet et Mélon, 1975) dans les filons de quartz et sur les phyllades à Salmchâteau, Bihain et à Vielsalm (Fransolet, 1979). Principal minerai de manganèse exploité dans la région.



Langite :  $\text{Cu}_4[(\text{SO}_4)(\text{OH})_6] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Sulfate de cuivre

Couleur : Bleue, transparente en fines esquilles

Faciès : Microcristaux plats, prismes et groupements à 60°

Gisements : Fréquente, dans certains filons de quartz à sulfures de cuivre, préférentiellement dans les produits d'oxydation atmosphérique de la chalcocite à Salmchâteau et à Vielsalm (Cesàro, 1897).



Libéthénite :  $\text{Cu}_2[(\text{PO}_4)(\text{OH})]$ . Phosphate de cuivre

Couleur : Vert, vert tendre

Faciès : Masses radiées, microcristaux pseudo-octaédriques

Gisements : Fréquent, sur phyllades et dans les cresses et dans certains filons de quartz notamment ceux riches en sulfures de cuivre et fluorapatite à Salmchâteau et Vielsalm (Cesàro, 1897 et 1905).

**Haut:** Sphérulites de cacoxénite dont une cassée montre la structure rayonnante et la croissante en couches. Gerbe de cacoxénite à gauche, Bihain. Champ : 4x3 mm. JD

**Milieu:** Cristaux maclés de langite (bleu clair), Vielsalm. Champ : 2x1,5 mm. JD

**Bas:** Têtes de cristaux (verts) de libéthénite. Enduit de goethite (rouge), Vielsalm. Champ : 2x1,5 mm. JD



Malachite :  $\text{Cu}_2[(\text{CO}_3)(\text{OH})_2]$ . Carbonate de cuivre

Couleur : Verte, blanchâtre, verdâtre

Faciès : Masses floconneuses, microcristaux prismatiques ou fibres, cocardes

Confusions : L'effervescence à l'acide dilué la distingue de la pseudomalachite et de la brochantite

Gisements : Fréquent, par altération des sulfures de cuivre, dans certains filons de quartz et sur le phyllade notamment à Salmchâteau et Vielsalm.

Pseudomalachite :  $\text{Cu}_5[(\text{PO}_4)(\text{OH})_2]_2$ . Phosphate de cuivre

Couleur : Vert, vert bleuté

Faciès : Masses globulaires et encroûtement, parfois fibreux et zonés

Gisements : Fréquente, sur phyllades, dans les cresses et dans certains filons de quartz notamment ceux riches en sulfures de cuivre et fluorapatite à Salmchâteau et Vielsalm (Cesàro, 1897; du Ry et al, 1976).

Turquoise :  $\text{Cu}(\text{Al},\text{Fe})_6[(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ .  
Phosphate d'aluminium et de cuivre

Couleur : Bleuâtre, verdâtre, jaunâtre et grisâtre

Faciès : Masses, boules de cristaux, microcristaux aigus ou enduits

Gisements : Fréquente, dans certaines cavités de filons de quartz à apatite et phosphates d'aluminium, dans les cresses et sur phyllade notamment à Bihain, Fraiture, Salmchâteau, Thier de Regné, Otré et Vielsalm (Van Wambeke, 1958; Fransolet, 1979 ; Hanson, 1983; Fransolet, 1987). Signalés pour la première fois par Van Wambeke (1958), la présence systématique dans les gisements de la région de Vielsalm de cristaux bien formés est exceptionnelle.

Vantasselite :  $\text{Al}_4[(\text{PO}_4)(\text{OH})]_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ . Phosphate d'aluminium

Couleur : Blanche, rose, jaunâtre et grisâtre

Faciès : Microcristaux à clivage parfait micacé à éclat nacré, boules, cocardes

Gisements : Fréquente, dans certains filons de quartz et sur les joints des phyllades notamment dans sa localité type au Thier de Regné à Bihain (Fransolet, 1987) et à Menil.



**Haut:** Sphérules constitués de cristaux aciculaires de malachite, Vielsalm.  
Champ : 2x1,5 mm. JD

**Milieu H:** Aspect mamelonné de la pseudomalachite, Vielsalm.  
Champ : 6x4,5 mm. JD

**Milieu M:** Microcristaux de turquoise, Vielsalm.  
Champ : 6x4,5 mm. JD

**Milieu B:** Structure radiaire de la vantasselite, Bihain.  
Champ : 6x4,5 mm. JD

**Bas:** Structure radiaire de la vantasselite sur gangue, Bihain.  
Champ : 16x12 mm. JD

Wavellite :  $\text{Al}_3[(\text{PO}_4)_2(\text{OH},\text{F})_3] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Phosphate d'aluminium

Couleur : Incolore, blanche, rose, jaunâtre et grisâtre

Faciès : Microcristaux, gerbes de prismes, mamelons sphériques, cocardes

Gisements : Fréquente et tardive (Fransolet et Deliens, 1997) dans certains filons de quartz notamment à Bihain, Thier de Regné, Otré, Salmchâteau et Vielsalm (de Rauw, 1910 ; Fransolet, 1987 ; Fransolet et Deliens, 1997) avec vantasselite, variscite et turquoise, mais aussi sur les joints des phyllades avec cacoxénite et oxydes de manganèse.

## Lexique :

**Cresse :** Terme utilisé par les ouvriers extrayant l'ardoise pour décrire les roches plus grossières qu'ils identifiaient à du grès recoupant l'ardoise. Pétrologiquement, cette roche constituée d'un assemblage de spessartine, phyllosilicates et quartz, se rapproche d'une spessartinite très grossière et quartzifère, ce qui lui vaut aussi le nom de pseudocoticule.

**Enclave :** Fragment d'éponte inclus dans les filons de quartz, ces roches portent généralement la trace de profondes transformations. Leur intérêt minéralogique résulte de la circulation des fluides qui a souvent eu une action plus intense sur ces roches que sur les épontes en place.

**Paragenèse :** Association de minéraux dans une roche donnée, présentant une communauté d'origine, et résultant de processus géologiques et géochimiques donnés. Ce terme désigne dans les roches métamorphiques les associations de minéraux qui sont ensemble stables dans certaines conditions de température et de pression (Foucault et Raoult, 1988).

**Rétrométamorphisme :** Transformation par métamorphisme d'une roche métamorphique en une autre roche métamorphique de faciès minéral de degré (d'intensité) plus faible que le faciès initial (Foucault et Raoult, 1988).



**Haut:** Cristaux aciculaires de wavellite, Bihain.  
Champ : 6x4,5 mm. JD

**Milieu:** Gerbe de cristaux translucides de wavellite sur turquoise verte, Vielsalm.  
Champ : 6x4,5 mm. JD

**Bas:** Structure fibroradiée (rosettes) de wavellite sur gangue, Vielsalm.  
Champ : 32x24 mm, JD

## Les autres minéraux qui peuvent être rencontrés

Les minéraux suivants, moins fréquents, rares ou microscopiques sont également mentionnés dans la littérature (Hatert et al., 2002 et Blondiau, 2006) pour les roches du Groupe de la Salm.

**Albite** :  $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ . Ce minéral, présent en grains dans les roches, peut cristalliser dans les filons de quartz traversant les roches du Groupe de la Salm, il est observé à Salmchâteau, associé à l'ardennite, dans la tranchée du chemin de fer, ainsi qu'au Coreux avec la kanonaïte verte et les oxydes de manganèse.

**Altaïte** :  $\text{PbTe}$ . En inclusions microscopiques dans les sulfures à Vielsalm.

**Anatase** :  $\text{TiO}_2$ . En plaquettes rectangulaires brunes ou bipyramides noires à Vielsalm.

**Anilite** :  $\text{Cu}_7\text{S}_4$ . En masses indiscernables avec la digénite à Salmchâteau.

**Azurite** :  $\text{Cu}_3[(\text{CO}_3)(\text{OH})_2]$ . Signalée en masses bleues à Salmchâteau et Vielsalm.

**Balyakinite** :  $\text{CuTeO}_3$ . Microscopique en masses vert bleuâtre avec la téinïte à Salmchâteau

**Béryl** :  $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{Si}_6\text{O}_{18})$ . Minéral très dur observé dans la malachite à Salmchâteau et avec euclase à Ottré. Les variétés précieuses de béryl (émeraude...) sont absentes de nos contrées.

**Biotite** :  $\text{K}(\text{Mg},\text{Fe})_3[(\text{Al},\text{Fe})\text{Si}_3\text{O}_{10}](\text{OH},\text{F})_2$ . Micas bruns, signalés à Salmchâteau et Regné.

**Braunite** :  $\text{Mn}^{2+}\text{Mn}^{3+}_6[(\text{SiO}_4)\text{IO}_8]$  Oxyde de manganèse signalé au Coreux.

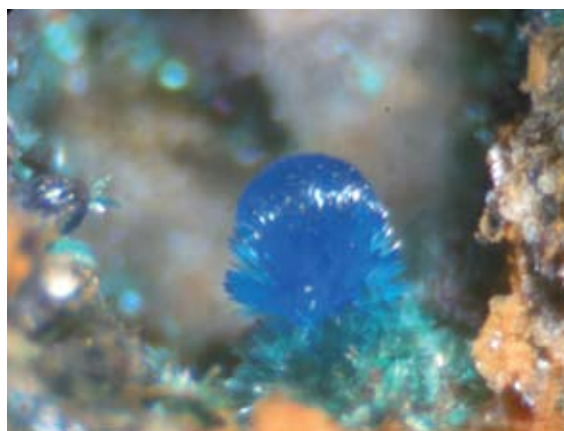
**Cérusite** :  $\text{Pb}(\text{CO}_3)$ . En masses grises sur galène altérée à Vielsalm.

**Chalcoalumite** :  $\text{CuAl}_4[(\text{SO}_4)(\text{OH})_{12}] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . En masses bleu vert dans le gîte de cuivre à Salmchâteau.

**Chalcophyllite** :  $\text{Cu}_{18}\text{Al}_2[(\text{SO}_4)(\text{AsO}_4)(\text{OH})_9]_3 \cdot 33\text{H}_2\text{O}$ . En lamelles bleues à Vielsalm.

**Cobaltite** :  $\text{CoAsS}$ . En inclusions microscopiques dans la bornite à Vielsalm.

**Connellite** :  $\text{Cu}_{19}[\text{Cl}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_{32}] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . En touffes bleues à Vielsalm.



Touffe bleue de connellite, Vielsalm (Cahay). Champ : 1x0,75 mm. JD

**Covellite** :  $\text{CuS}$ . Minéral de cuivre en microcristaux hexagonaux lamellaires bleu métallique à trace noire dans les filons de quartz à Salmchâteau et à Vielsalm.

**Crandallite** :  $\text{CaAl}_3[(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_5] \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Pustules blanc crème à Vielsalm et cristaux à Salmchâteau.

**Cuivre natif** : Cu. Rougeâtre avec cuprite dans le quartz, en masses dans les cresses et en enduits sur le phyllade à Vielsalm.

**Cuprite** :  $\text{Cu}_2\text{O}$ . Rouge dans le quartz et en enduits sur le phyllade à Vielsalm et Salmchâteau.



Cristal octaédrique de cuprite (rouge), Vielsalm.  
Champ : 2x1,5 mm. JD

**Delafossite** :  $\text{CuFeO}_2$ . Noire dans les quartz riches en minéraux de cuivre altérés à Vielsalm et Salmchâteau.

**Dickite** :  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ . Minéral blanc neige, nacré, parfois jaunâtre et grisâtre en masses floconneuses et lamelles cristallines dans les cavités des filons. La dickite est présente dans certains filons de quartz surtout en association avec l'ottrélite cristallisée vert bouteille à Vielsalm et Ottré, ainsi qu'avec la florencite-(Ce) à Salmchâteau.

**Digénite** :  $\text{Cu}_9\text{S}_5$ . Noir métallique en altération des sulfures de cuivre à Vielsalm et Salmchâteau.

**Djurleite** :  $\text{Cu}_{31}\text{S}_{16}$ . Noir brillant dans les quartz riches en cuivre à Vielsalm et Salmchâteau.

**Euclase** :  $\text{BeAl}[\text{SiO}_4](\text{OH})$ . Blanche, signalée par son bon clivage avec ottrélite dans le quartz à Ottré.

**Ferrimolybdite** :  $\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ . Fibres jaunes sur le quartz et le phyllade avec molybdénite, Vielsalm.

**Gahnite** :  $\text{ZnAl}_2\text{O}_4$ . Cristaux microscopiques bleuâtres au Coreux et à Bihain.

**Galène** : PbS. Cristaux gris de plomb métallique sur quartz, altérée à Vielsalm.

**Goethite** :  $\text{Fe}^{3+}\text{O}(\text{OH})$ . Enduits bruns à noirs, excessivement fréquents, dans les filons de quartz à sulfures et sur les phyllades notamment à Salmchâteau et Vielsalm.

**Graemite** :  $\text{Cu}[\text{TeO}_3] \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Enduit vert avec teinite à Salmchâteau.

**Gypse** :  $\text{Ca}[\text{SO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Cristaux incolores sur phyllade à Vielsalm.

**Hausmannite** :  $\text{Mn}^{2+}\text{Mn}^{3+}_2\text{O}_4$ . Minéral noir, à poussière brune, trouvé une seule fois à Bihain.

**Hollandite** :  $\text{BaMn}^{3+}_2\text{Mn}^{4+}_6\text{O}_{16}$ . Cristaux aciculaires noirs dans le quartz au Coreux.

**Idaïte** :  $\text{Cu}_3\text{FeS}_4$ . Plages bronzées associées à la bornite altérée à Vielsalm.

**Illite** :  $\text{K}_{0,65}\text{Al}_2(\text{Si}_{3,35}\text{Al}_{0,65})\text{O}_{10}(\text{OH},\text{F})_2$ . Micas incolore ou blanc en lamelles flexibles.

**Ilménite** :  $\text{FeTiO}_3$ . Cristaux noirs dans quartz avec rutile sagénite à Vielsalm.

**Kaolinite** :  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ . Enduits terreux blanc neige parfois jaunâtre et grisâtre. Minéral très fréquent, la kaolinite peut être observée dans les « spots » à andalousite des phyllades salmiens et dans les produits d'altération des minéraux alumineux.



**Lithiophorite** :  $(\text{Al},\text{Li})\text{Mn}^{4+}\text{O}_2(\text{OH})_2$ . Masses noires à Vielsalm, Bihain, Ottré et Salmchâteau.

**Manganite** :  $\text{MnO}(\text{OH})$ . Cristaux noirs dans le quartz à Salmchâteau et Bihain.

**Marcasite** :  $\text{FeS}_2$ . En cristaux à la carrière Old Rock.

**Mélonite** :  $\text{NiTe}_2$ . Inclusions dans la bornite à Vielsalm.

**Mimérite** :  $\text{Pb}_5[(\text{AsO}_4)_3\text{I}(\text{Cl})]$ . Cristaux aciculaires sur le quartz avec arsénopyrite à Vielsalm.

**Molybdénite** :  $\text{MoS}_2$ . Rares hexagones de couleur gris de plomb dans le phyllade et dans certains filons de quartz à Vielsalm.

**Monazite-(Ce)** :  $(\text{Ce},\text{La},\text{Nd},\text{Th})\text{PO}_4$ . Cristaux « paille » sur quartz avec florencite-Ce à Salmchâteau.

**Nsutite** :  $\text{Mn}^{2+}_x\text{Mn}^{4+}_{1-x}\text{O}_{2-2x}(\text{OH})_{2x}$ . Masses noires à Bihain et Salmchâteau.

**Olivénite** :  $\text{Cu}_2[\text{AsO}_4]\text{I}(\text{OH})$ . Fins cristaux verts sur quartz avec bornite et malachite à Vielsalm.

**Orthose** :  $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ . Signalée par la littérature à Vielsalm.

**Paratellurite** :  $\text{TeO}_2$ . Masses jaunes à Salmchâteau.

**Pharmacosidérite** :  $\text{KFe}_4[(\text{AsO}_4)_3\text{I}(\text{OH})_4]6-7\text{H}_2\text{O}$ . Cubes bruns sur arsénopyrite altérée à Vielsalm.

**Piémontite** :  $\text{Ca}_2(\text{Al},\text{Mn}^{3+},\text{Fe}^{3+})_3[(\text{SiO}_4)\text{I}(\text{Si}_2\text{O}_7)\text{IOI}(\text{OH})]$ . Cristaux rouges millimétriques au Coreux.

**Plumbojarosite** :  $\text{PbFe}_6[(\text{SO}_4)\text{I}(\text{OH})_3]_4$ . Cristaux millimétriques brun ocre, Vielsalm.

**Posnjakite** :  $\text{Cu}_4[(\text{SO}_4)\text{I}(\text{OH})_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Cristaux bleu vert avec malachite à Vielsalm et Salmchâteau.

**Pyrite** :  $\text{FeS}_2$ . En cubes altérés en limonite brune dans le Salmien inférieur et supérieur à Vielsalm.

**Pyrolusite** :  $\text{MnO}_2$ . En cristaux noirs à Vielsalm, Fraiture et Salmchâteau.

**Pyrrhotite** :  $\text{Fe}_{1-x}\text{S}$ . Rares plages dans le quartz et le phyllade à Vielsalm.

**Rhodochrosite** :  $\text{MnCO}_3$ . En cristaux jaunes, altérés en brun à Vielsalm.



Cristaux de rhodochrosite, Vielsalm. Champ : 4x3 mm. JD

**Sidérite** :  $\text{FeCO}_3$ . En cristaux altérés en brun à Vielsalm.

**Soufre natif** : S. Microcristaux incolores gris jaunâtre sur sulfures altérés Vielsalm.

**Spionkopite** :  $\text{Cu}_{39}\text{S}_{28}$ . Minéral microscopique d'altération des sulfures de cuivre.

**Sphalérite** :  $\text{ZnS}$ . Masses informes avec galène, trouvées en de rares occasions à l'Ouest du Cahay.

**Stavelotite-(La)** :  $(\text{La}, \text{Nd}, \text{Ca})_3 \text{Mn}^{2+}_3 \text{Cu}(\text{Mn}^{3+}, \text{Fe}, \text{Mn}^{4+})_{26} (\text{Si}_2\text{O}_7)_6 \text{O}_{30}$ . Microscopiques masses noires avec albite au Coreux.

**Strontiomélane** :  $\text{SrMn}^{3+}_2 \text{Mn}^{4+}_6 \text{O}_{16}$ . Cristaux aciculaires noirs dans le quartz (Coreux).

**Tellure natif** : Te. Inclusions dans la chalcocite à Vielsalm.

**Ténéite** :  $\text{Cu}[\text{TeO}_3] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Enduits et cristaux bleus à Salmchâteau. Mais aussi à Vielsalm en plages pluricentimétriques avec tellurobismuthite.

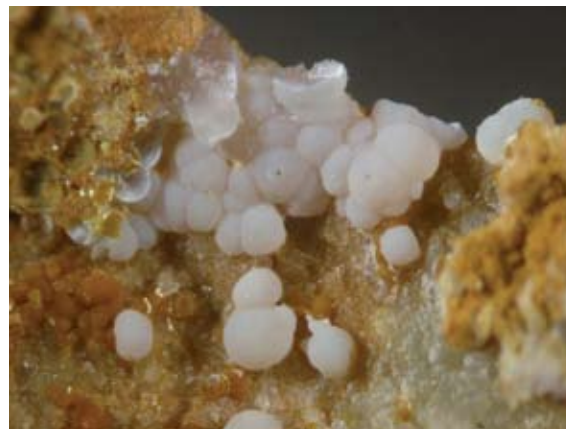


Ténéite (bleue), Vielsalm. Champ : 2x1,5 mm. JD

**Todorokite** :  $(\text{Mn}^{2+}, \text{Ca}, \text{Mg})\text{Mn}^{4+}_3 \text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Enduits noirs à Ottré.

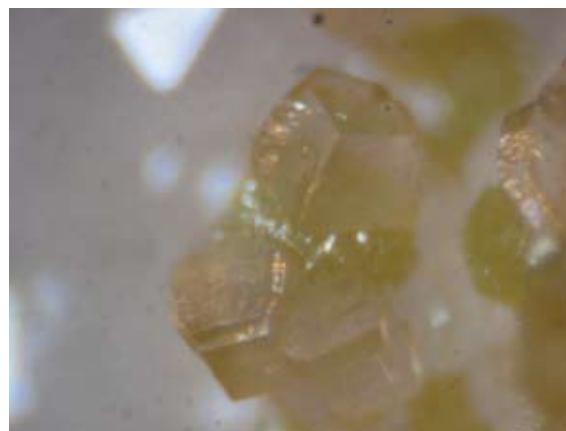
**Tourmaline** : Groupe minéralogique constitué de borosilicates au chimisme complexe, représenté à Vielsalm, Bihain, Ottré et Salmchâteau dans les filons et comme constituant des roches.

**Variscite** :  $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Boules fibreuses ou cotonneuses blanches à vert bleuté, Bihain et Vielsalm.



Boules fibreuses de variscite blanche avec cacoxénite jaune orange, Bihain. Champ : 6x4,5 mm. JD

**Wardite** :  $\text{NaAl}_3[(\text{PO}_4)\text{I}(\text{OH})_2]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Bipyrâmides jaunâtres sur quartz, Vielsalm et Salmchâteau.



Wardite, Vielsalm. Champ : 1x0,75 mm. JD

**Wittichenite** :  $\text{Cu}_3\text{BiS}_3$ . En plages microscopiques dans la bornite à Vielsalm.

**Wulfénite** :  $\text{Pb}[\text{MoO}_4]$ . Bipyramides crème et orangé sur quartz avec malachite, Vielsalm.

**Xénotime-(Y)** :  $\text{YPO}_4$ . Bipyramides crème jaunâtre avec florencite-Ce à Vielsalm et Salmchâteau.

**Yarrowite** :  $\text{Cu}_9\text{S}_8$ . Minéral microscopique d'altération des sulfures de cuivre.



**Haut:** Bipyramide de wulfénite orange, Vielsalm.

Champ : 1x0,75 mm. JD

**Bas:** Bouquet de cristaux de wulfénite incolore,

Vielsalm. Champ : 1x0,75 mm. JD

### Crédit photographique:

AH : Alain Hanson

JD : José Dehove

ES : Eugène Schmit

## Bibliographie

Alexandre, J. et Thorez, J., 1995. Au Secondaire et au Tertiaire, l'Ardenne tropicale. In « L'Ardenne essai de géographie physique. », A. Demoulin éditeur, Groupe Graphique Chauveheid, 238 p.

Bernhardt, H.-J., Armbruster, T., Fransolet, A.-M. et Schreyer, W., 2005. Stavelotite-(La), a new lanthanum-manganese-sorosilicate mineral from the Stavelot Massif, Belgium. *European Journal of Mineralogy*, 17, 703-714.

Blondiau, M., 2005. Les gisements minéraux du Salmien dans le Massif de Stavelot. Michel Blondiau, Tellin, 91 p.

Blondiau, M., 2006. Description des espèces minérales présentes dans les gisement salmiens du Massif de Stavelot. Michel Blondiau, Tellin, 148 p.

Bourguignon, P. et 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°, 2ème série, 6, 67 p.

Buttgenbach, H., 1922. Les grenats de Bastogne et 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 p.

Cesàro, G., 1897. Description des minéraux phosphatés, carbonatés et sulfatés du sol belge. Mémoires de l'Académie royale de Belgique. In 4, 53, 136 p.

Cesàro, G., 1905. Contribution à l'étude de quelques minéraux. Bulletin de l'Académie royale de Belgique. Classe des Sciences, 12, 142.

Corin, F., 1927. Sur quelques roches aimantifères, otréilitifères et spessartinifères du Salmien à l'Est de Vielsalm. Annales de la Société Géologique de Belgique, 51, B67-B70.

Davreux, C., 1833. Essai sur la constitution géognostique de la province de Liège. Mémoires de l'Académie royale de Belgique. Mémoires couronnés in 4°, 9.

de Béthune, S. et Fransolet, A.-M., 1986. Génèse d'un filon de quartz à Ottré (Massif de Stavelot, Belgique) par métasomatose de phyllades à chloritoïde. Annales de la Société géologique du Nord, 55, 121-131.

de Koninck, L.L., 1871. Sur la bornite de Vielsalm. Bulletin de l'Académie royale de Belgique. 2ème série, 32, 290-294.

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. 2ème série, 46, n°8, 240-245.

de Rauw, H., 1910. Note sur la wavellite d'Ottre. Annales de la Société Géologique de Belgique, 37, 246-248.

de Rauw, H., 1911. Note sur la salmite, le rutile et la tourmaline d'Ottre. Annales de la Société Géologique de Belgique, 38, 209-214.

Dethier, L., 1818. Le guide des curieux qui visitent les eaux de Spa. Liège.

Dumont, J.-M., 1980. Orpillage celtique à l'époque de la Tène au plateau des Tailles. Glain et Salm, Haute Ardenne, 13, 42-45.

du Ry, P., Fouassin, M., Jedwab, J., et Van Tassel, R., 1976. 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.

Fouassin, M., Jedwab, J. et 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, 1-3.

Foucault, A. et Raoult, J.-F., 1988. Dictionnaire de géologie. Masson Ed., 3ème édition, 352 p.

Fransolet, A.-M. et Mélon, J., 1975. Données nouvelles sur des minéraux de Belgique. Bulletin de la Société royale des Sciences de Liège, 44, 157.

Fransolet, A.-M. et Bourguignon, P., 1976. Précisions minéralogiques sur la Davreuxite. Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris. 283D, 295-297.

Fransolet, A.-M., Kramm, U. et Schreyer, W., 1977. Metamorphose und Magmatismus im Venn-Stavelot-Massiv, Ardennen. Fortschritt Mineralogie, 55, 2, 75-103.

Fransolet, A.-M. et Bourguignon, P., 1978a. Pyrophyllite, dickite et kaolinite dans les filons de quartz du massif de Stavelot. Bulletin de l'Académie royale des Sciences de Liège, 47, 213-221.

Fransolet, A.-M. et Bourguignon, P., 1978b. Di/trioctahedral chlorite in quartz veins from the Ardenne, Belgium. Canadian Mineralogist, 16, 365- 373.



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, Bihain. Bulletin de la Société Belge de Géologie, 91, 50.

Fransolet, A.-M., Abraham, K. et Sahl, K., 1984. Davreuxite, a reinvestigation. American Mineralogist, 69, 777-782.

Fransolet, A.-M., 1987. La vantasselite  $\text{Al}_4(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ , une nouvelle espèce minérale du Massif de Stavelot, Belgique. Bulletin de Minéralogie, 110, 647-656.

Fransolet, A.-M. et 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.

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. (référence non consultée, citée in Blondiau, 2006).

Hanson, A., 1983. Etude minéralogique de filons de la bordure méridionale du Massif de Stavelot. Mémoire de licence, Université de Liège, 84 p.

Hanson, A., Dehove, J., Debbaut, V. et Brunel, J., 1999. La découverte d'or natif dans le quartzite devillien de Hourt autorise un autre regard sur le site de « Rompt-le-Cou » Orpillage celtique à l'époque de la Tène au plateau des Tailles. Glain et Salm, Haute Ardenne, 51, 4-10.

Hatert, F., 1996. Etude minéralogique préliminaire de quelques sulfures du Massif de Stavelot. Mémoire de licence, Université de Liège, 48 p.

Hatert, F., 1997. L'arsénopyrite du Massif de Stavelot. Bulletin de la Société royale des Sciences de Liège, 66, 381-390.

Hatert, F., Deliens, M., Fransolet, A.-M. et Van Der Meersche, E., 2002. Les Minéraux de Belgique. 2. 2ème édition. Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Bruxelles, 304 p.

Hatert, F., Lefèvre, P., Pasero, M. et Fransolet, A.-M., 2003. Graulichite, a new arsenate mineral from the Stavelot Massif, Belgium. European Journal of Mineralog., 15, 733-739.

Hatert, F., 2005. Transformation sequences of copper sulfides at Vielsalm, Stavelot Massif, Belgium. Canadian Mineralogist, 43, 623-635.

Kramm, U., 1973. Chloritoid stability in manganese rich low-grade metamorphic rocks, Venn-Stavelot Massif, Ardennes. Contributions to Mineralogy and Petrology, 41, 179-196.

Kramm, U., 1979. Kanonaite-rich viridines from the Venn-Stavelot Massif, Belgian Ardennes. Contributions to Mineralogy and Petrology, 69, 387-395.

Kramm, U., 1980. Sudoite in low-grade metamorphism manganese rich assemblage. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen, 138, 1-13.

Krygier J., 1982. Etude minéralogique du tellure de Salmchâteau. Mémoire de licence, Université Libre de Bruxelles, 60 p.

Mélon, J., Bourguignon, P. et Fransolet, A.-M., 1976. Les Minéraux de Belgique. Editions G. Lelotte, Dison, 280 p.

Pisani, F., 1877. Sur la découverte d'apatite cristallisée à Salm-Château. Bulletin de l'Académie Royale de Belgique. 2ème série, 44, 709.

Schreyer, W., Fransolet, A.-M. et Bernhardt, H.-J., 2001. Hollandite-Strontiomelane solid solutions coexisting with kanonaite and braunite in late quartz veins of the Stavelot Massif, Ardennes, Belgium. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 141, 560-571.

Schreyer, W., Bernhardt, H.-J., Fransolet, A.-M. et Armbruster, T., 2004. End-member ferrian kanonaite : an andalusite phase with one Al fully replaced by (Mn,Fe)<sup>3+</sup> in a quartz vein from the Ardennes mountains, Belgium and its origin. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 147, 276-287.

Theunissen, K., et 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. et Fransolet, A.-M., 1994. Virtually pure ottrelite from the region of Ottré, Belgium. *European Journal of Mineralogy*, 6, 547-555.

Van Der Meersche, E., 1993. Or, Vielsalm. *Mineralcolor*, 1993,1-2.

Van Der Meersche, E., 2000. Davreuxite, Vielsalm. *Mineralcolor*, 2000, 41-42.

Van Der Meersche, E., 2001. Or, Salmchâteau. *Mineralcolor*, 2001, 13-14.

Van Wambeke, L., 1958. Deux nouveaux minéraux belges : la turquoise d'Ottré et la ferrimolybdoite de la tonalite de la Helle. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 67, 455-459.