

Université de Liège
Faculté des Sciences
Département de Géologie
Laboratoire de Minéralogie

Université
de Liège



Les minéraux d'Ardenne

Frédéric Hatert

Bihain, le 27 mars 2013

Plan de l'exposé



1. Notions de géologie

2. Les minéraux de la région de Bastogne-Bertrix

2.1. Géologie

2.2. Les minéraux métamorphiques

2.3. Les minéraux des veines de quartz et des fissures (Bastogne, Bertrix)

2.4. Les mines: Longvilly et La Roche

3. Les minéraux du Massif de Stavelot

3.1. Géologie

3.2. Salmien

(Vielsalm-Salmchâteau, Ottré-Bihain, La vallée de la Lienne)

3.3. Devillien

(Hourt)

3.4. Magmatisme

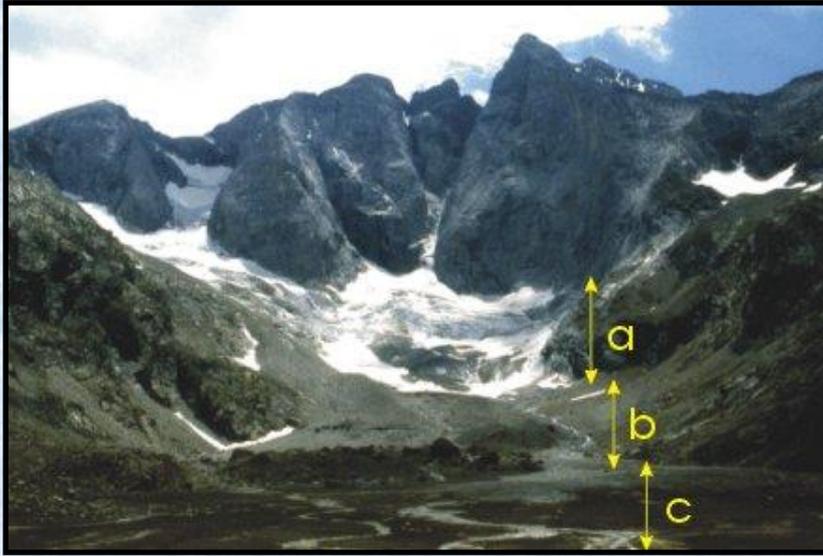
(La Helle)

Définition de la Géologie

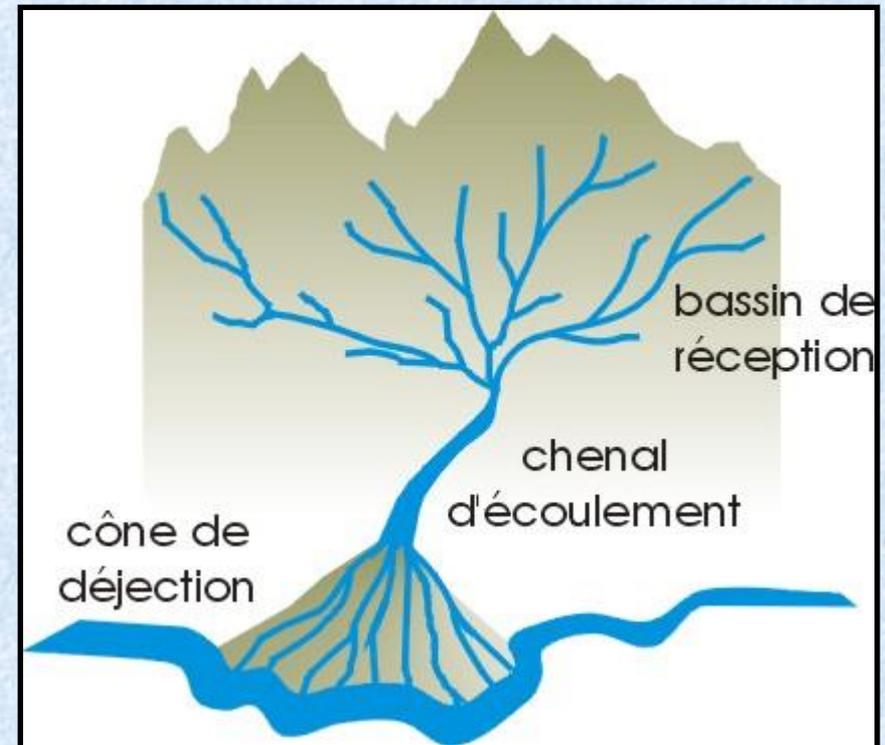
La géologie est la science qui étudie l'évolution de la lithosphère au cours du temps

- Pétrologie (roches)
- Minéralogie (minéraux)
- Paléontologie (fossiles)
- Tectonique (déformation des roches)
- Hydrogéologie (eau)
- Paléoclimatologie (évolution du climat)
- Planétologie (géologie des autres planètes)
-

Les roches sédimentaires: Erosion

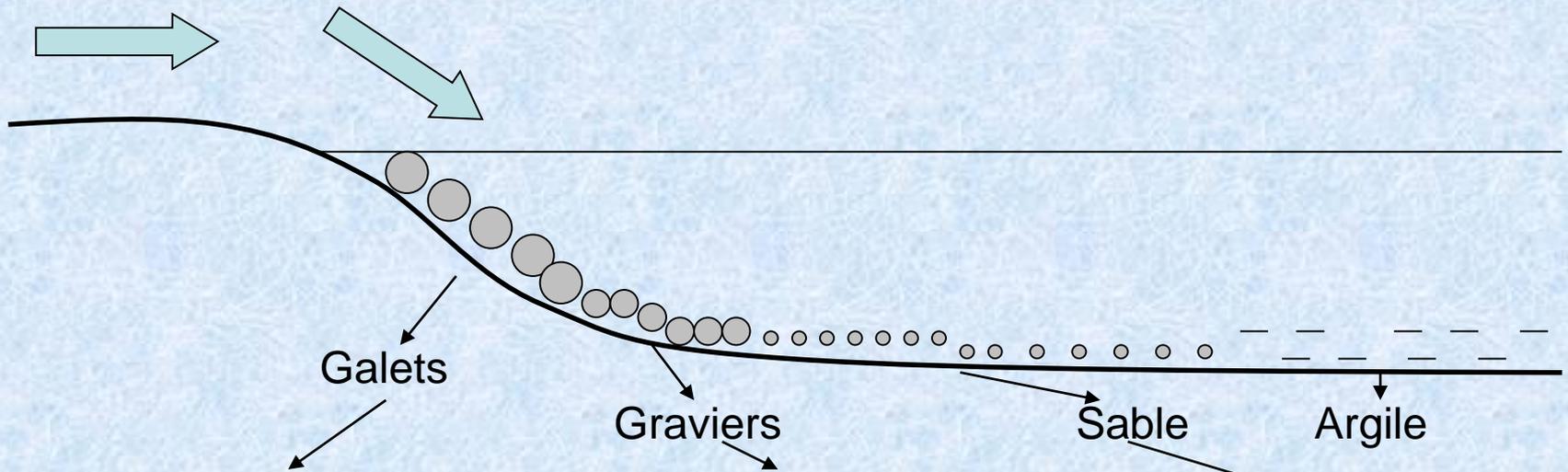


EROSION - TRANSPORT



Les roches sédimentaires: Sédimentation

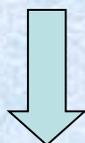
SEDIMENTATION - CLASSEMENT



Les roches sédimentaires: Diagenèse

DIAGENESE

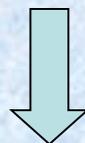
Galets



Conglomérat



Graviers



Arkose

Sable



Grès



Argiles



Argilite



Les roches métamorphiques



OROGENESE – HP HT

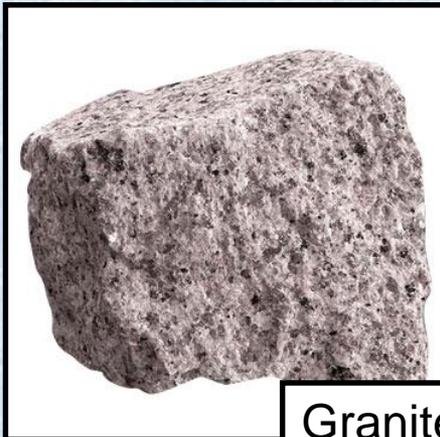
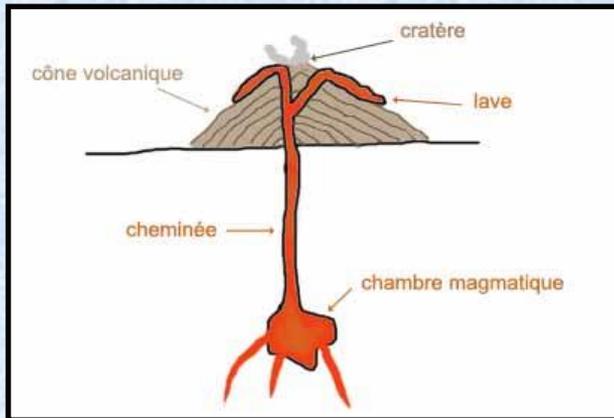
METAMORPHISME



Micaschiste à grenats

Les roches magmatiques

INTRUSIVES



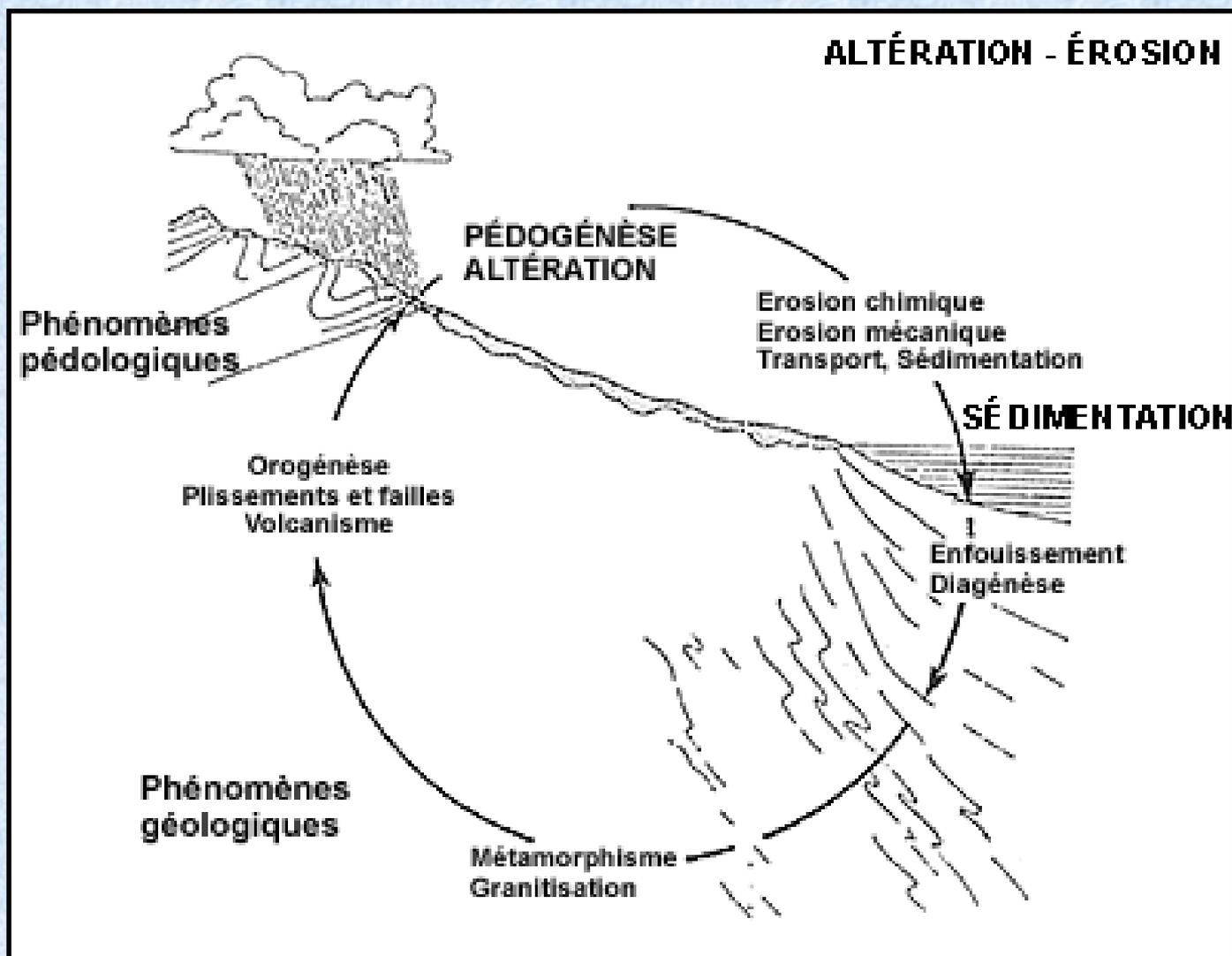
Granite

EXTRUSIVES



Basalte

Le cycle géologique

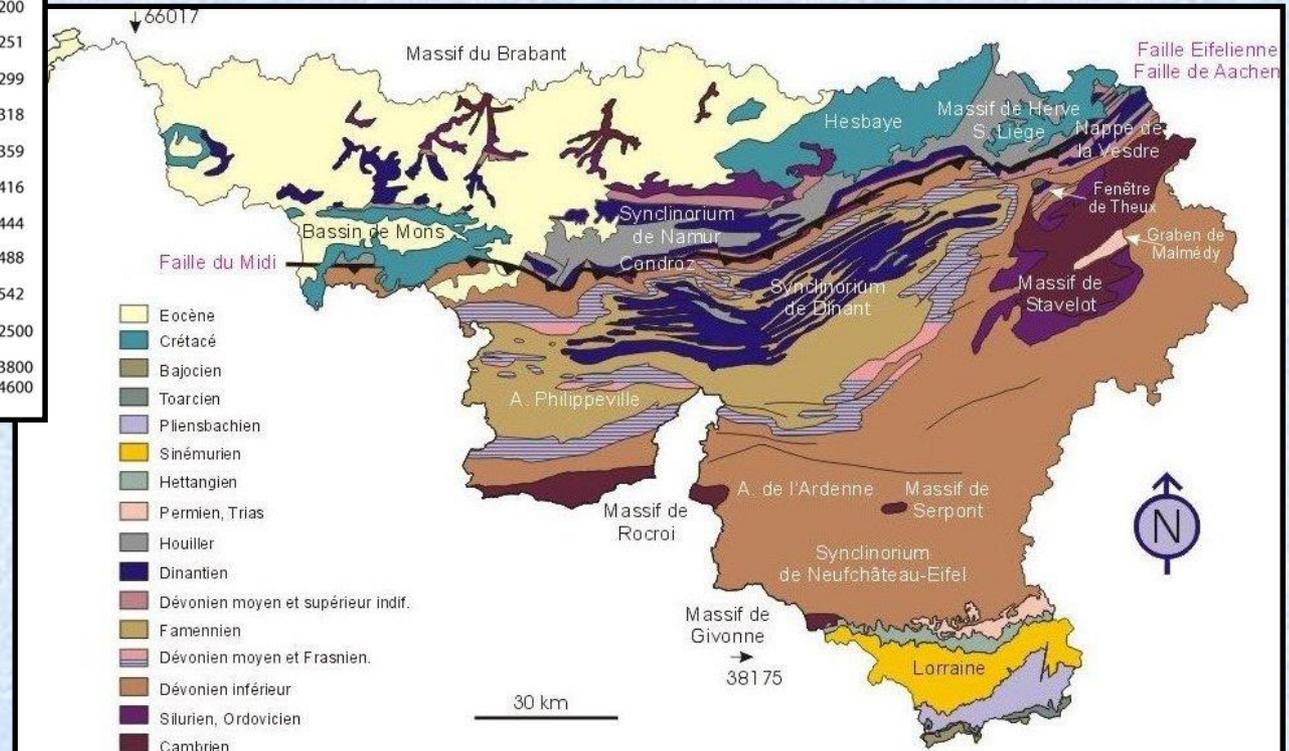


Géologie de la Wallonie

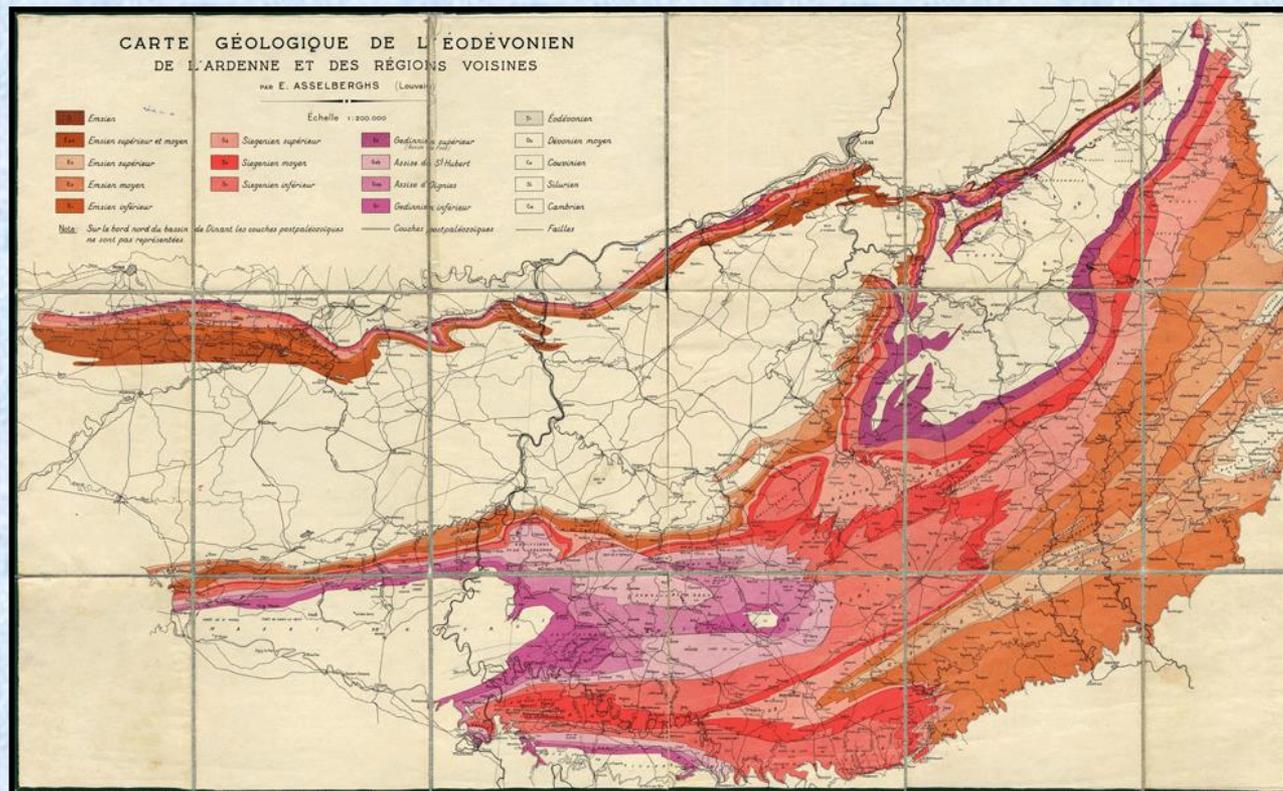
Massifs cambro-ordoviciens:

Stavelot, Rocroi, Serpont, Givonne

Éon	Ère	Période	Époque	Ma	
PHANÉROZOÏQUE	CÉNOZOÏQUE	QUATÉRNAIRE	HOLOCÈNE	0,01	
			PLÉISTOCÈNE	1,8	
		NÉOGÈNE	PLIOCÈNE	5	
			MIOCÈNE	23	
		PALÉOGÈNE	OLIGOCÈNE	34	
			ÉOCÈNE	56	
	MÉSOZOÏQUE	PALÉOZOÏQUE	CRÉTACÉ	146	
			JURASSIQUE	200	
			TRIASSIQUE	251	
			PERMIEN	299	
			CARBONIFÈRE	PENNSYLVANIEN	318
				MISSISSIPIEN	359
			DÉVONIEN	416	
			SILURIEN	444	
ORDOVICIEN	488				
CAMBRIEN	542				
PRÉCAMBRIEN	PROTÉROZOÏQUE	ARCHÉEN	2500		
		HADÉEN	3800		
			4600		

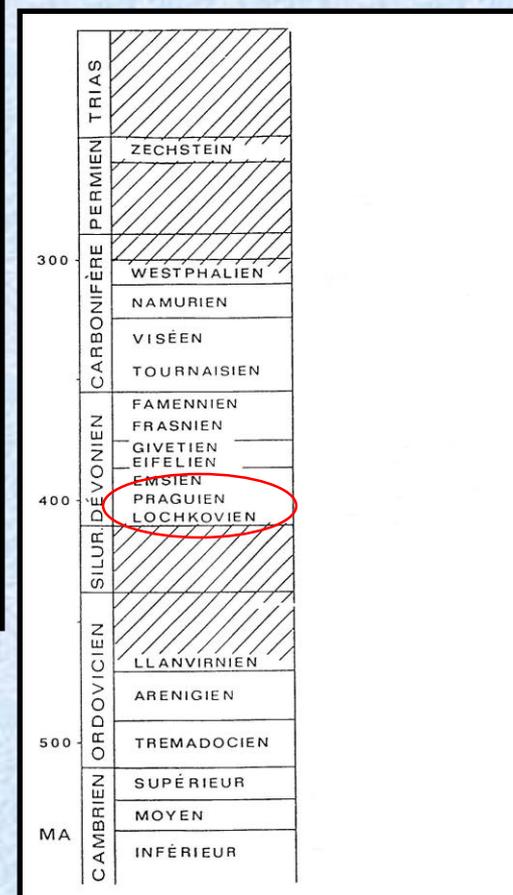


2.1. La carte géologique d'Asselberghs (1946)



Roches = schistes, grès

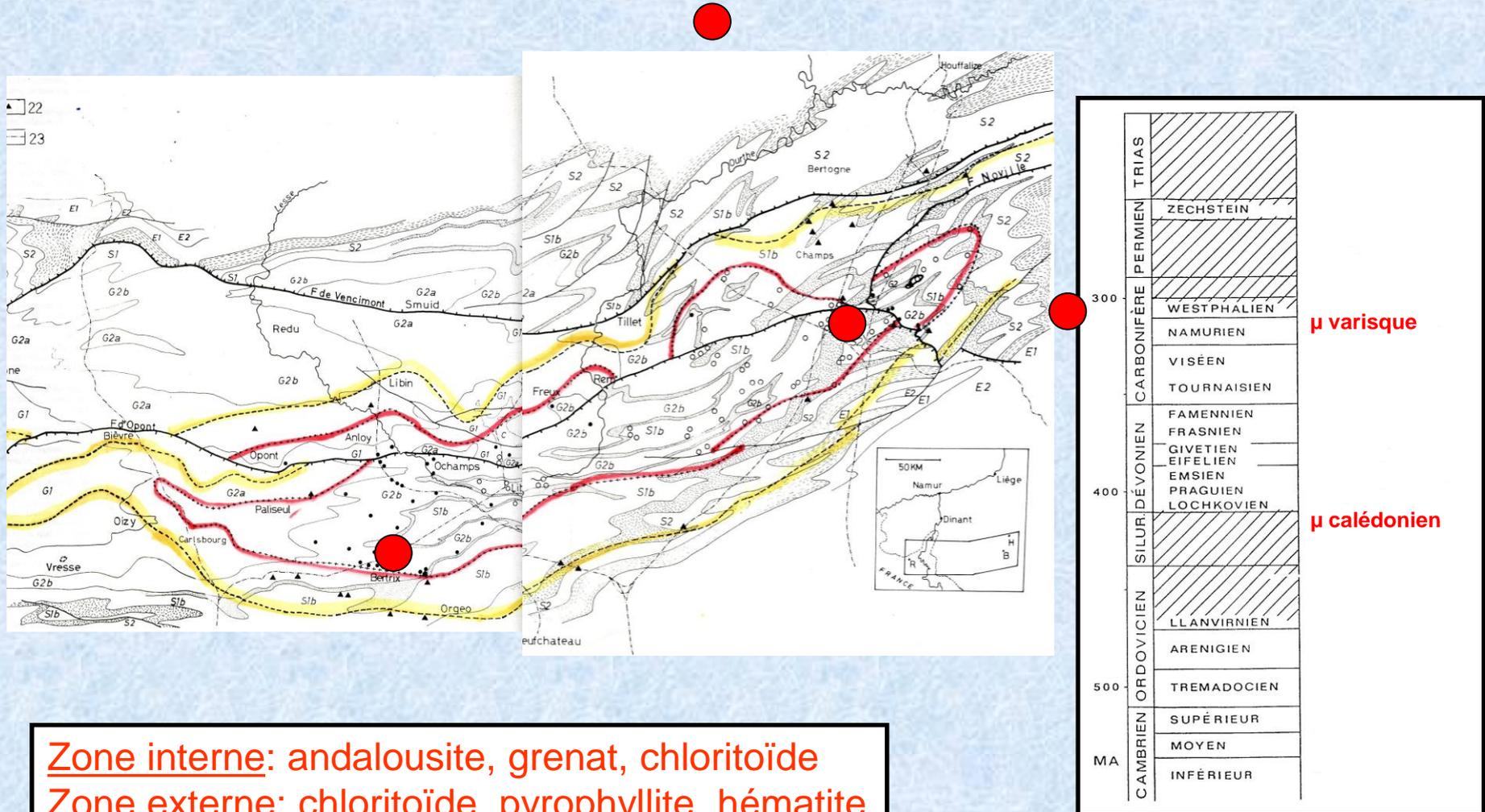
Siegenien = Praguien
Gedinnien = Lochkovien



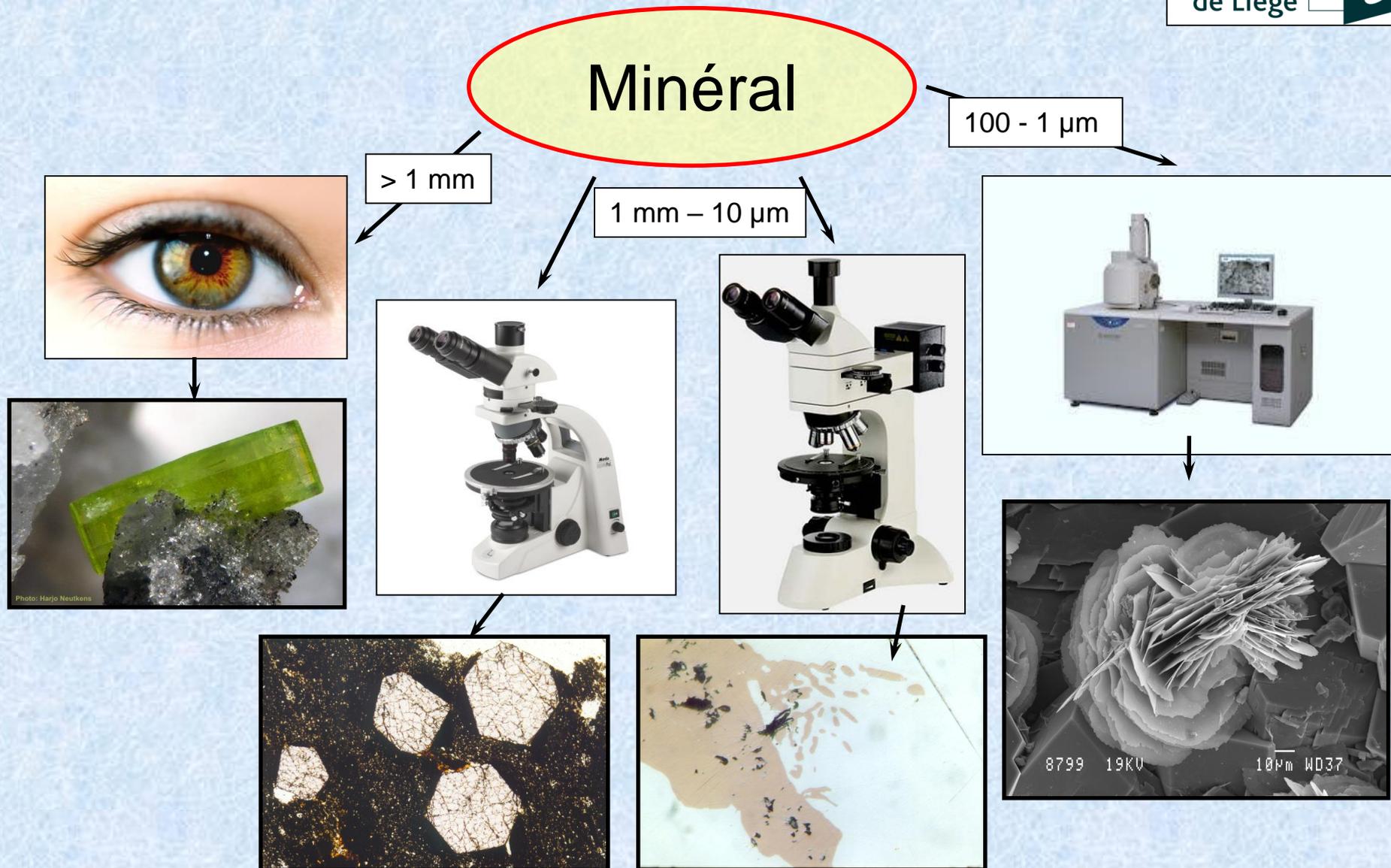
2.1. Le métamorphisme de l'Ardenne

Beugnies (1986): T = 400°C, P = 2 kbar (Bastogne)

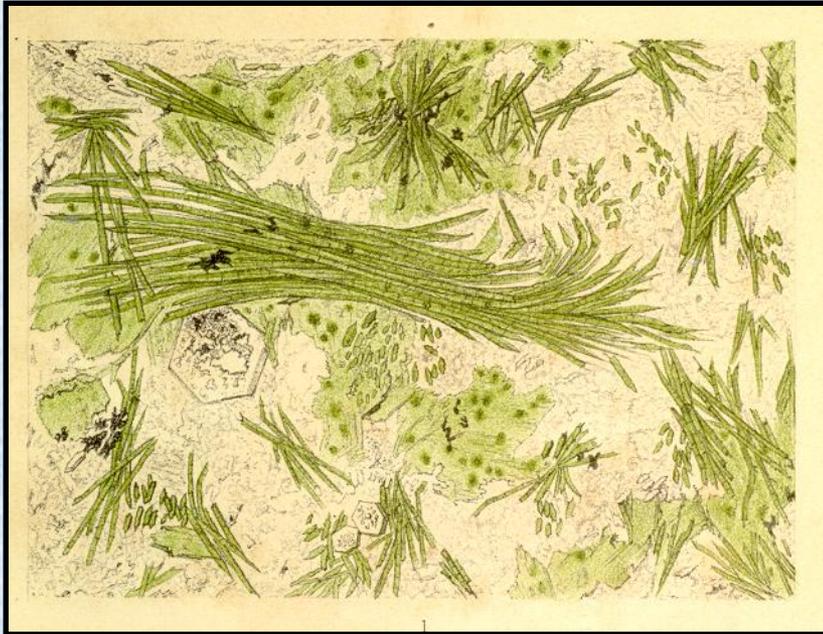
Theye & Fransolet (1993): T = 500°C, P = 3-4 kbar (Libramont)



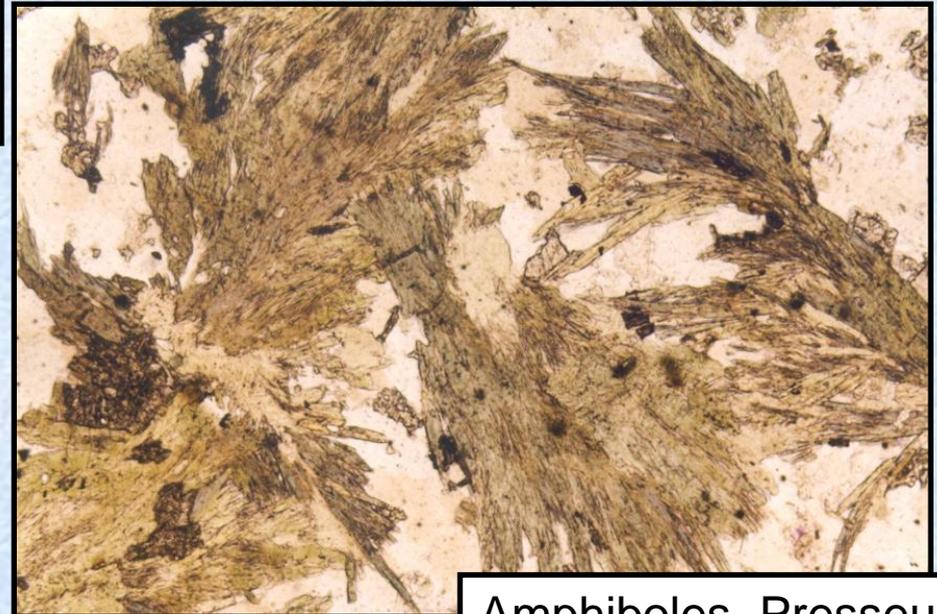
2.2. Méthodes analytiques



2.2. Minéraux du métamorphisme

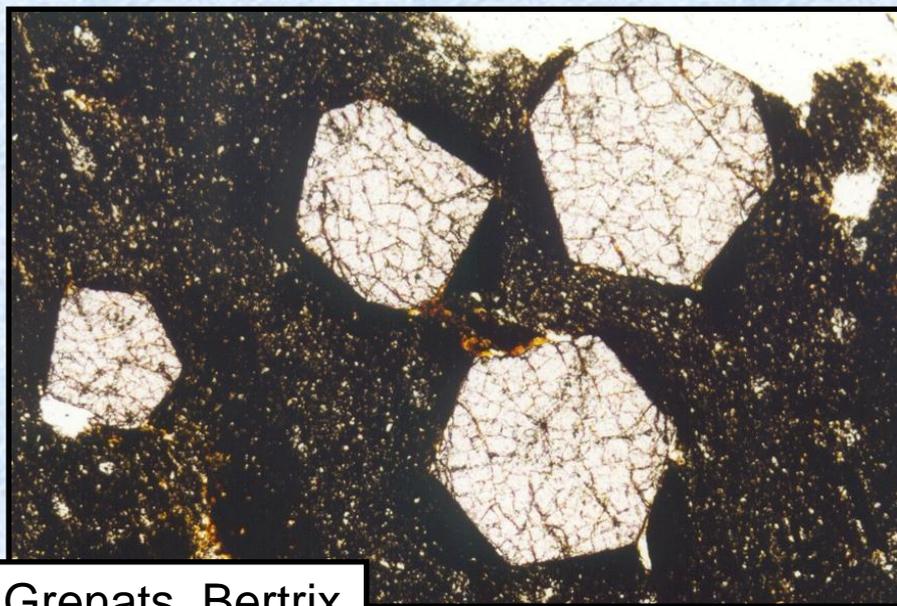


Les amphiboles



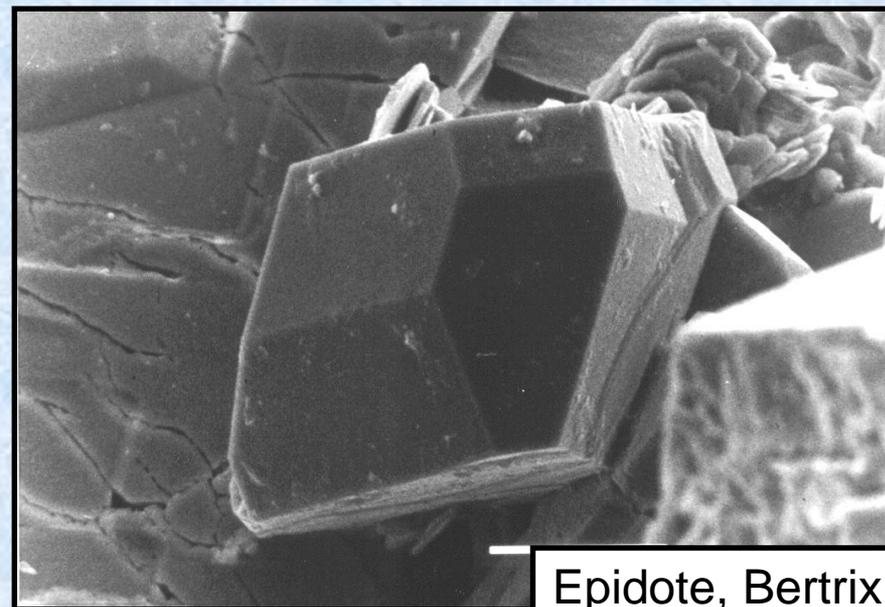
Amphiboles, Presseux

2.2. Minéraux du métamorphisme



Grenats, Bertrix

Les grenats
 $(\text{Fe, Mn, Ca})_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$



Epidote, Bertrix

L'épidote
 $\text{Ca}_2\text{Al}_3(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)\text{O}(\text{OH})$

2.2. La « bastonite »

!!! Nouveauté mondiale (discréditée... ☹) !!!

- Mica noir présent dans les veines de quartz de Bastogne
- Déjà signalé par André Dumont (1847-1848)
- Variété altérée de biotite, $K(Mg,Fe)_3[Si_3AlO_{10}](OH)_2$
- Présence de NH_4^+ en remplacement de K^+ (Darimont *et al.* 1988)
- Le nom n'est plus accepté par la Commission Internationale de Minéralogie

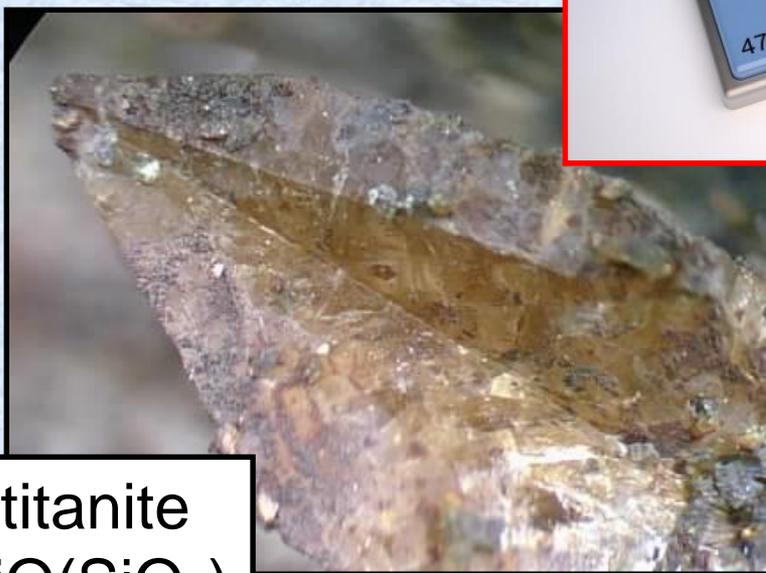
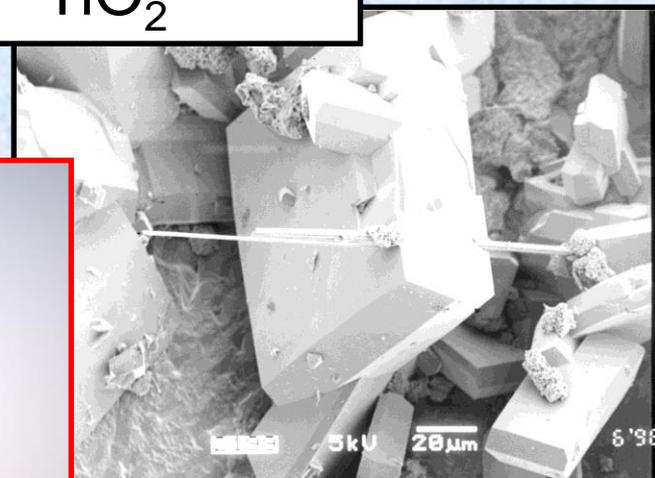


2.3. La titanite de Bastogne

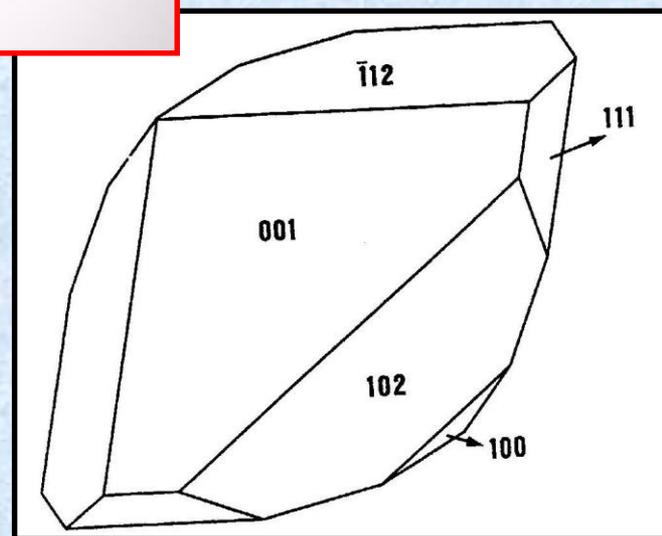
LA TITANITE DE BASTOGNE (BELGIQUE) ET LES MINERAUX ASSOCIES

Frédéric HATERT, André-Mathieu FRANSOLET
et Michel HOUSSA

Anatase et rutile
 TiO_2



La titanite
 $\text{CaTiO}(\text{SiO}_4)$



2.3. L'or et l'argent...

!!! Minéraux précieux ☺ !!!

BULLETIN DE L'INSTITUT ROYAL DES SCIENCES NATURELLES DE BELGIQUE
BULLETIN VAN HET KONINKLIJK BELGISCH INSTITUUT VOOR NATUURWETENSCHAPPEN

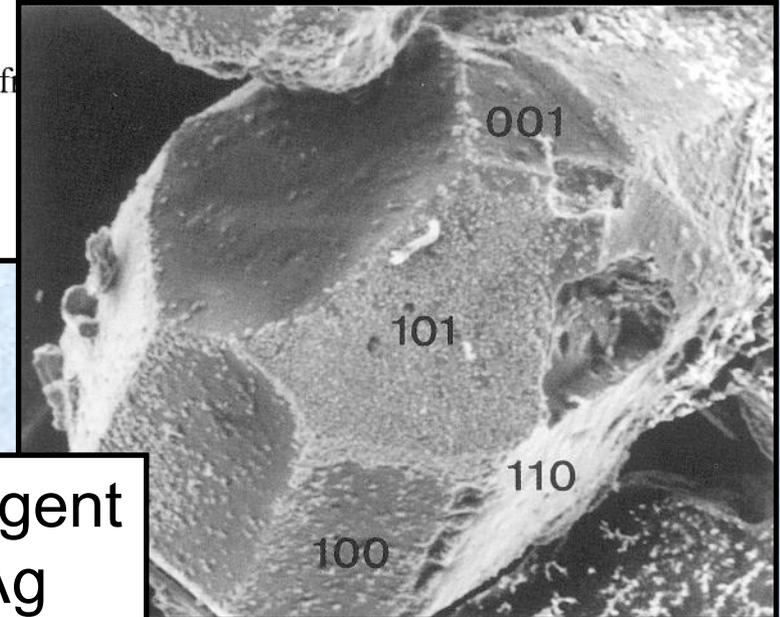
SCIENCES DE LA TERRE, 70: 223-229, 2000
AARDWETENSCHAPPEN, 70: 223-229, 2000

Native gold, native silver, and secondary minerals in the quartz veins from Bastogne, Belgium

by Frédéric HATERT, Michel DELIENS, Michel HOUSSA & Francis COUNE



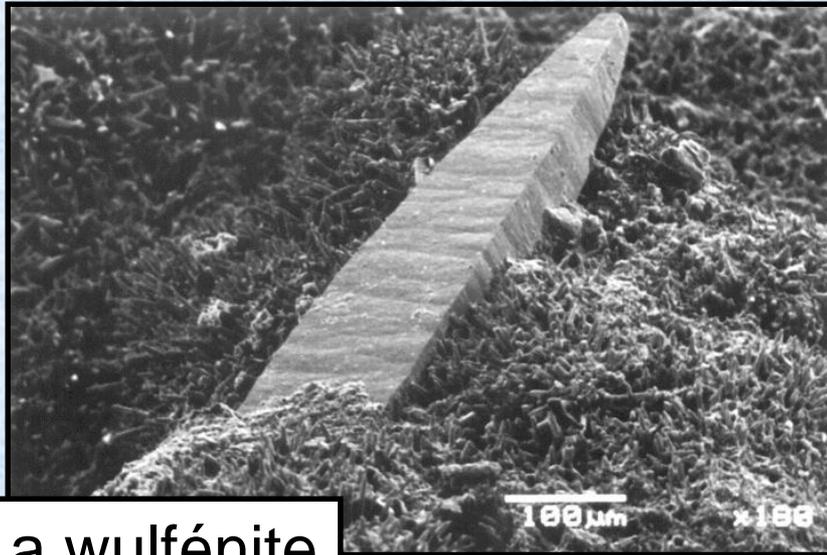
L'acanthite
 Ag_2S



L'argent
Ag

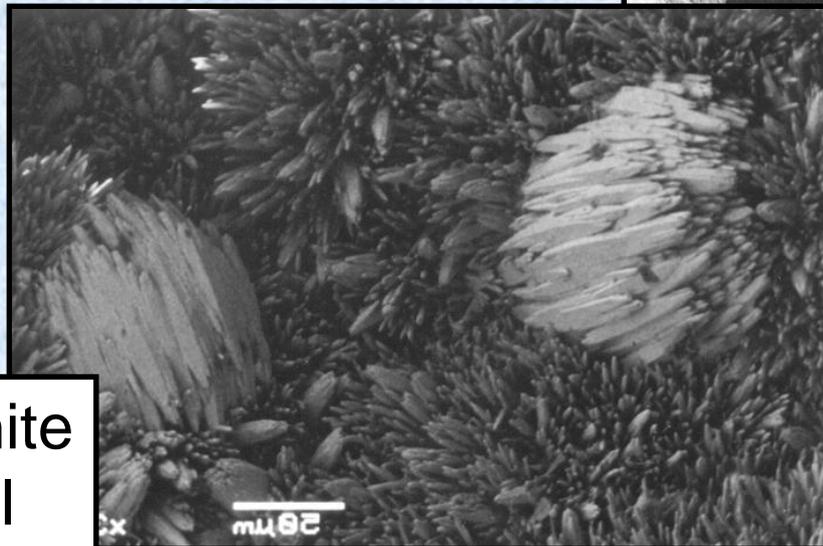
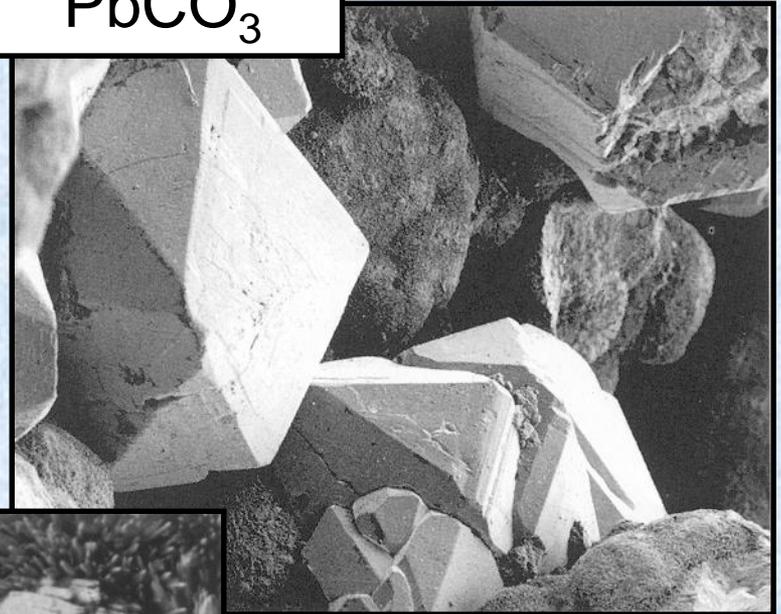


2.3. Les minéraux secondaires

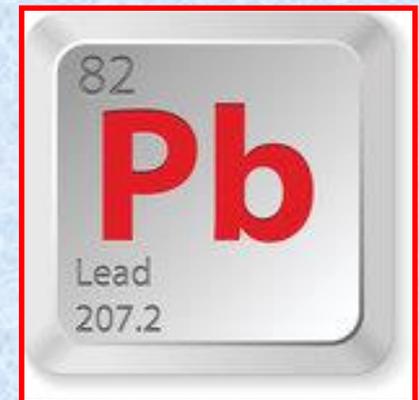


La wulfénite
 PbMoO_4

La cérusite
 PbCO_3



La pyromorphite
 $\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$



2.3. Bertrix: la laumontite

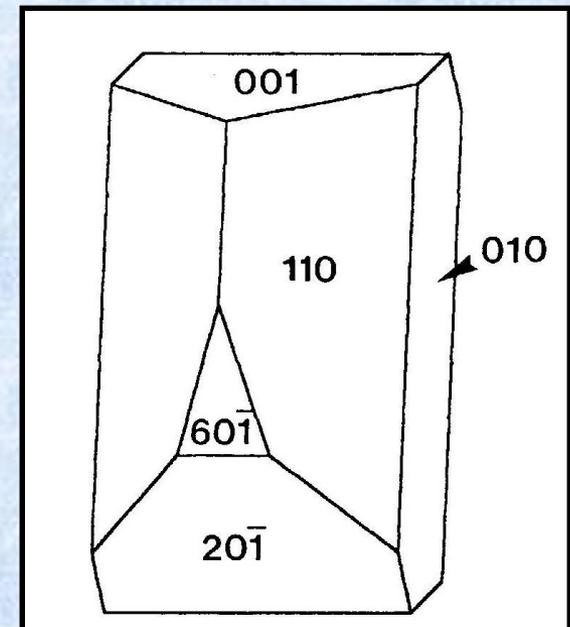
**Données nouvelles sur la laumontite
de la zone métamorphique de Libramont,
Belgique**

Frédéric HATERT

La laumontite
 $\text{Ca}_4[\text{Al}_8\text{Si}_{16}\text{O}_{48}]\cdot 18\text{H}_2\text{O}$



Laumontite, Bertrix



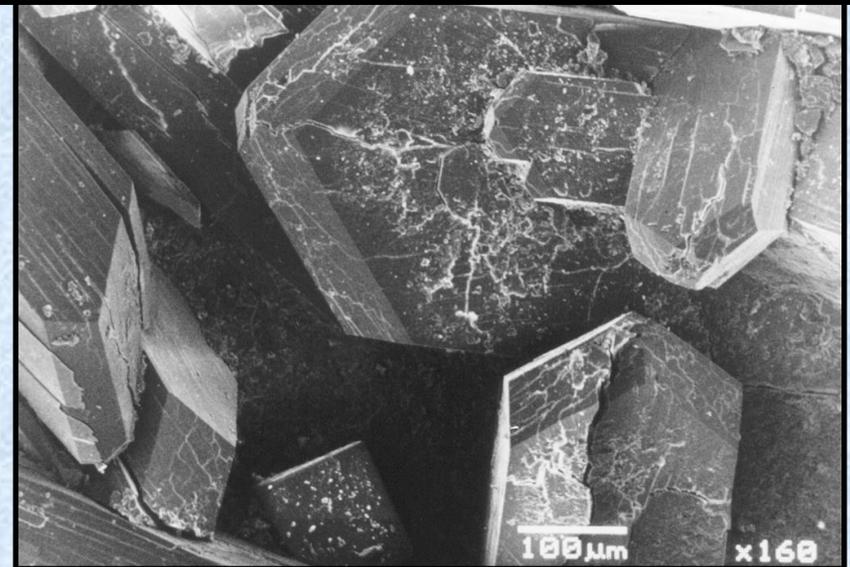
2.3. Les zéolites de Bertrix

GEOLOGICA BELGICA (2005) 8/1-2: 33-42

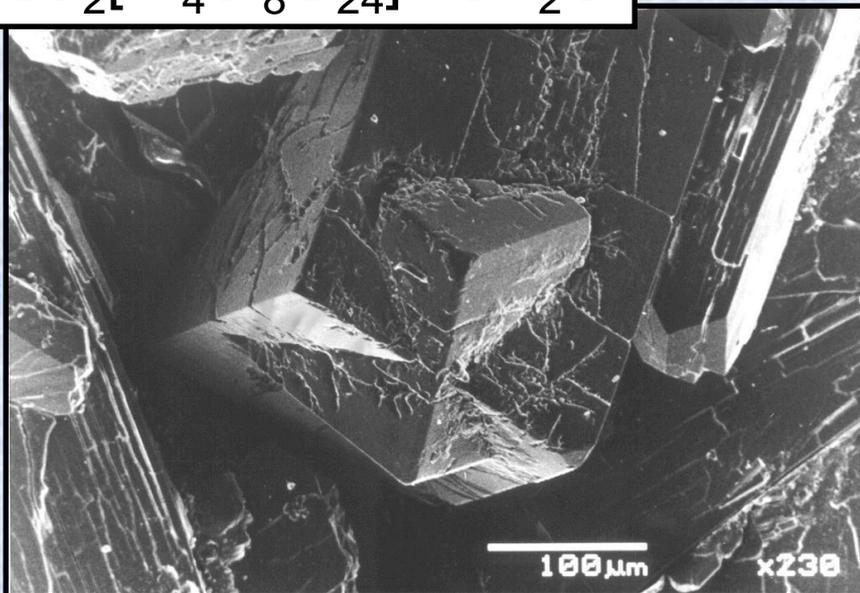
ZEOLITES, PREHNITE, AND PUMPELLYITE FROM BERTRIX, BELGIAN ARDENNES

Frédéric HATERT¹ & Thomas THEYE²

La stilbite-Ca



La chabazite-Ca



2.3. La pumpellyite-(Al): une nouvelle espèce!

Pumpellyite-(Al), a new mineral from Bertrix, Belgian Ardennes

FRÉDÉRIC HATERT^{1,*}, MARCO PASERO², NATALE PERCHIAZZI² and THOMAS THEYE³

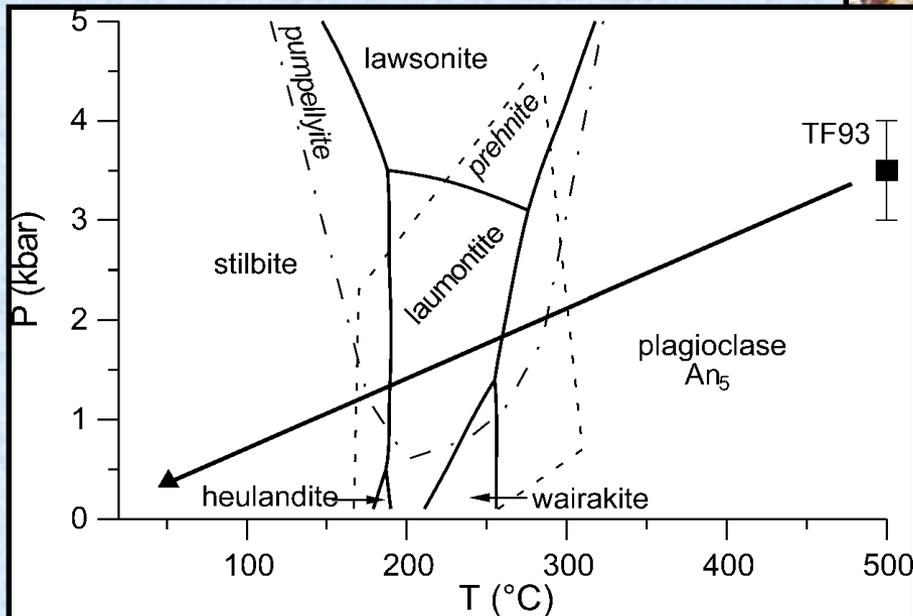
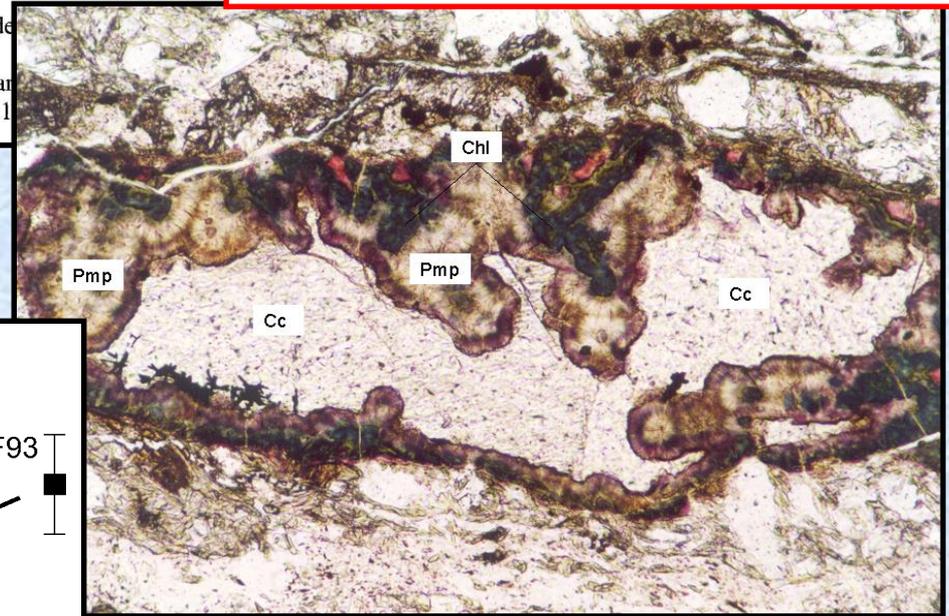
¹ Laboratoire de Minéralogie, Département de Géologie, Bâtiment B18, Université de Liège, Belgium

* Corresponding author, e-mail: fhatert@ulg.ac.be

² Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Pisa, Via S. Maria

³ Institut für Mineralogie und Kristallchemie, Universität Stuttgart, Azenbergstraße 1

!!! Nouveauté mondiale 😊 !!!



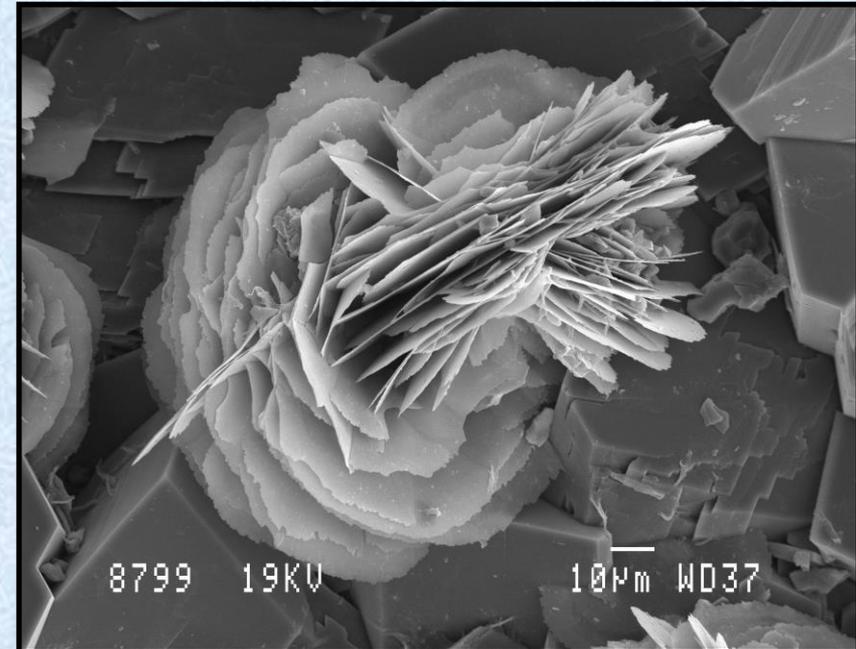
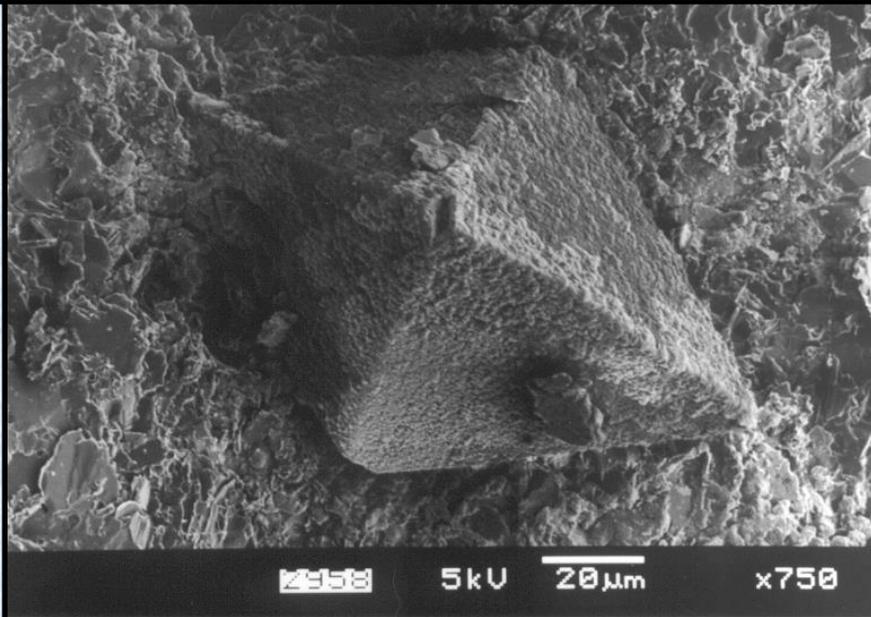
Détermination des conditions
P/T postérieures au
métamorphisme!

2.3. Les minéraux de terres rares de Bertrix

LES CARBONATES DE TERRES RARES DE BERTRIX,
BELGIQUE

Frédéric HATERT

La calcioancylite-(Ce)



La bastnäsite-(Ce)/synchysite-(Ce)
 $(\text{Ce}, \text{La})(\text{CO}_3)\text{F} / \text{Ca}(\text{Ce}, \text{La})(\text{CO}_3)_2\text{F}$



!!! Éléments rares ☺ iii

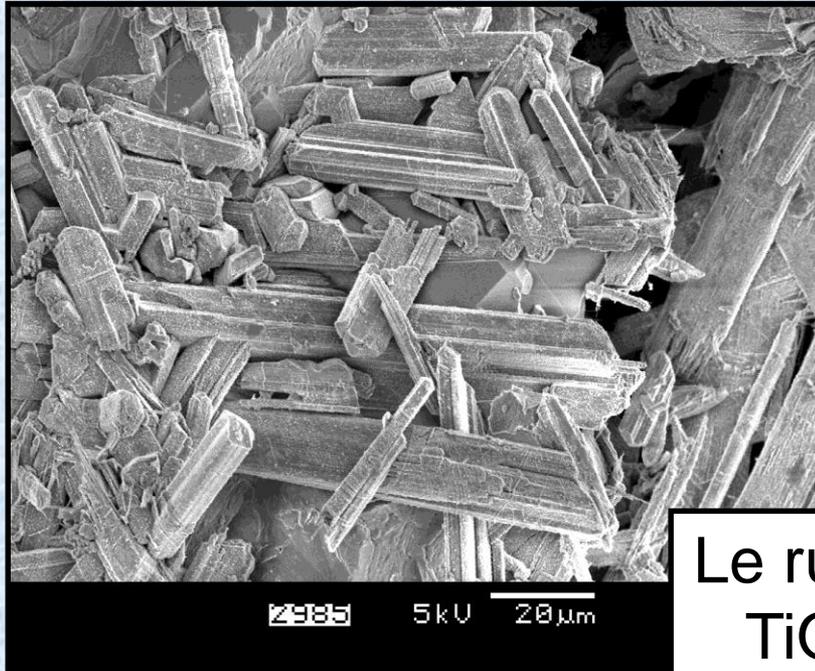
2.3. La titanite de Bertrix

Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Vol. 76, 2007, pp. 1-11

La titanite de Bertrix et les minéraux associés

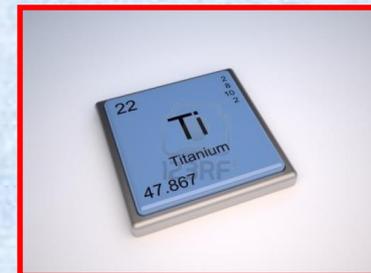
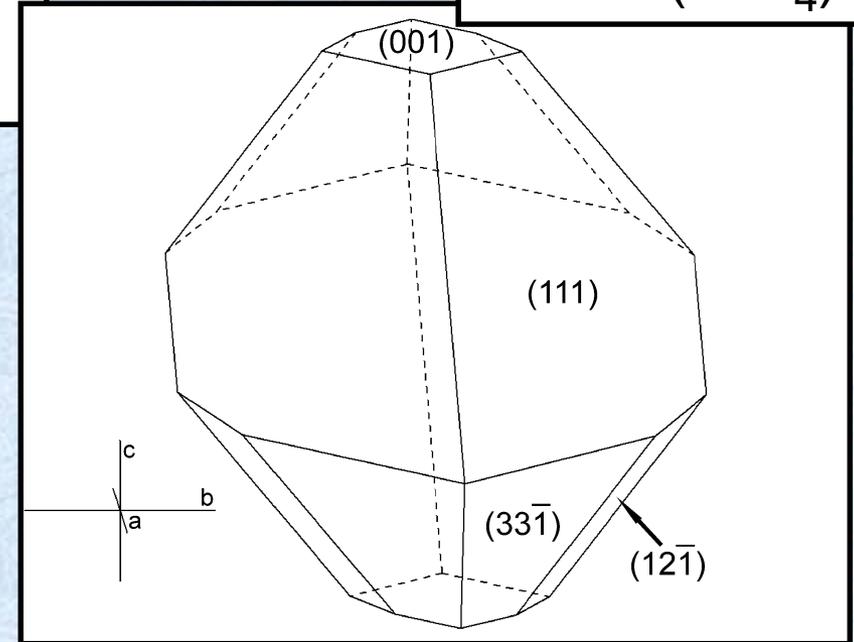
Mélanie RONDEUX¹ & Frédéric HATERT¹

¹ Université de Liège, Laboratoire de Minéralogie B18, B-4000 Liège

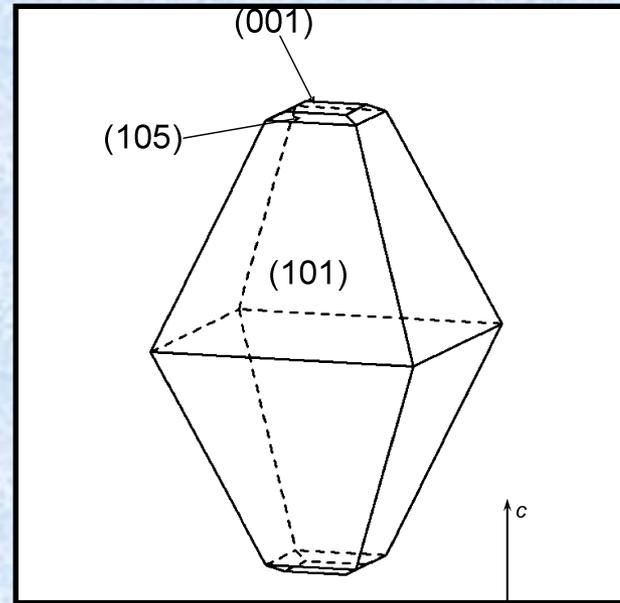
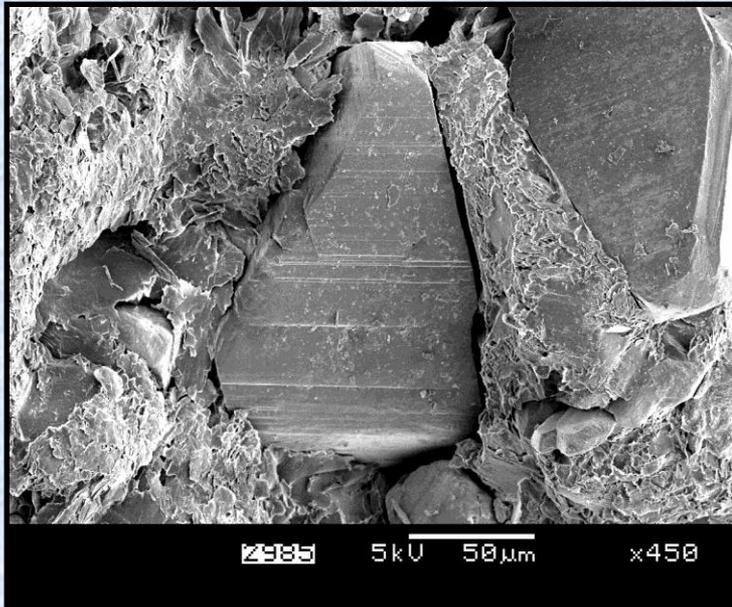


Le rutile
 TiO_2

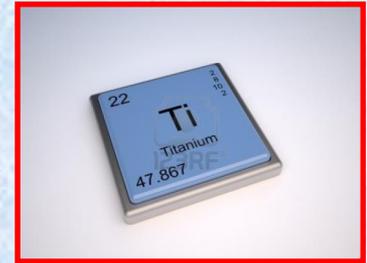
La titanite $\text{CaTiO}(\text{SiO}_4)$



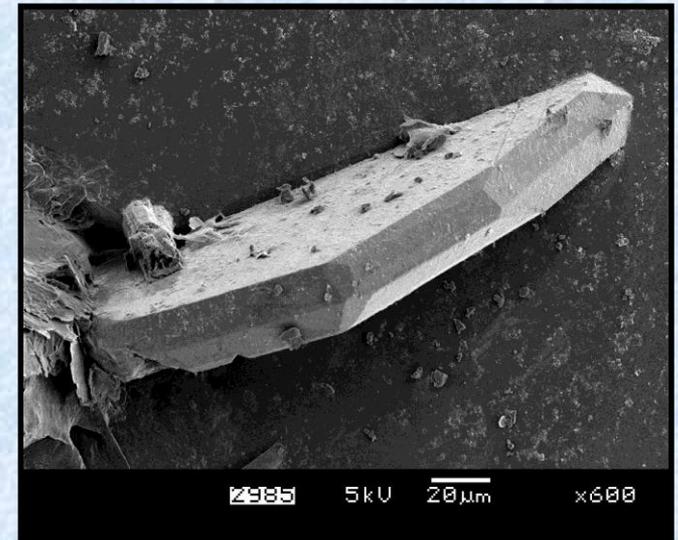
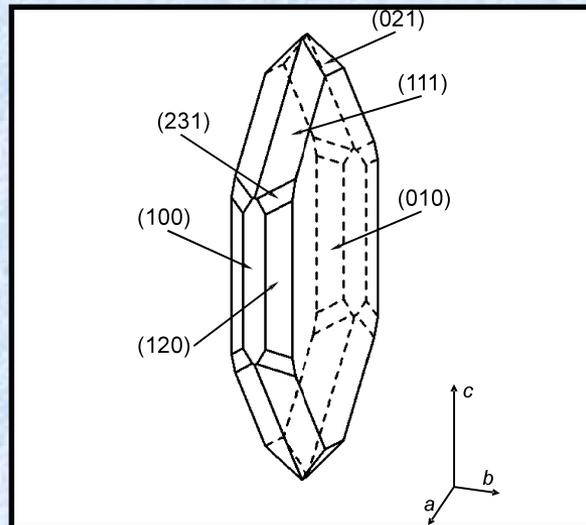
2.3. Les oxydes de titane de Bertrix



L'anatase
 TiO_2



La brookite
 TiO_2



2.4. La mine de plomb de Longvilly

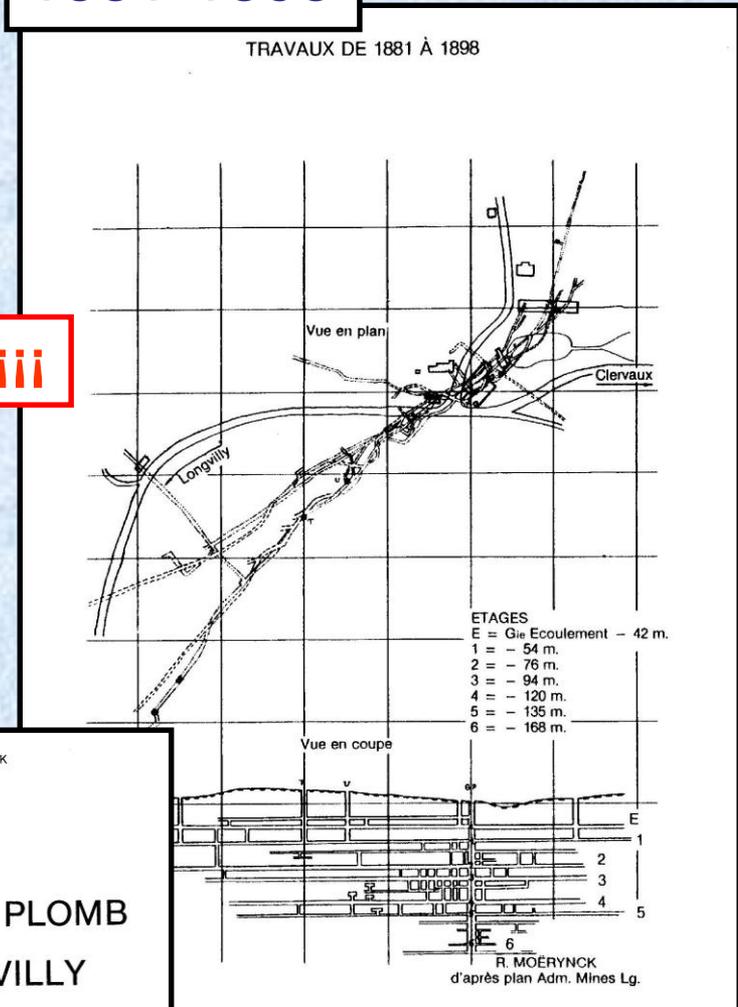
- 1820: Découverte d'un bloc de galène de 600-700 kg
- 1826: Première demande de concession accordée
- 1901: Fermeture de la mine
- Plusieurs milliers de tonnes de minerai ont été extraites!

!!! Minéraux utiles 😊 🏠



LA MINE DE PLOMB
DE LONGVILLY

1881-1898



2.4. La mine de plomb de Longvilly



La pyromorphite
 $\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$



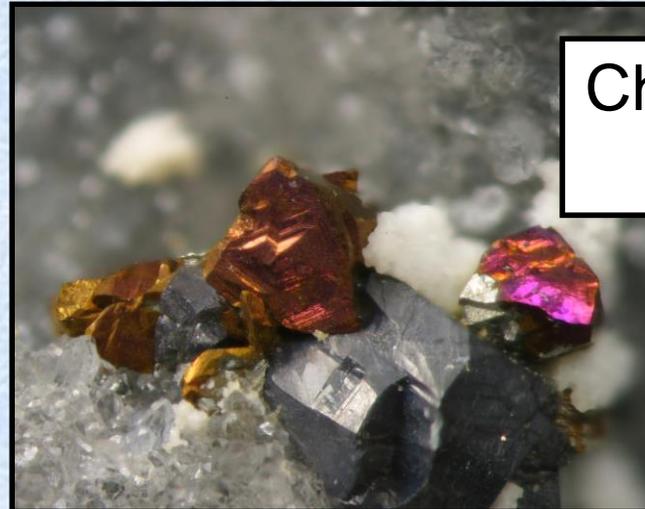
La galène
 PbS



2.4. La mine de La Roche en Ardenne



Sphalérite
(Zn,Fe)S

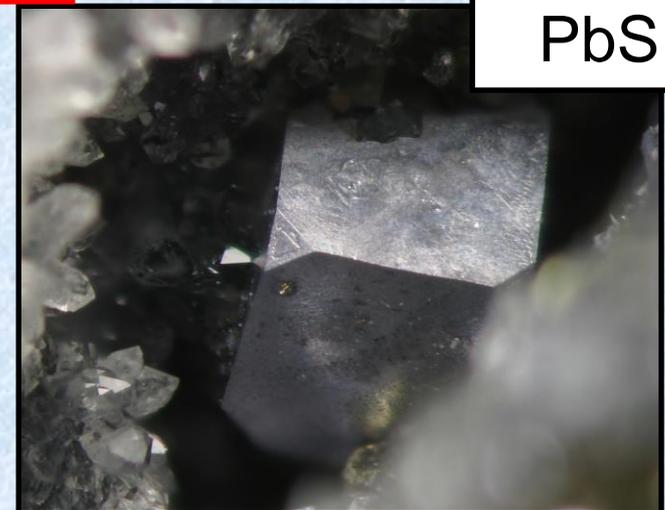


Chalcopyrite
 CuFeS_2

!!! Minéraux utiles ☺ iii



Pyrite
 FeS_2



Galène
 PbS

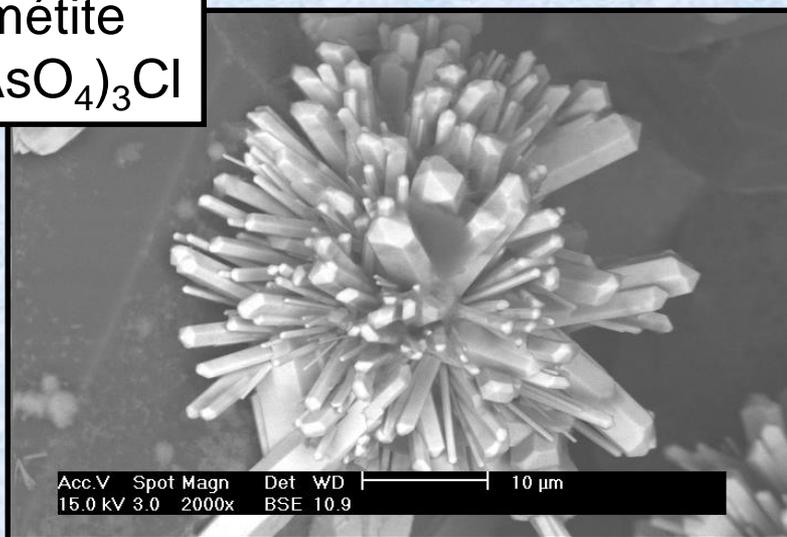
2.4. La mine de La Roche en Ardenne

Malachite
 $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$



Cérusite
 PbCO_3

Mimétite
 $\text{Pb}_5(\text{AsO}_4)_3\text{Cl}$

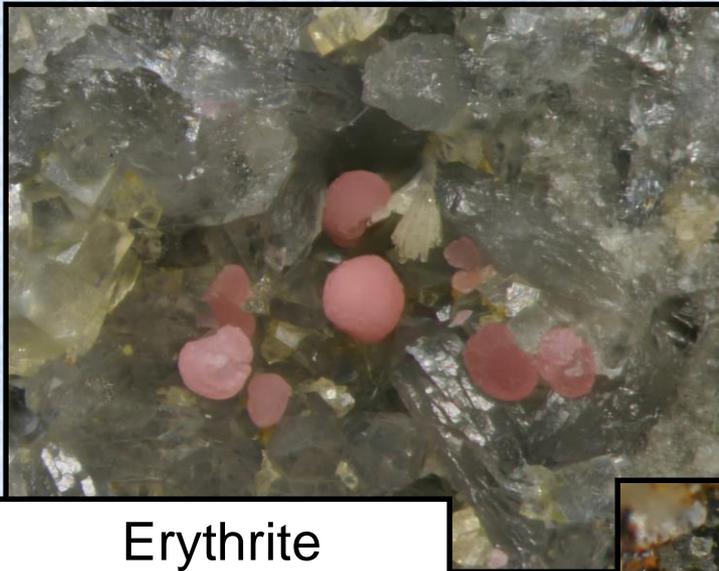


Smithsonite
 ZnCO_3



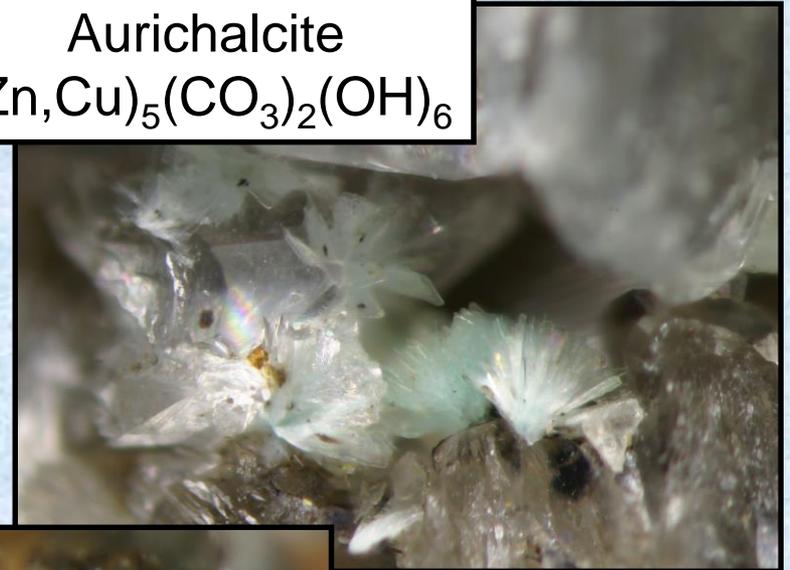
2.4. La mine de La Roche en Ardenne

!!! Nouveaux pour la Belgique 😊 iii



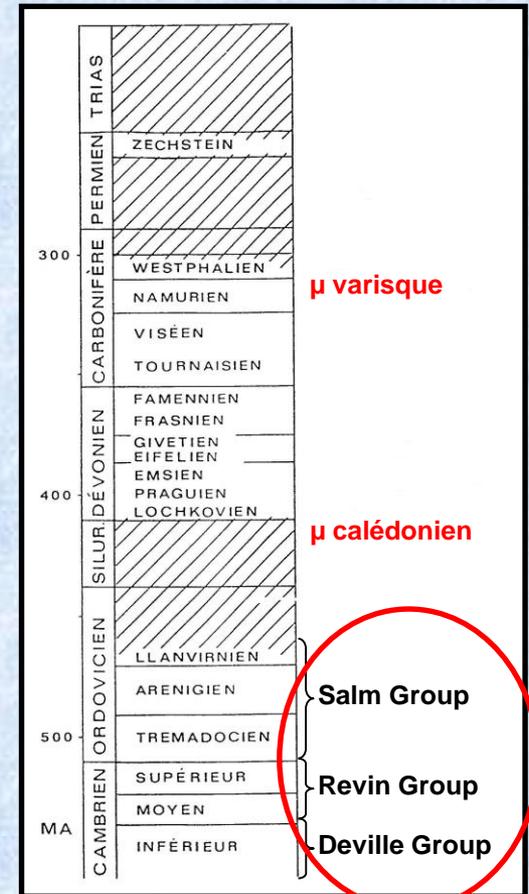
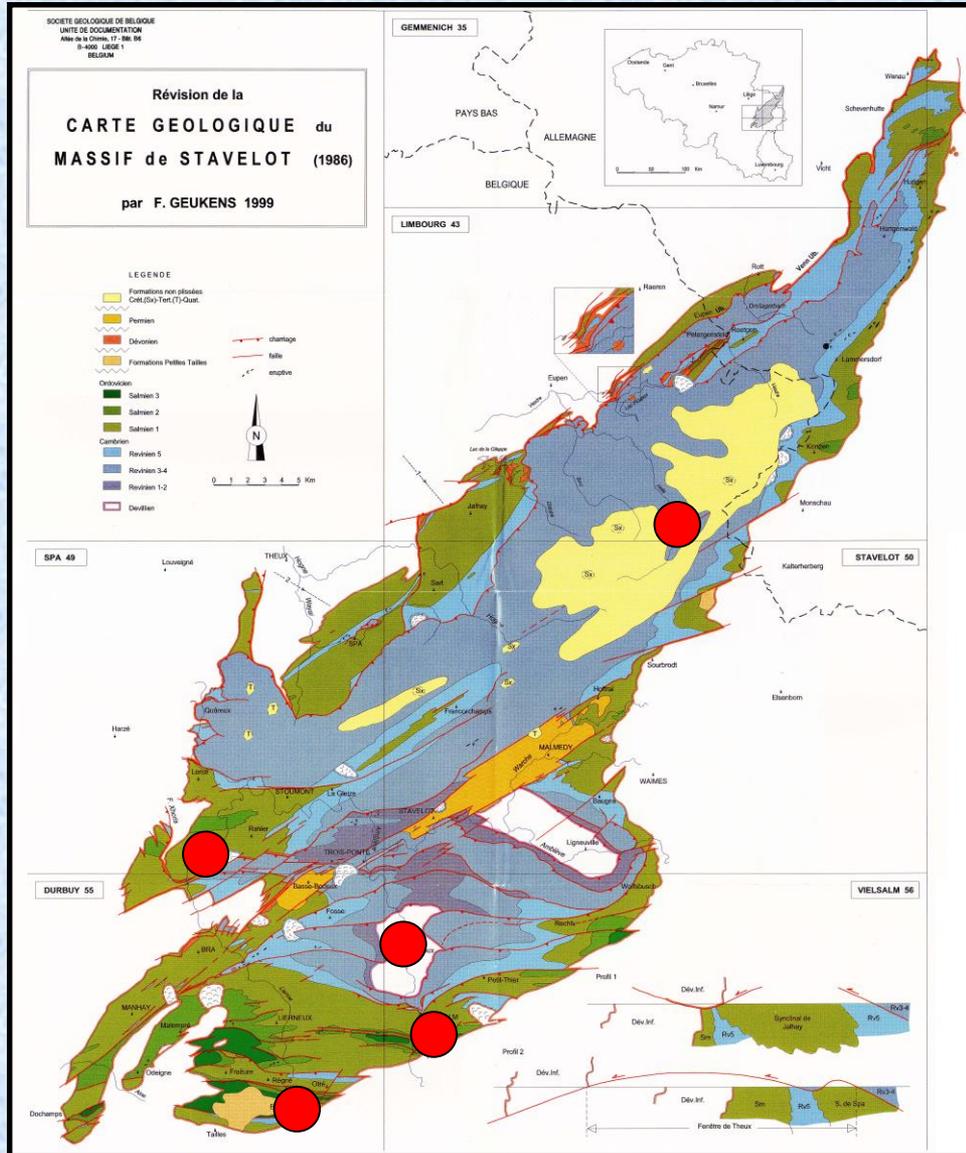
Erythrite
 $\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

Aurichalcite
 $(\text{Zn}, \text{Cu})_5(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_6$



Rosasite
 $(\text{Zn}, \text{Cu})_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$

3.1. Géologie du Massif de Stavelot



3.1. Métamorphisme du Massif de Stavelot

Métamorphisme varisque

-- 320 Ma

-200-420°C

-P ~ 2 kbar (= 2000 atm.)

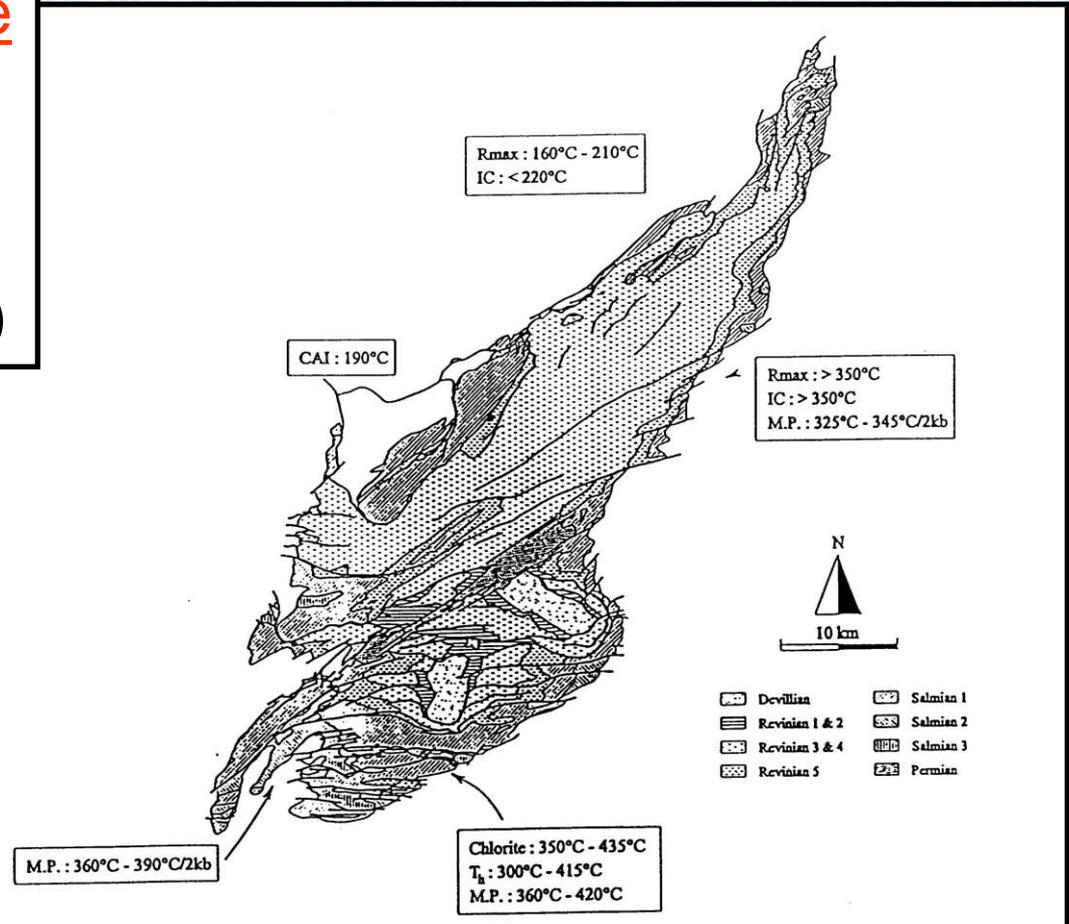
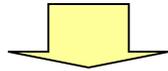


Fig. 10. Thermal conditions during the Variscan orogeny in the Stavelot-Venn Massif. Rmax : maximum vitrinite reflectance, I.C. : illite crystallinity, T_h : total homogenisation temperature of fluid inclusions, T_i : trapping temperature of fluid inclusions, chlorite : chlorite geothermometer, C.A.I. : conodont colour alteration index, M.P. : mineral paragenesis.

3.2. Salmien: Vielsalm-Salmchâteau

Dewalquite (Pisani, 1872)



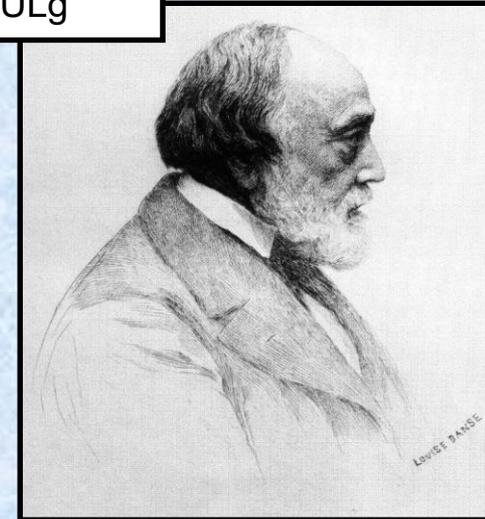
Ardennite (von Lasaulx, 1872)

Gustave Dewalque
(1828-1905)

Minéralogiste, géologue et
paléontologue à l'ULg



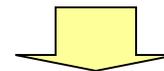
Ardennite, Salmchâteau



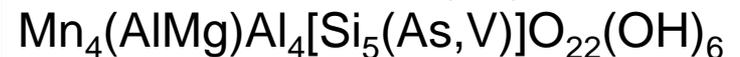
Ardennite, Salmchâteau

!!! Nouveauté mondiale 😊 !!!

Ardennite



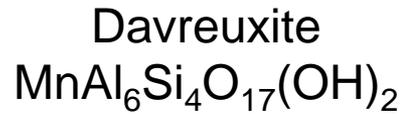
Ardennite-(As)



3.2. Vielsalm-Salmchâteau

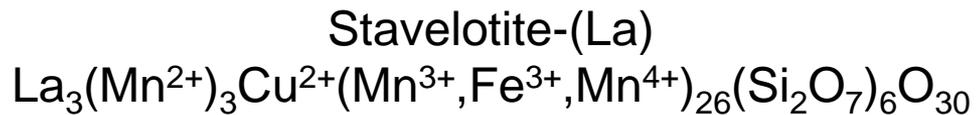


Davreuxite, Salmchâteau

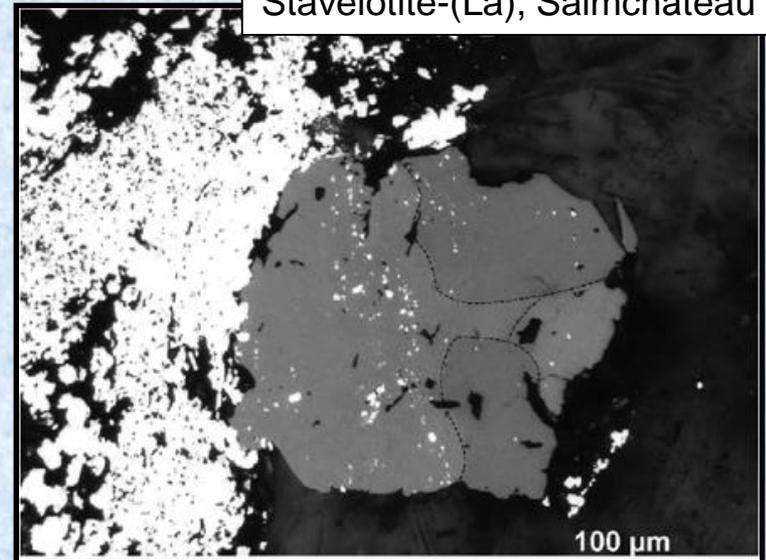


**Charles-Joseph Davreux
 (1800-1863)**
 Chimiste, pharmacien et
 naturaliste liégeois

!!! Nouveautés mondiales 😊 !!!



Stavelotite-(La), Salmchâteau

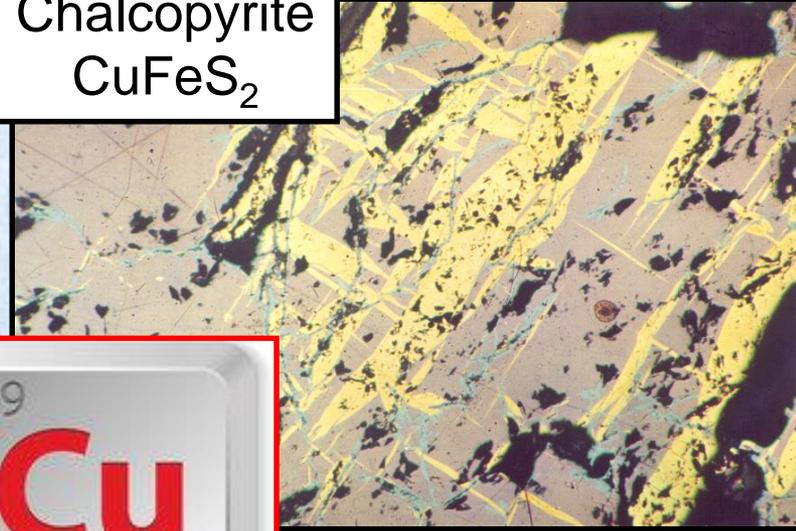


3.2. Vielsalm-Salmchâteau

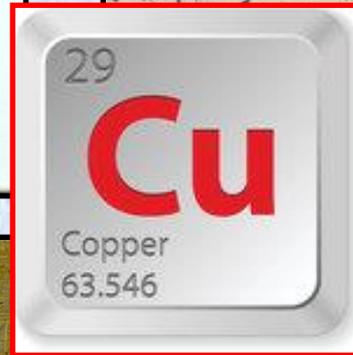
Bornite
 Cu_5FeS_4



Chalcopyrite
 CuFeS_2



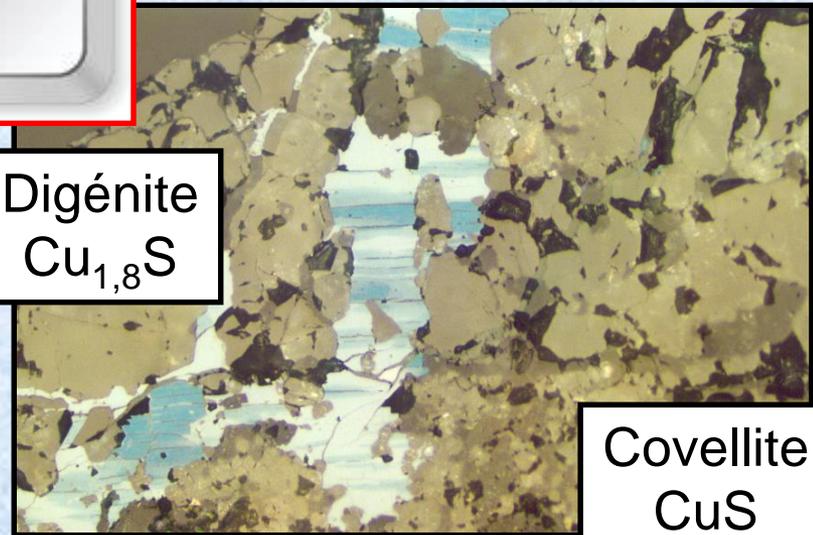
Chalcocite
 Cu_2S



Idaïte
 Cu_3FeS_4



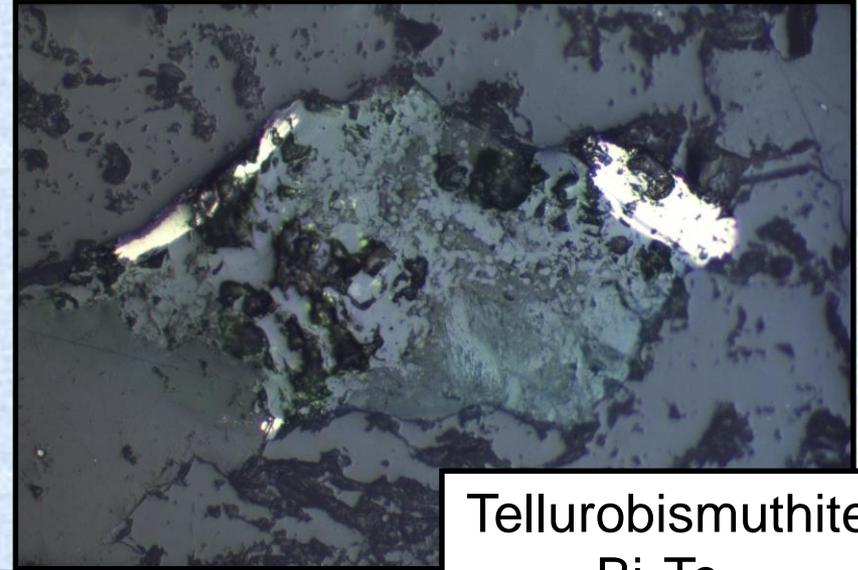
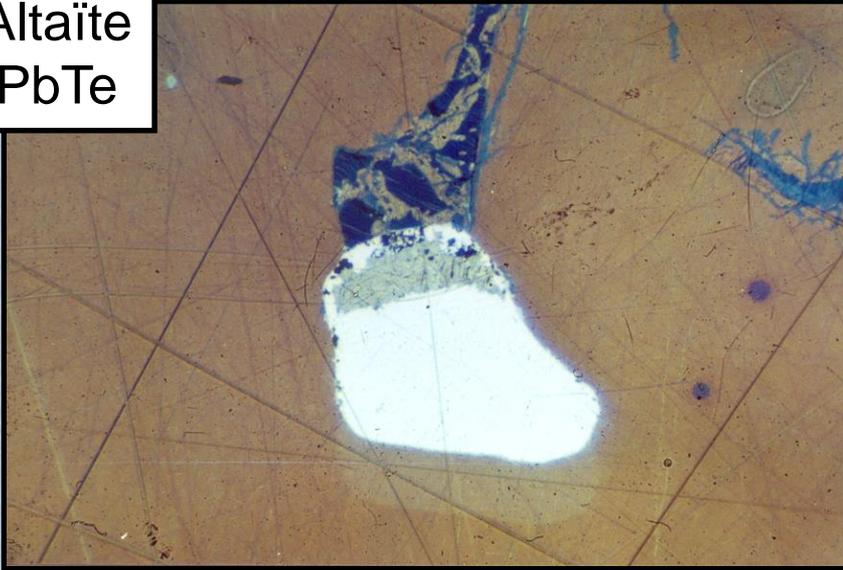
Digénite
 $\text{Cu}_{1,8}\text{S}$



Covellite
 CuS

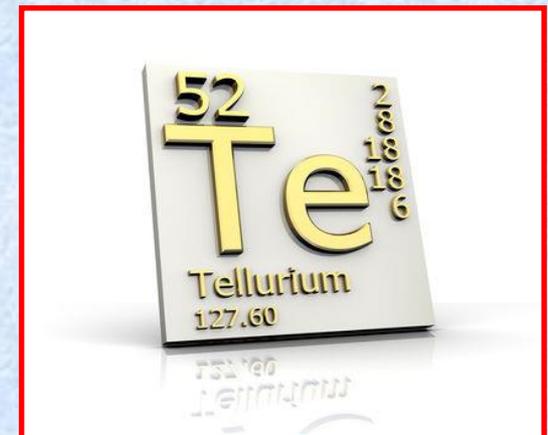
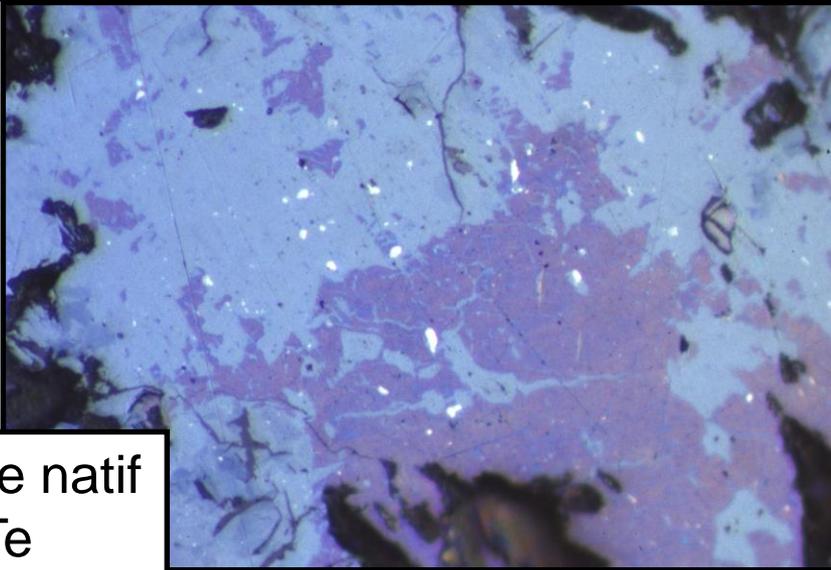
3.2. Vielsalm-Salmchâteau

Altaïte
 PbTe



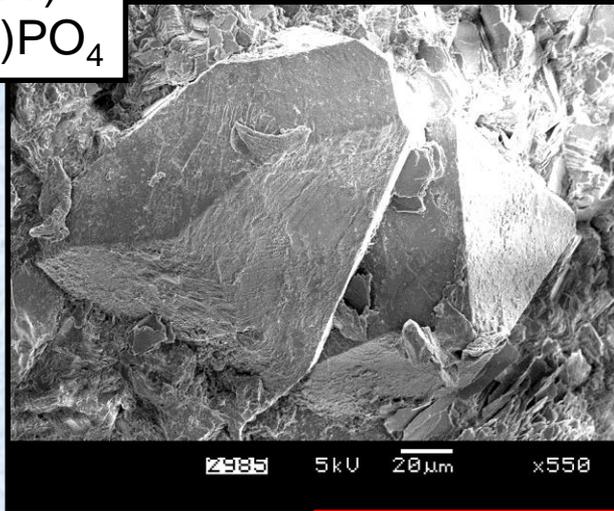
Tellurobismuthite
 Bi_2Te_3

Tellure natif
 Te

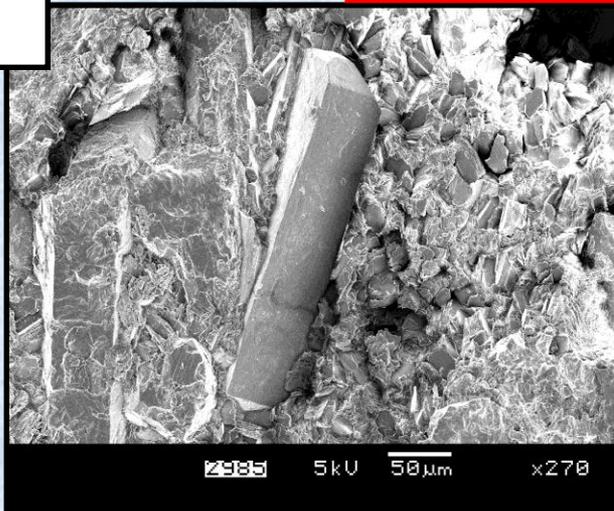


3.2. Vielsalm-Salmchâteau

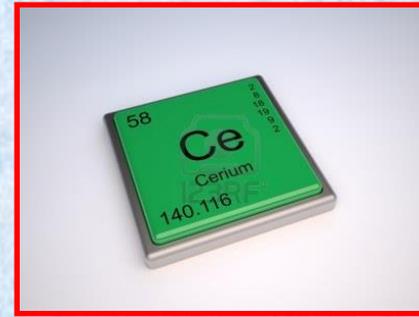
Monazite-(Ce)
 $(\text{Ce,La,Nd,Th})\text{PO}_4$



Xénotime-(Y)
 YPO_4



!!! Eléments rares ☺ !!!

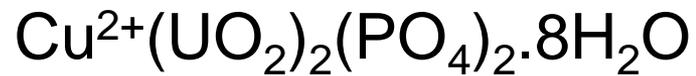


Florencite-(Ce)
 $\text{CeAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_6$



3.2. Vielsalm-Salmchâteau

Métatorbernite



!!! Minéral radioactif ☹️ ☹️ ☹️



Métatorbernite, Cahay

3.2. Salmien: Ottré-Bihain

!!! Nouveautés mondiales ☺ iii

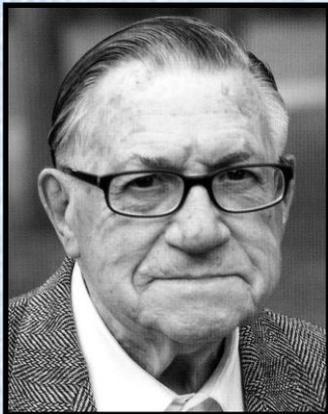
Ottrélite



Ottrélite, Ottré



Chloritoïde, Vielsalm



René Van Tassel
(1916-2013)

Minéralogiste bruxellois

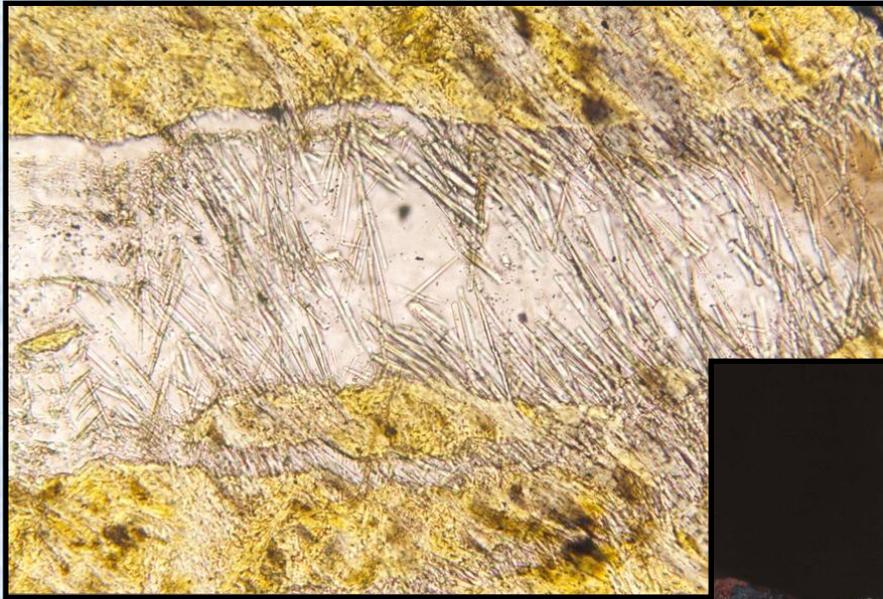


Vantasselite, Bihain

Vantasselite



3.2. Salmien: la vallée de la Lienne



Carpholite
 $\text{MnAl}_2\text{Si}_2\text{O}_6(\text{OH})_4$

$T = 300^\circ\text{C}$
 $P = 1\text{-}2 \text{ kbar}$
(Theye *et al.* 1996)

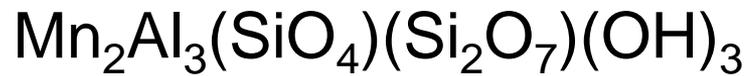


!!! Minéral utile pour les géologues 😊 iii

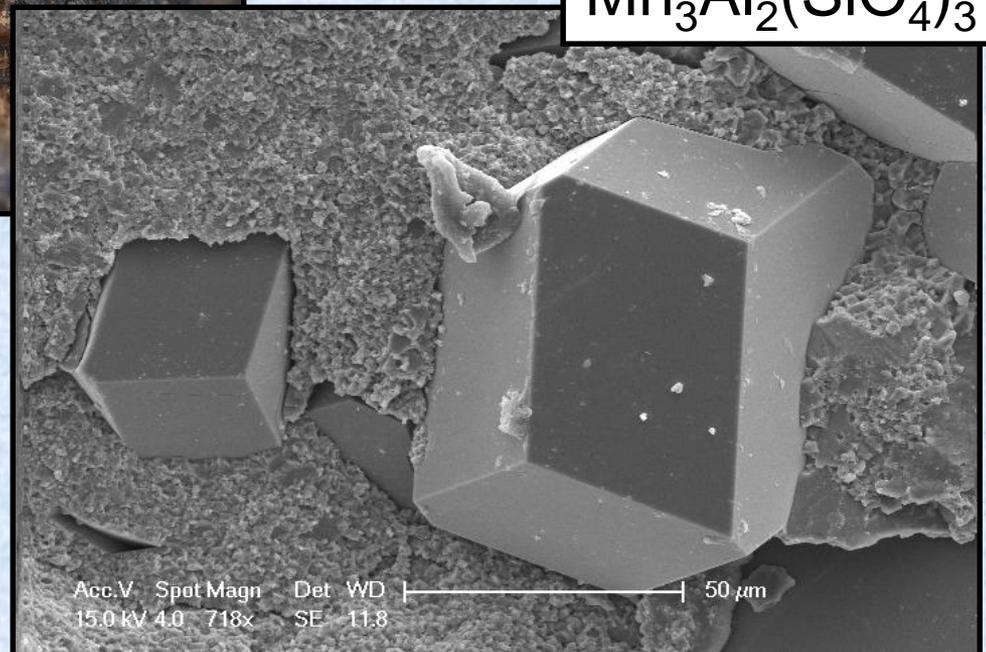
3.2. La vallée de la Lienne



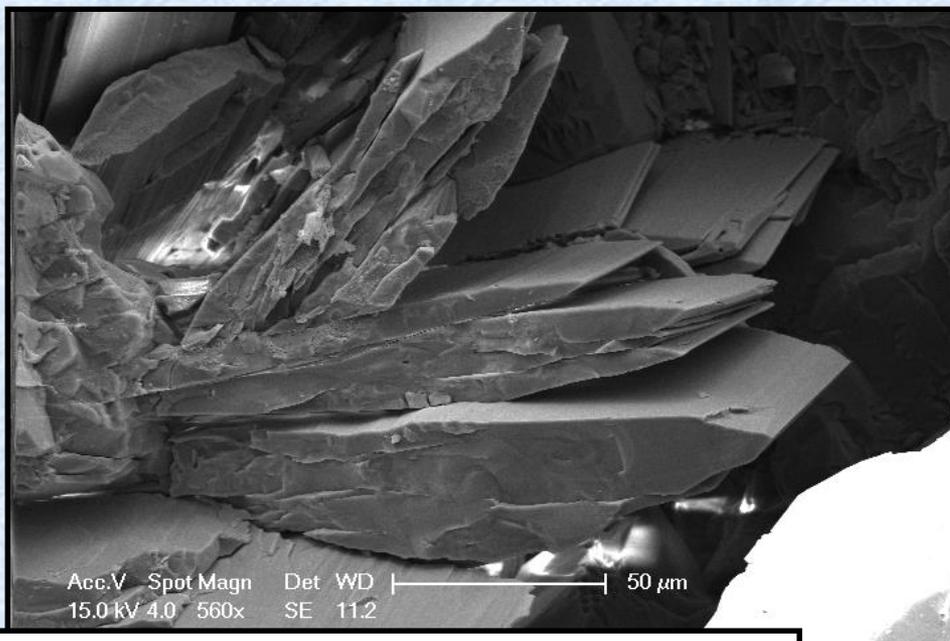
Sursassite



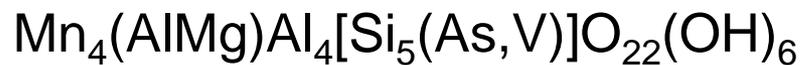
Spessartine
 $\text{Mn}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$



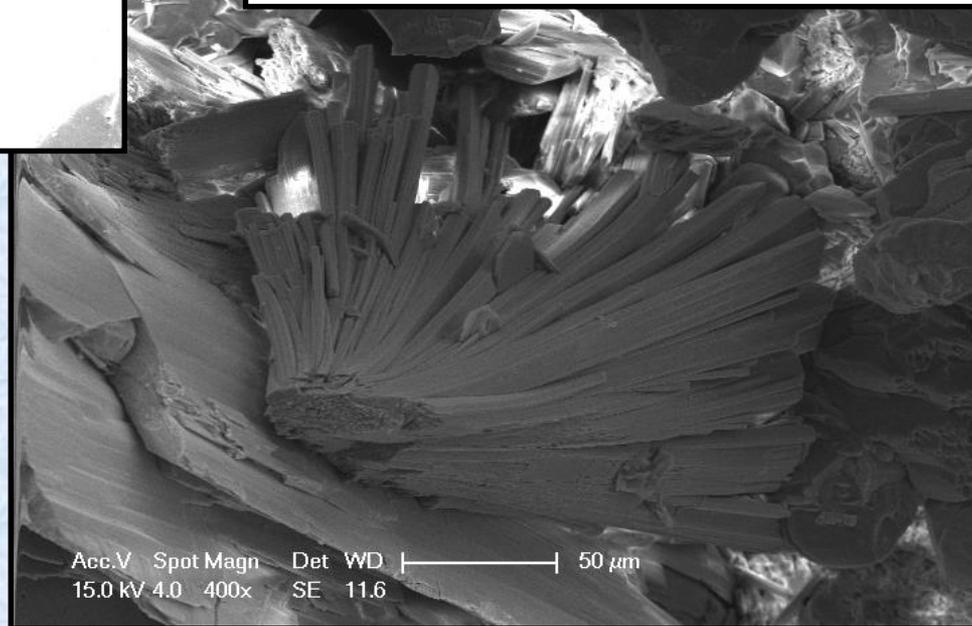
3.2. La vallée de la Lienne



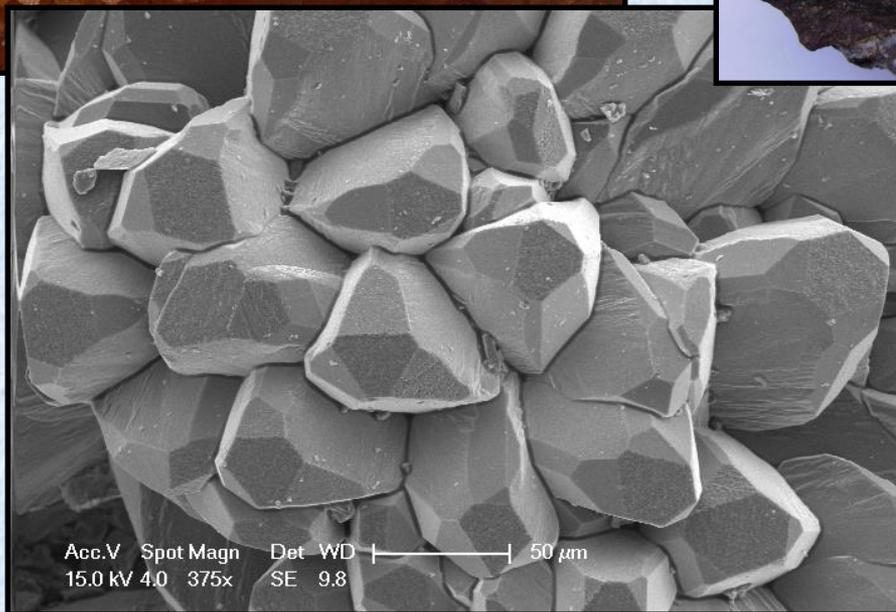
Ardennite-(V)



Piémontite
 $\text{Ca}_2\text{Mn}^{3+}\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)\text{OOH}$



3.2. La vallée de la Lienne



Rhodochrosite
 MnCO_3

3.2. La vallée de la Lienne



Pyrolusite
 MnO_2



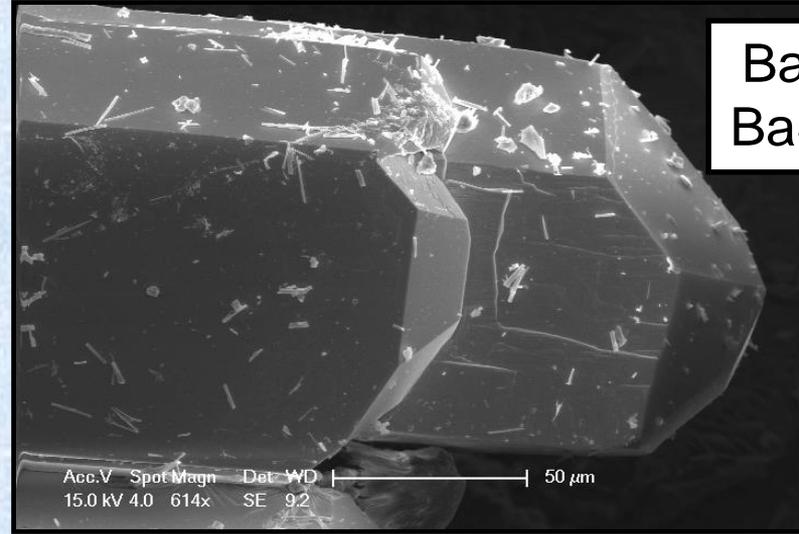
!!! Minéral utile 😊 !!!

3.2. La vallée de la Lienne

Malachite
 $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$



Barite
 BaSO_4



Pyromorphite
 $\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$

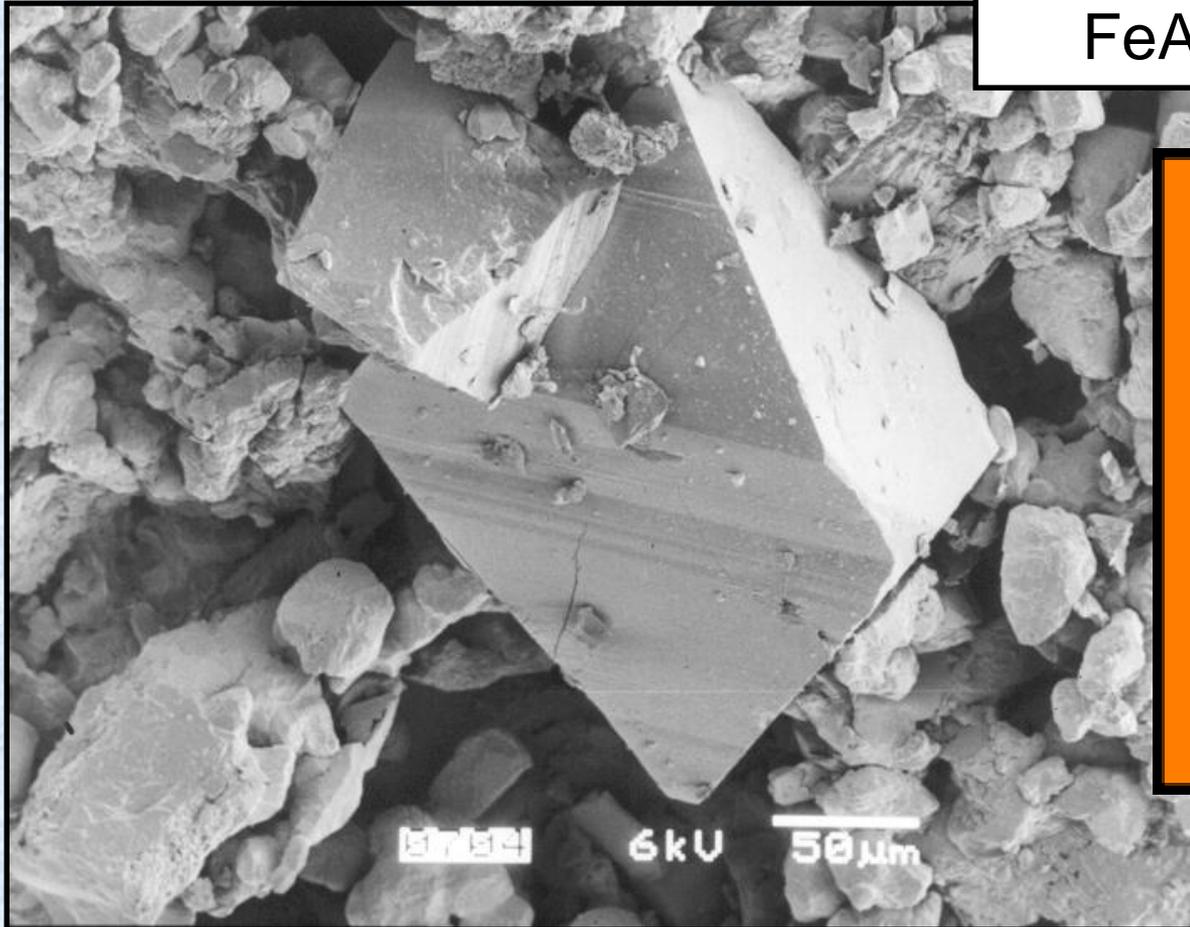


Azurite
 $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$



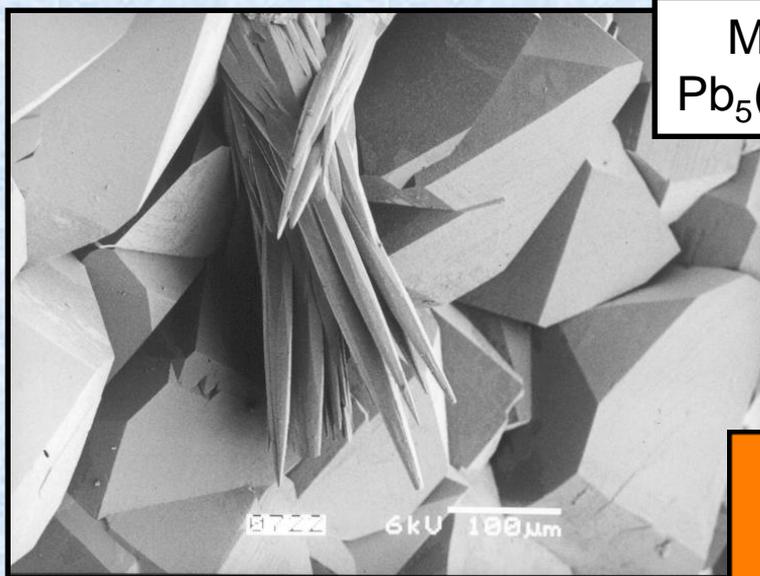
3.3. Devillien: les arséniates de Hourt

Arsénopyrite
 FeAsS

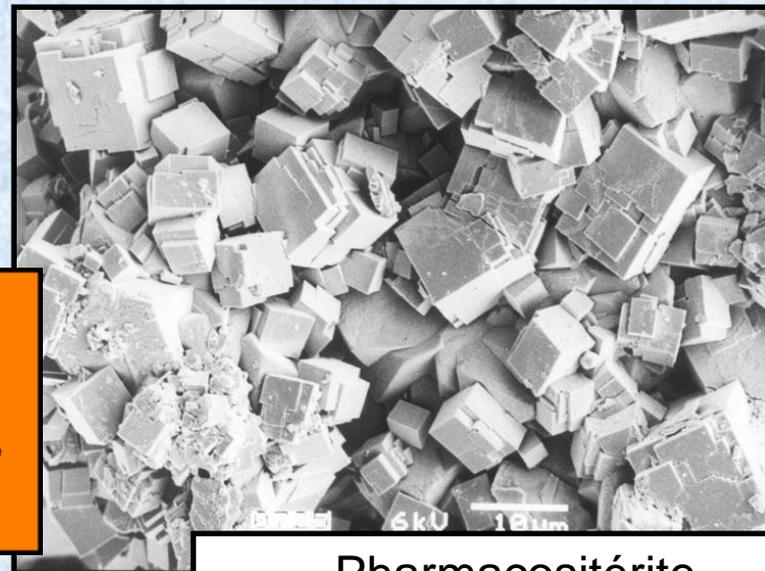


!!! Minéral toxique ☹️ ❗

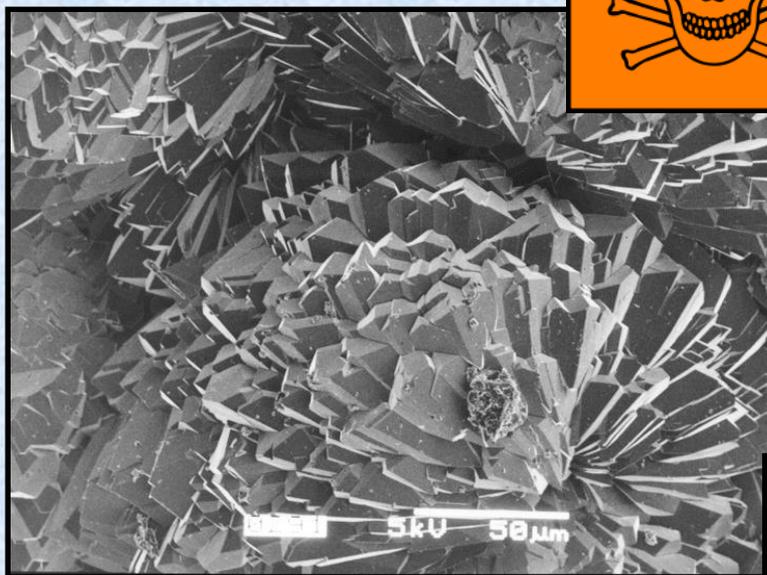
3.3. Les arséniates de Hourt



Miméteite
 $\text{Pb}_5(\text{AsO}_4)_3\text{Cl}$



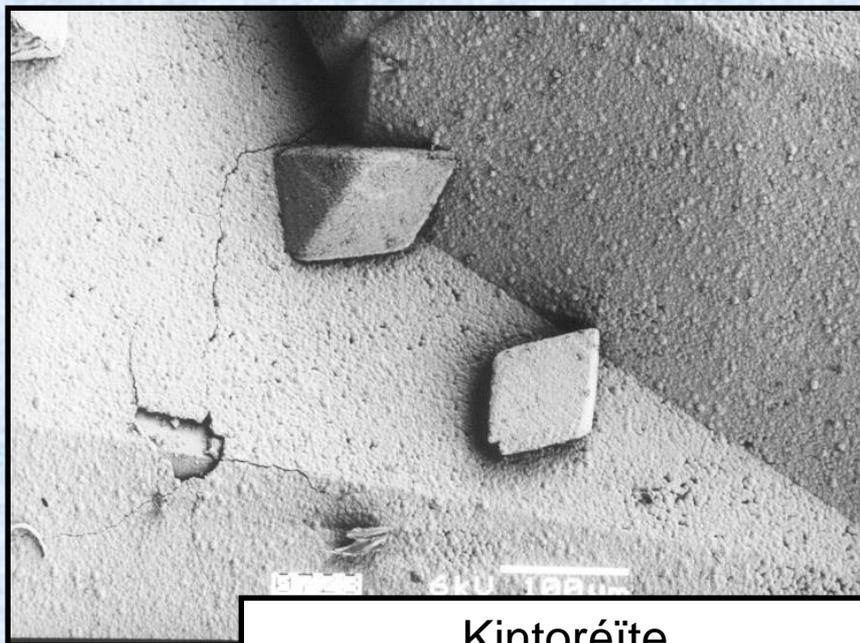
Pharmacositérite
 $\text{KFe}^{3+}_4(\text{AsO}_4)_3(\text{OH})_4 \cdot 6-7\text{H}_2\text{O}$



Scorodite
 $\text{FeAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

!!! Minéraux toxiques ☹ iii

3.3. Les arséniates de Hourt

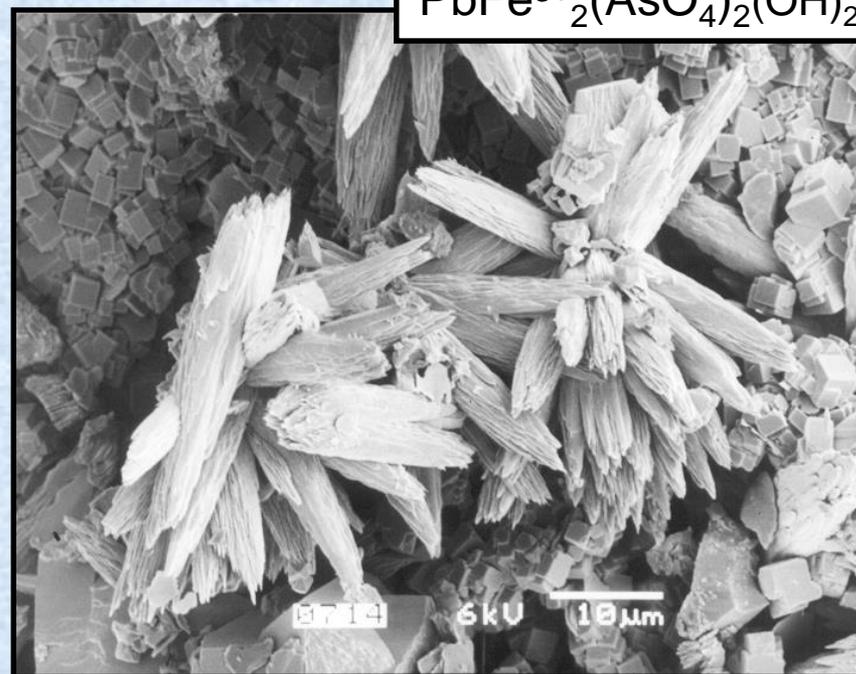


Kintoréite
 $\text{PbFe}^{3+}_3(\text{PO}_4)(\text{PO}_3\text{OH})(\text{OH})_6$

!!! Minéraux toxiques ☹️ 🚫



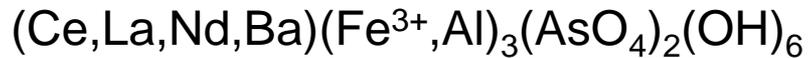
Carminite
 $\text{PbFe}^{3+}_2(\text{AsO}_4)_2(\text{OH})_2$



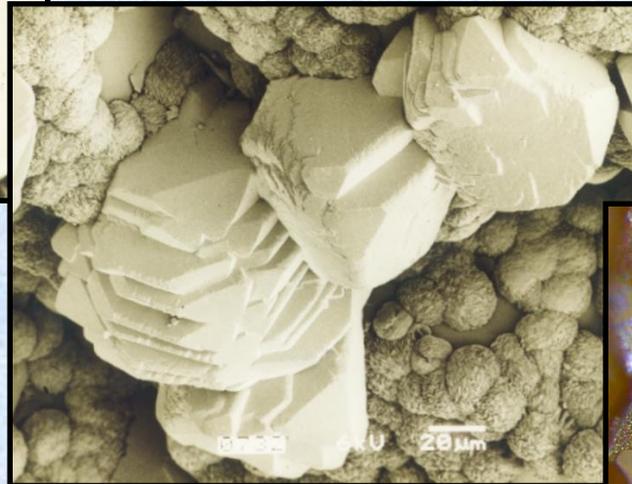
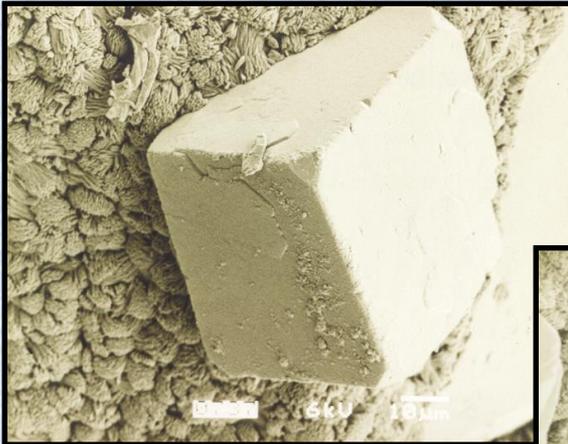
!!! Nouveaux pour la Belgique 😊 🚫

3.3. Les arséniates de Hourt

Graulichite-(Ce)

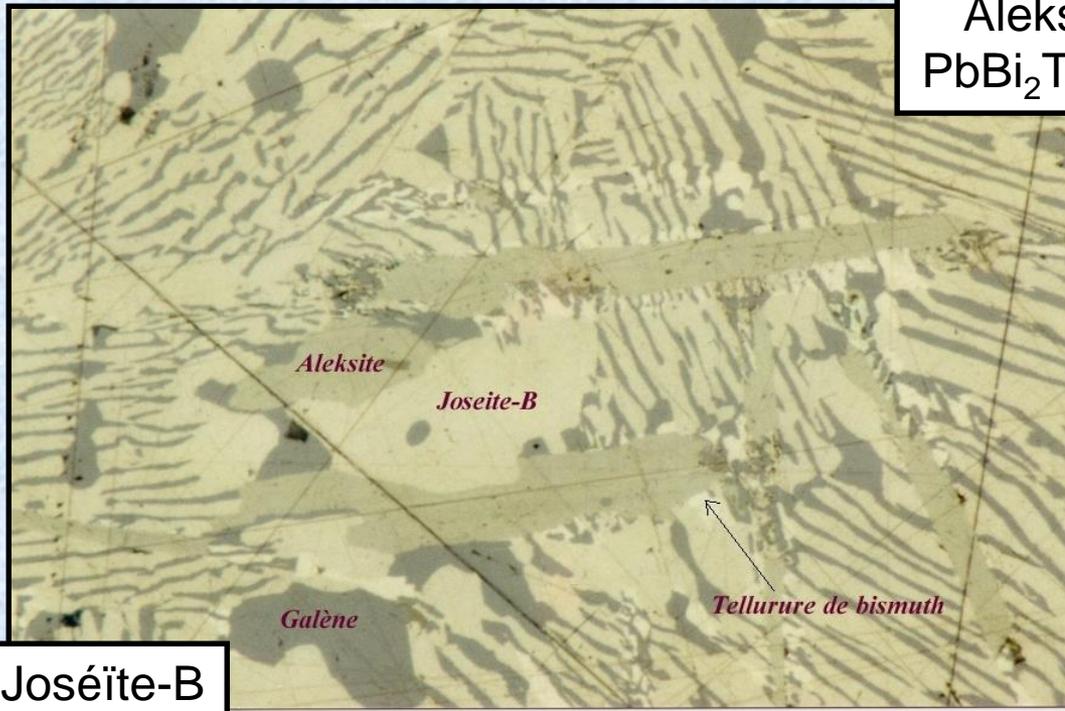


Jean-Marie Graulich
(1920-2001)
Géologue liégeois et
bruxellois



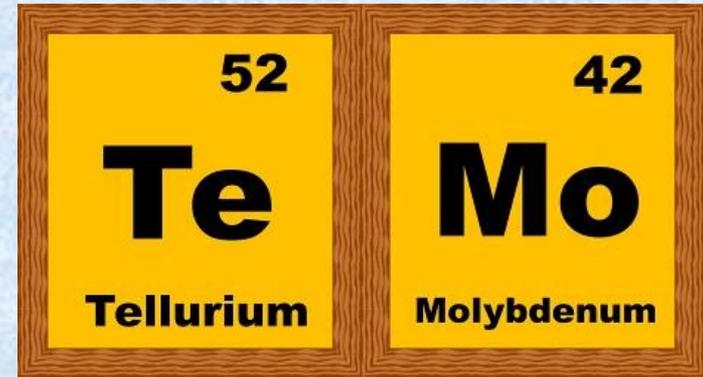
!!! Nouveauté mondiale 😊 !!!

3.4. Magmatique: les minéraux de la Helle



Aleksite
 $\text{PbBi}_2\text{Te}_2\text{S}_2$

Joséite-B
 $\text{Bi}_4\text{Te}_2\text{S}$



!!! Eléments rares 😊 🍷

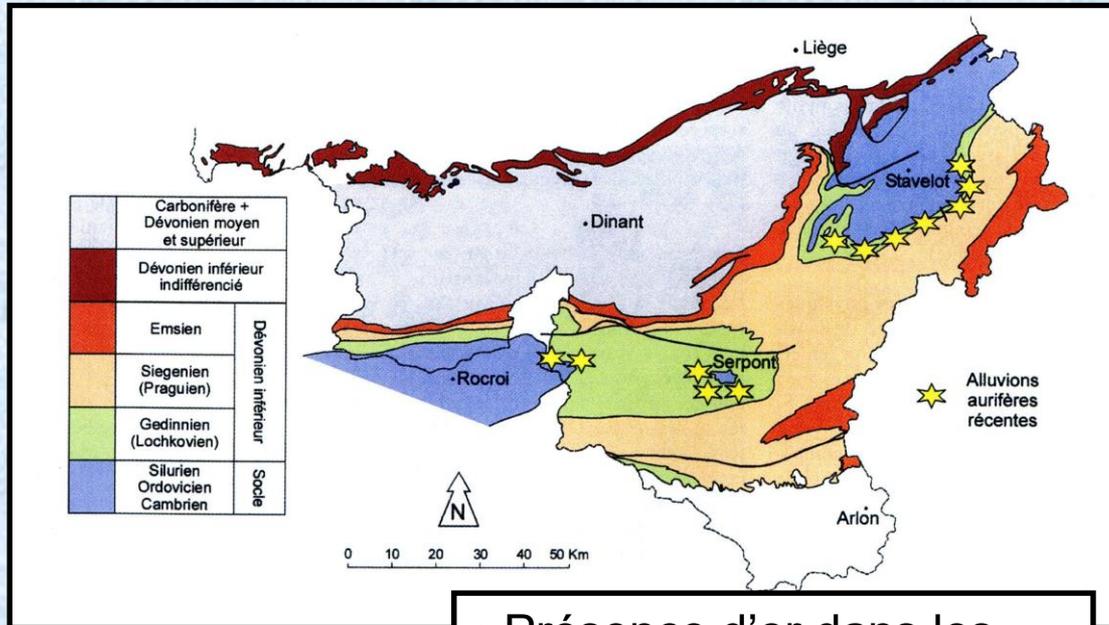


Ferrimolybdite
 $\text{Fe}^{3+}_2(\text{MoO}_4)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

Conclusions

- L'Ardenne présente une géologie exceptionnelle, caractérisée par un métamorphisme relativement intense.
- De nombreux minéraux rares ont été observés dans les régions de Bastogne-Bertrix et dans le Massif de Stavelot.
- Ces minéraux se témoignent de la géochimie complexe des roches ardennaises, et ont permis de décrire plusieurs espèces nouvelles au niveau mondial!
- Les mines de plomb, de cuivre, de coticule et d'or ont permis l'extraction de plusieurs centaines de tonnes de minerais.

3.2. Dévonien: l'or ardennais

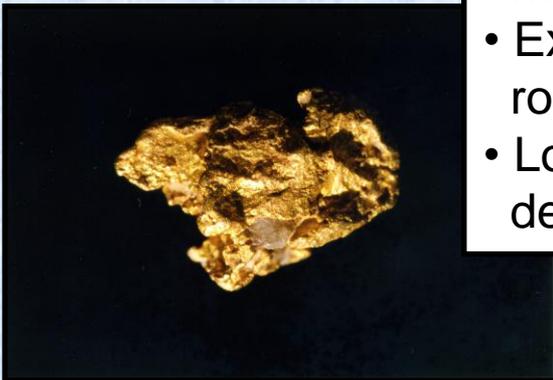


!!! Minéraux utiles ☺ iii

- Présence d'or dans les alluvions de certaines rivières ardennaises
- Exploité depuis l'époque romaine
- Localisé sur le pourtour des massifs anciens



!!! Minéraux précieux ☺ iii



3.2. L'or ardennais

- 1875: Julius Jung, voyant les tertres ardennais, est convaincu qu'il s'agit d'anciens vestiges d'orpaillage. En 1876, il découvre de l'or et décide de l'exploiter.

- 1895-1910: Ruée vers l'or ardennais. De nombreux fermiers abandonnent la culture pour la batée. L'orpaillage leur rapporte de 50 centimes à 1 franc par jour; les plus chanceux gagnent 10 francs par jour, ce qui correspond à un mois de travail!

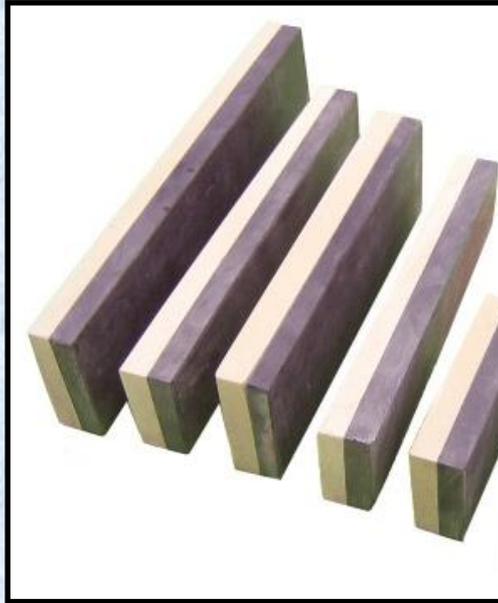
- 1908-1945: Les géologues belges confirment la présence d'or en Ardenne.

- 2000: Découverte de la première mine d'or belge au « Trou des Massotais »



240AD – 530AD (Bas empire romain)

3.3. Salmien: le coticule

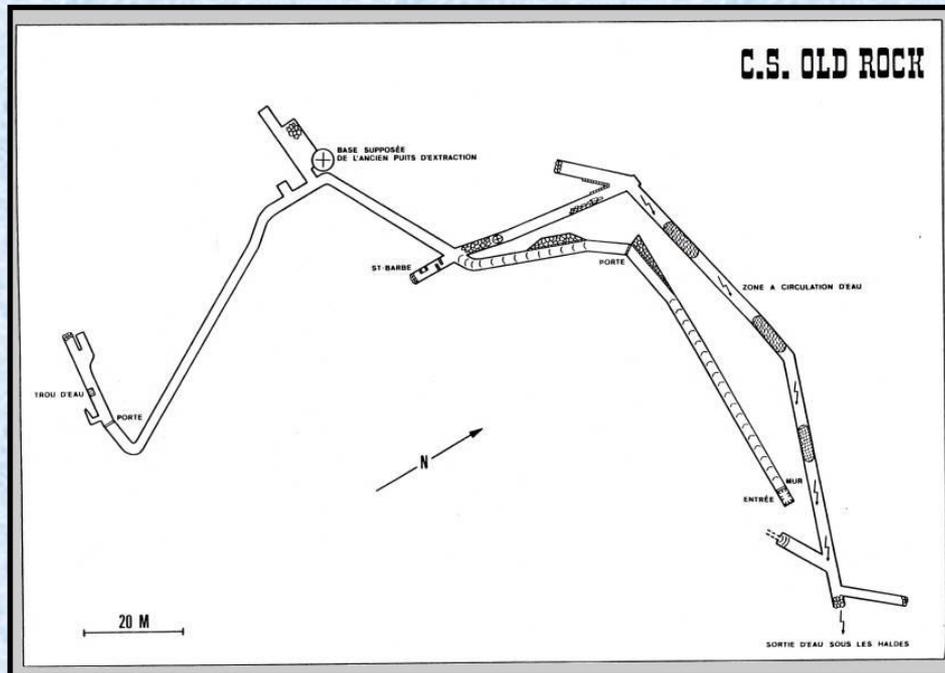


- Signalé par Pline l'Ancien (23-79 après J.-C.)
- 1625: Première mention écrite de l'activité extractive
- 1769-1775: Plus de 100.000 pierres exportées chaque année!
- La meilleure pierre à aiguiser au monde!
- Constituée de minuscules grenats dans une matrice de micas.



!!! Minéraux utiles ☺ iii

3.3. Les exploitations souterraines de coticule



La mine de l'Old Rock
(Salmchâteau)

3.3. Ardennes coticule: le Thier del Preu



Dernière exploitation de
coticule en activité

