

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



# **Géologie de l'Ardenne: Influence des roches et des minéraux sur la vie quotidienne**

**Frédéric Hatert**

Amberloup, le 23 novembre 2011

# Plan de l'exposé

1. Notions de géologie

2. Géologie de l'Ardenne

3. Les minéraux exceptionnels de la région de Bastogne-Bertrix

4. Influence sur la vie quotidienne

4.1. Les matériaux de construction traditionnels

4.2. Exploitations de roches et de minéraux remarquables en Ardenne

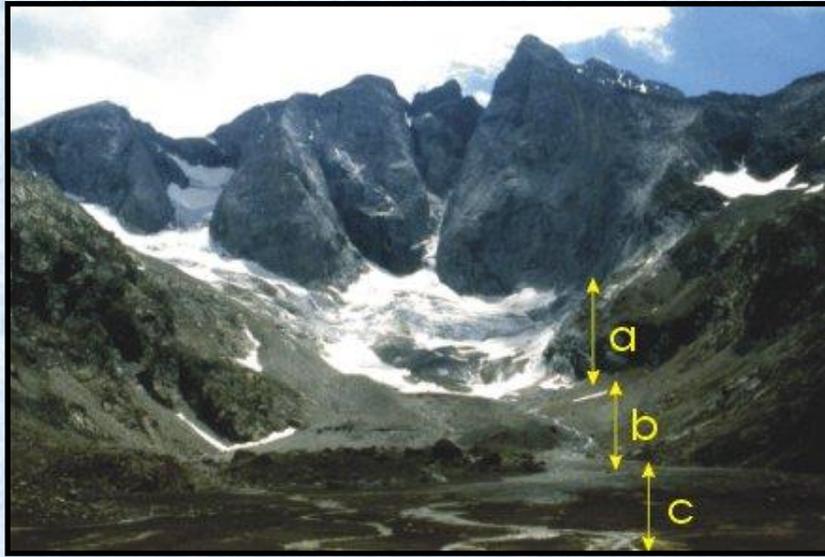
4.3. Relations entre le sol et le sous-sol: influence des roches sur la végétation

## Définition de la Géologie

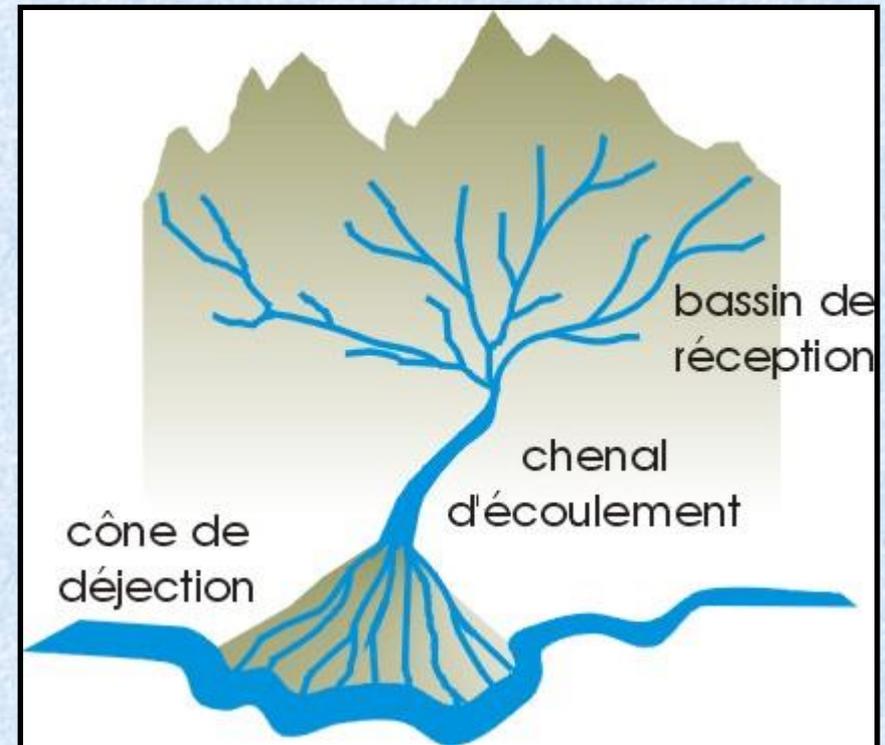
La géologie est la science qui étudie l'évolution de la lithosphère au cours du temps

- 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

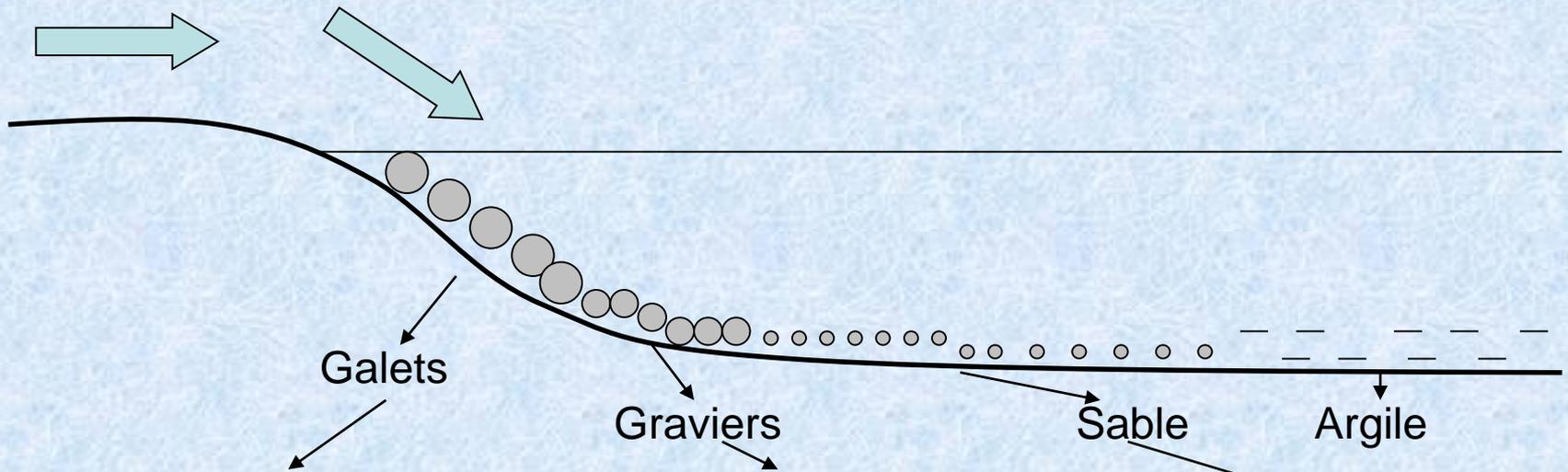


## EROSION - TRANSPORT



# Les roches sédimentaires: Sédimentation

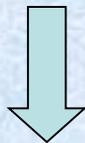
## SEDIMENTATION - CLASSEMENT



# Les roches sédimentaires: Diagenèse

## DIAGENESE

Galets



Conglomérat

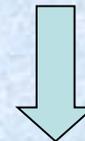


Graviers



Arkose

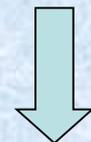
Sable



Grès



Argiles



Argilite



# Les roches métamorphiques



**OROGENESE – HP HT**

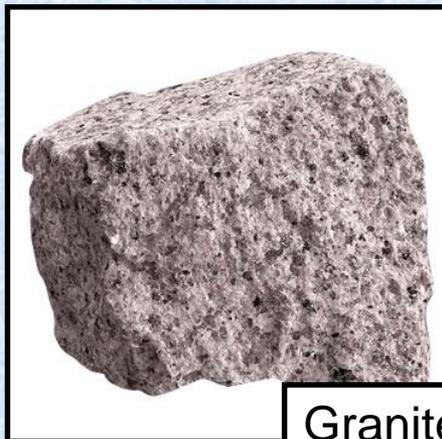
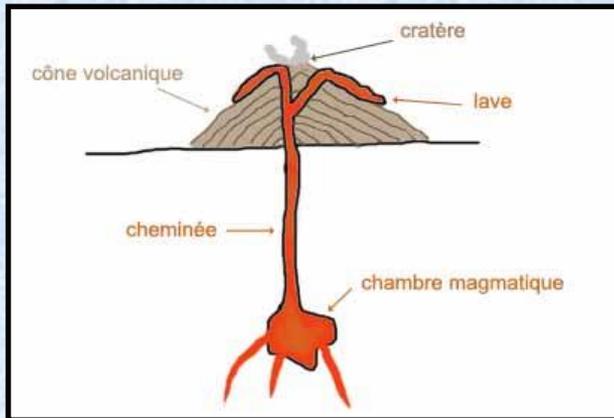
**METAMORPHISME**



Micaschiste à grenats

# Les roches magmatiques

## INTRUSIVES



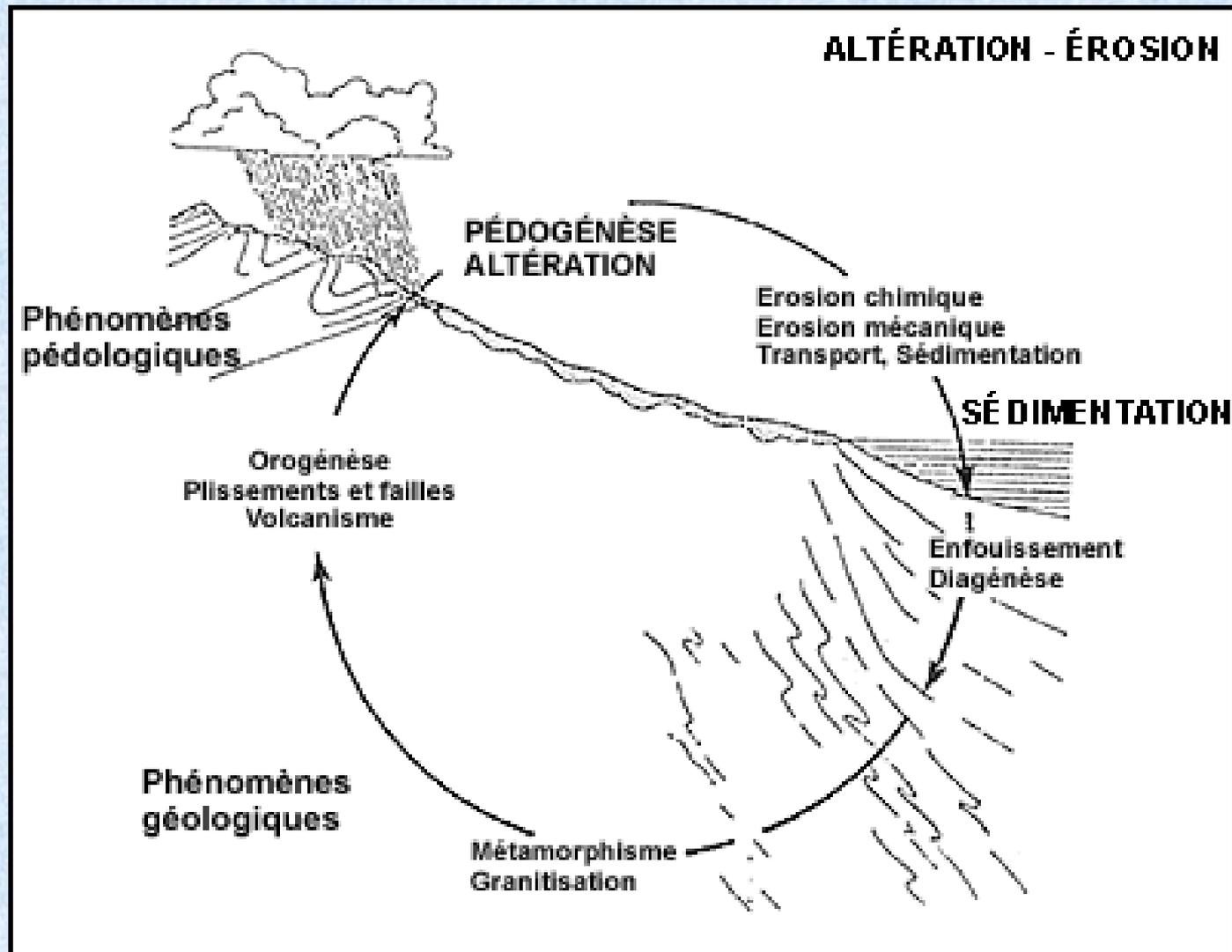
Granite

## EXTRUSIVES



Basalte

# Le cycle géologique

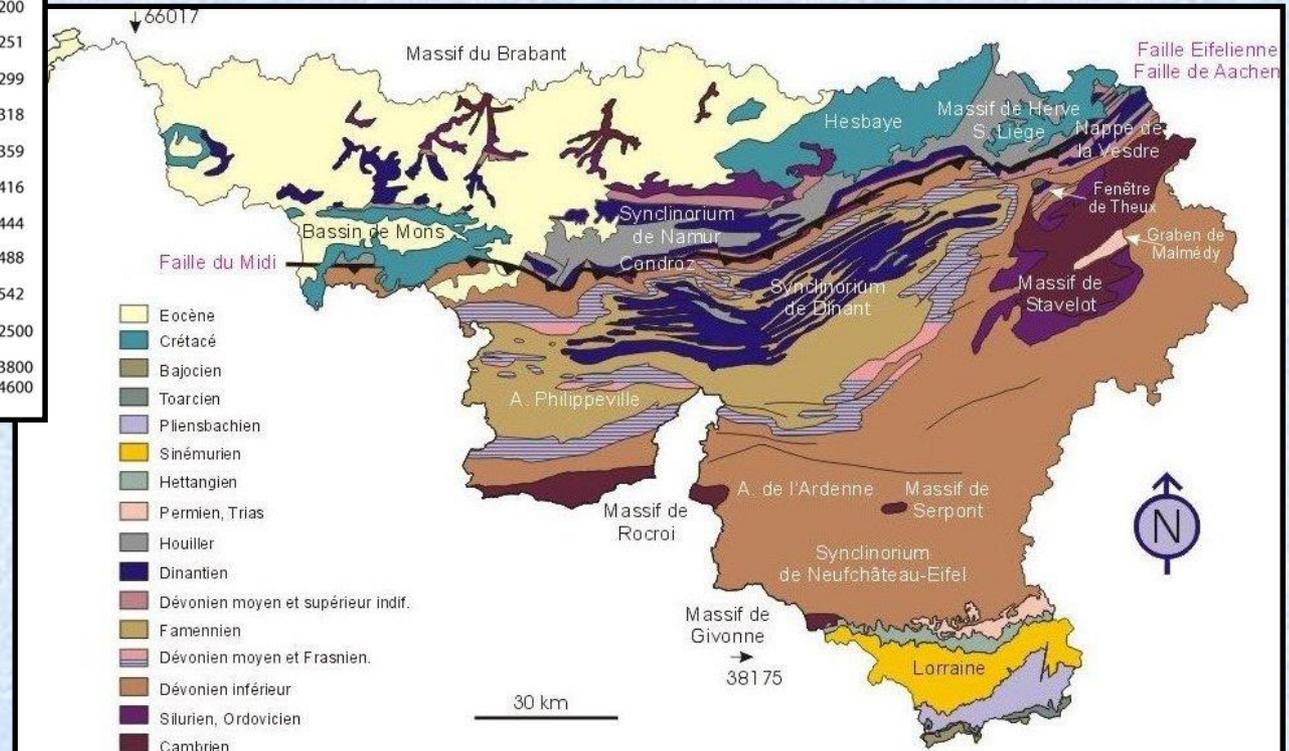


# Géologie de la Wallonie

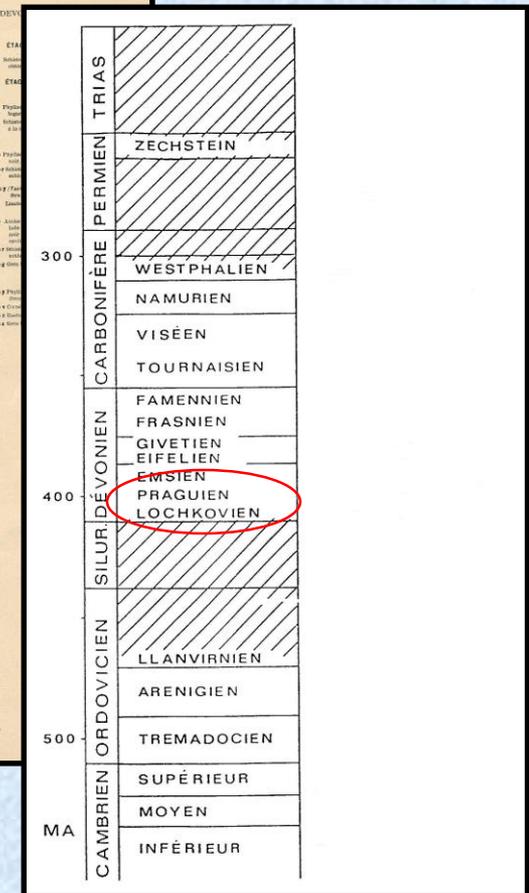
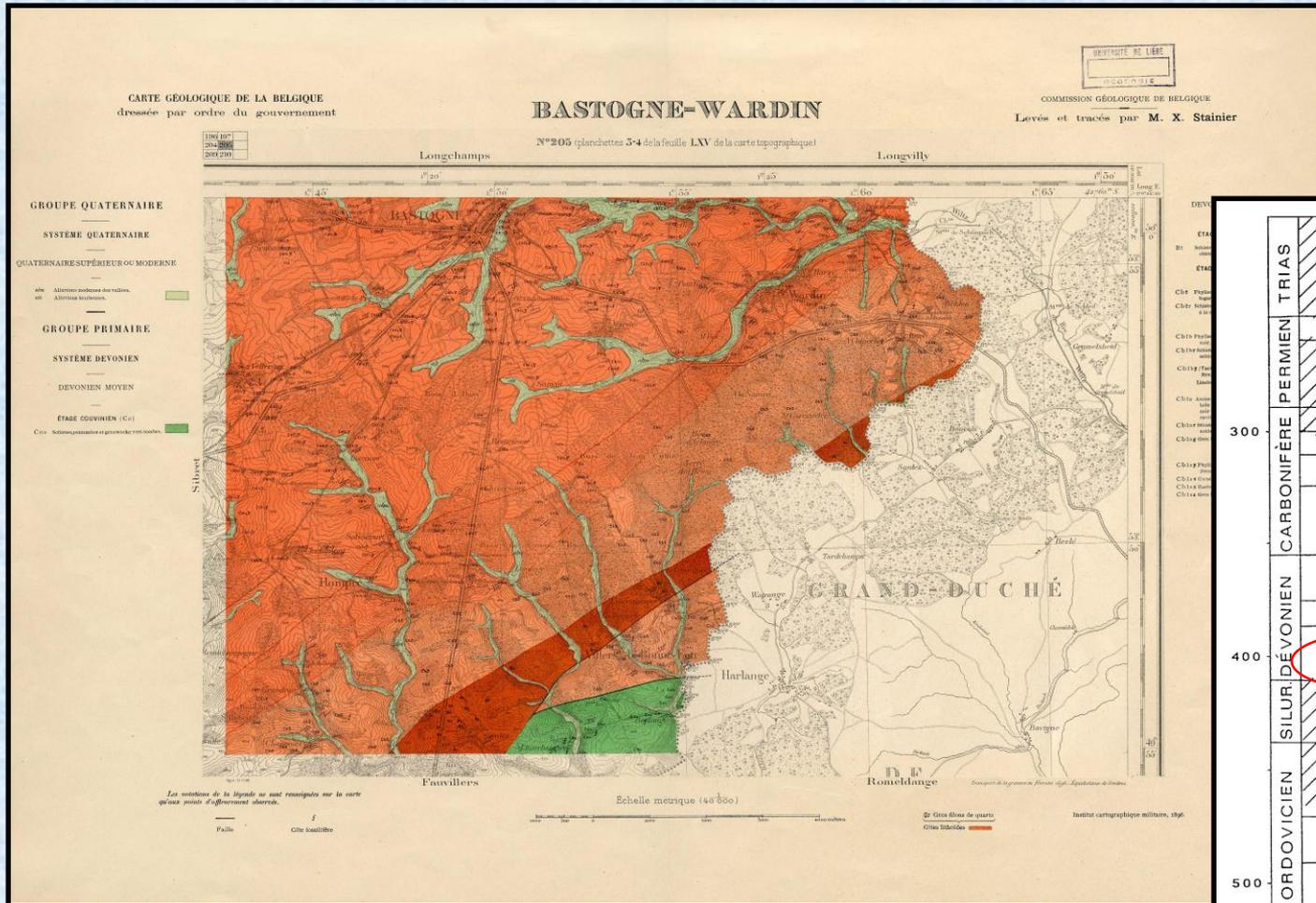
Éon	Ère	Période	Époque	Ma	
PHANÉROZOÏQUE	CÉNOZOÏQUE	QUATÉNAIRE	HOLOCÈNE	0,01	
			PLÉISTOCÈNE	1,8	
		NÉOGÈNE	PLIOCÈNE	5	
			MIOCÈNE	23	
		PALÉOGÈNE	OLIGOCÈNE	34	
			ÉOCÈNE	56	
	MÉSOZOÏQUE		CRÉTACÉ	146	
			JURASSIQUE	200	
			TRIASSIQUE	251	
			PERMIEN	299	
			CARBONIFÈRE	PENNSYLVANIEN	318
				MISSISSIPIEN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

## Massifs cambro-ordoviciens:

Stavelot, Rocroi, Serpont, Givonne



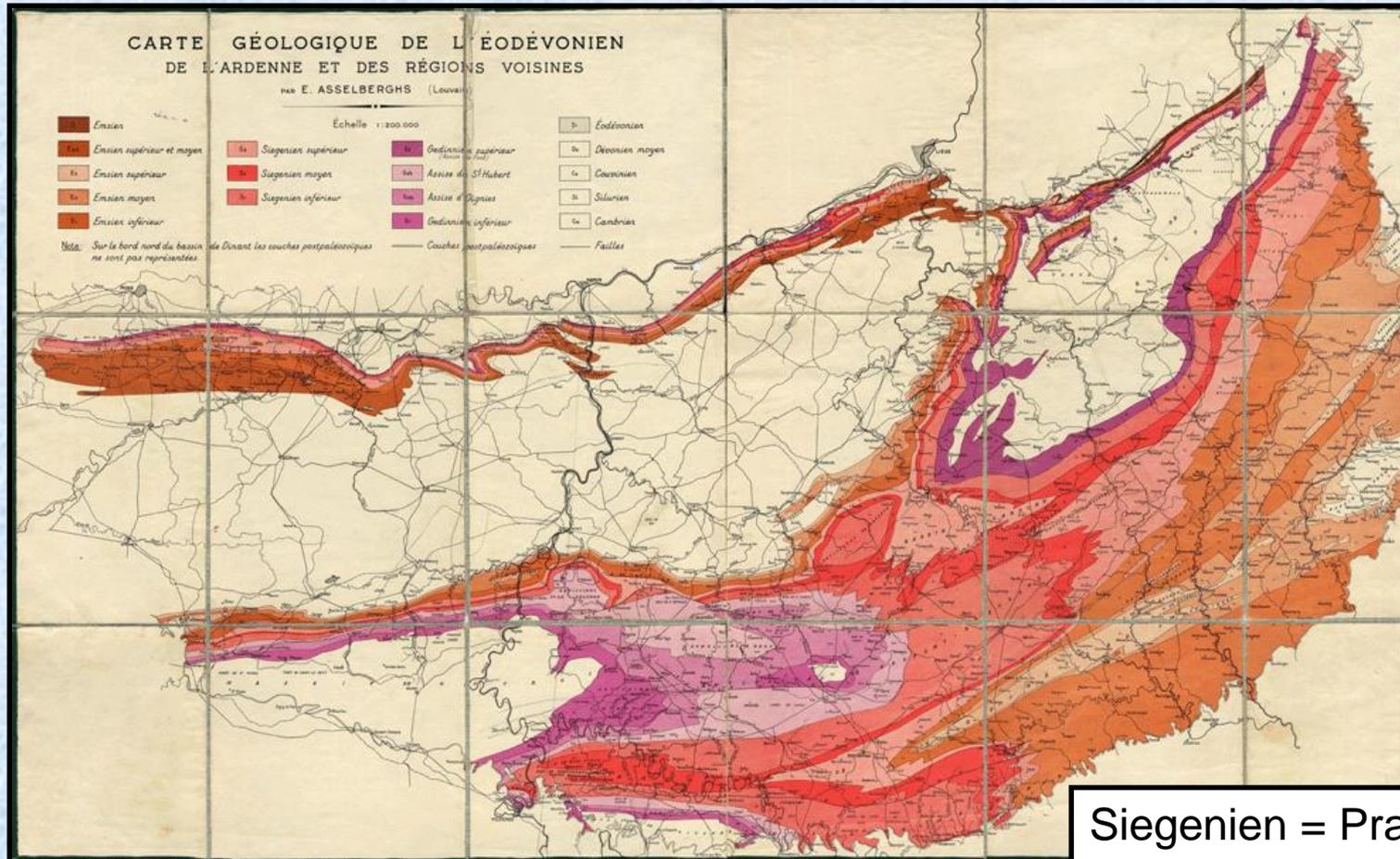
# La carte géologique de Stainier (1896)



Coblencien = Praguien

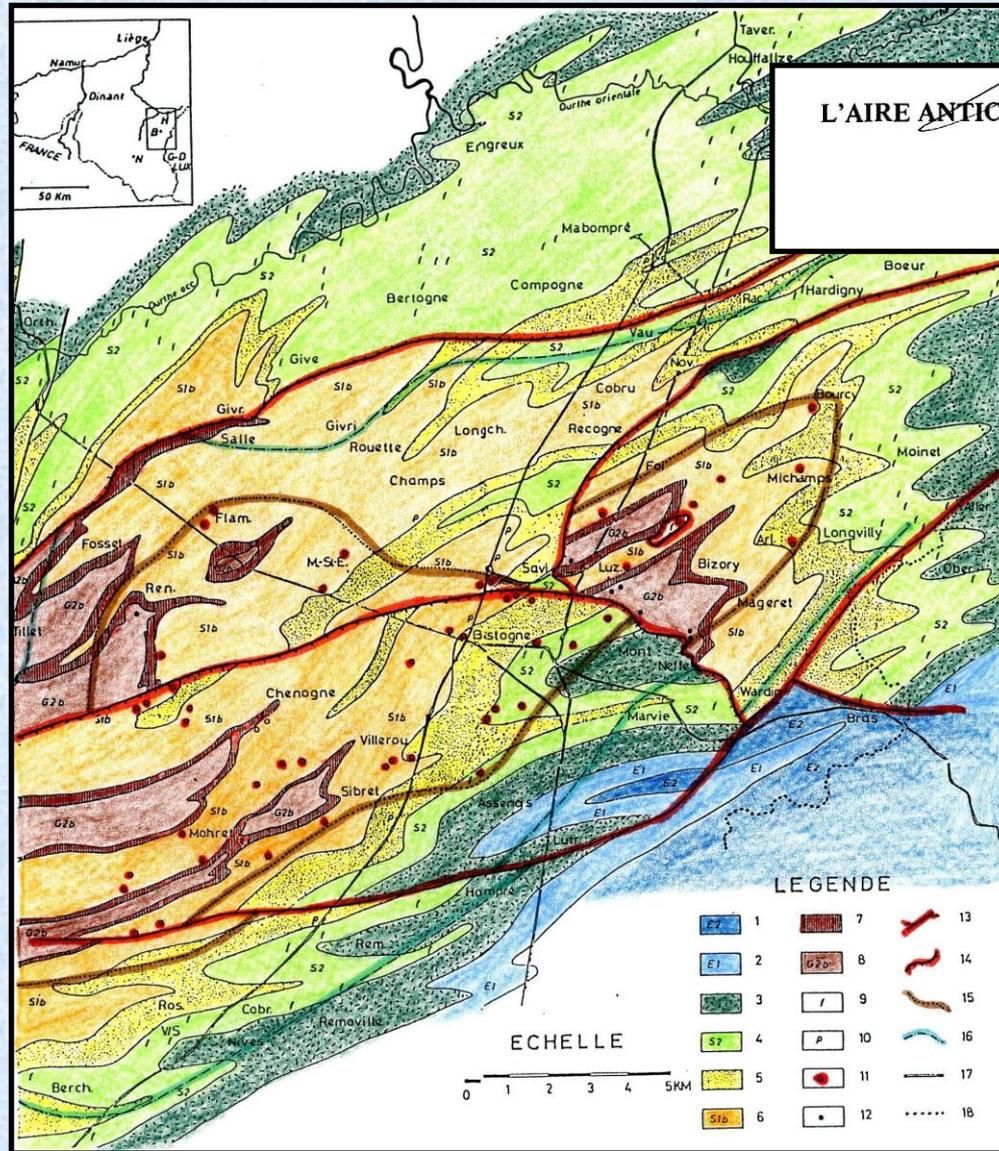
Roches = schistes, grès

# La carte géologique d'Asselberghs (1946)



Siegenien = Praguien  
Gedinnien = Lochkovien

# La carte géologique de Beugnies (1986)



L'aire anticlinale de l'Ardenne dans la région de Bastogne

A. BEUGNIES<sup>1</sup>

1986

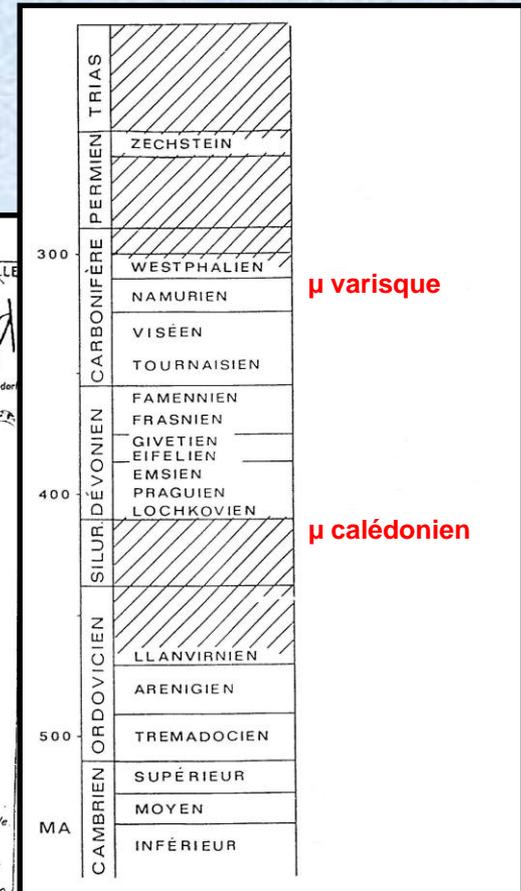
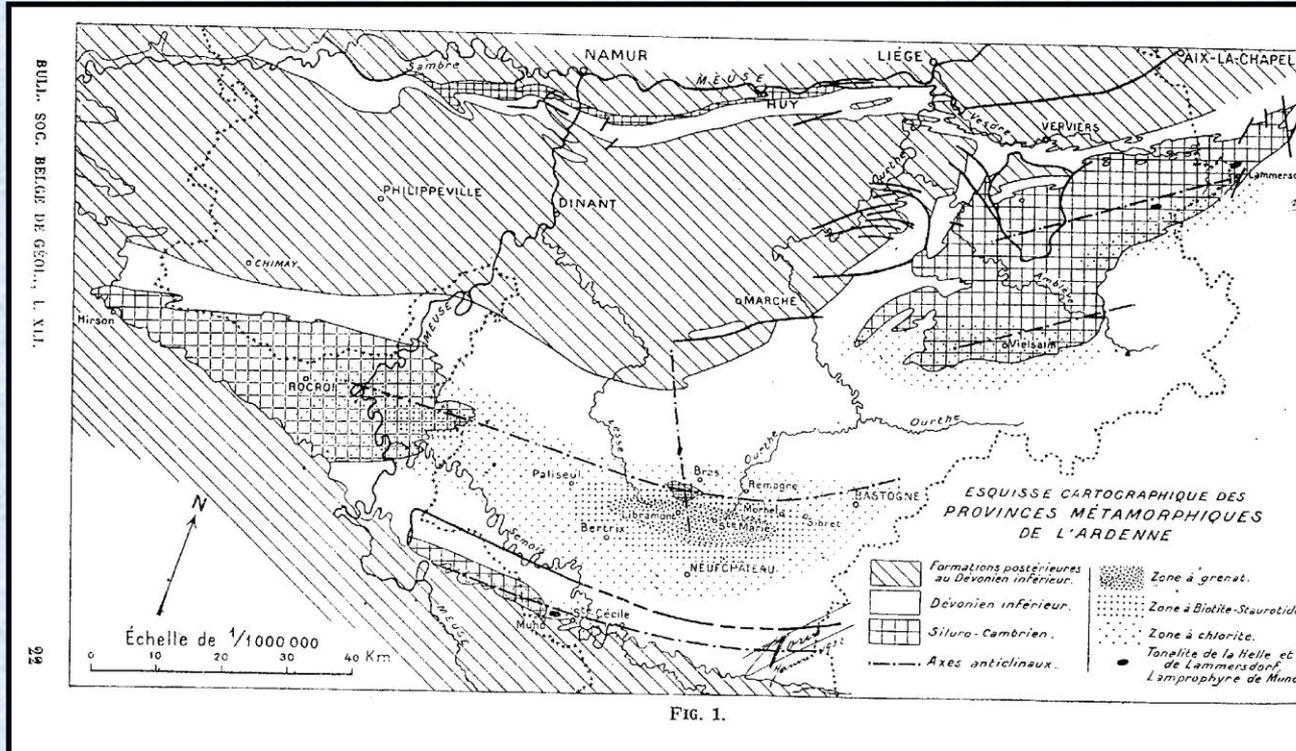
Géologie beaucoup plus complexe, caractérisée par de nombreuses failles!

# Le métamorphisme en Ardennes

Coup d'œil sur la zone métamorphique de Paliseul,

par F. CORIN.

Corin (1931)



Zones métamorphiques à grenat, biotite-staurolite, chlorite

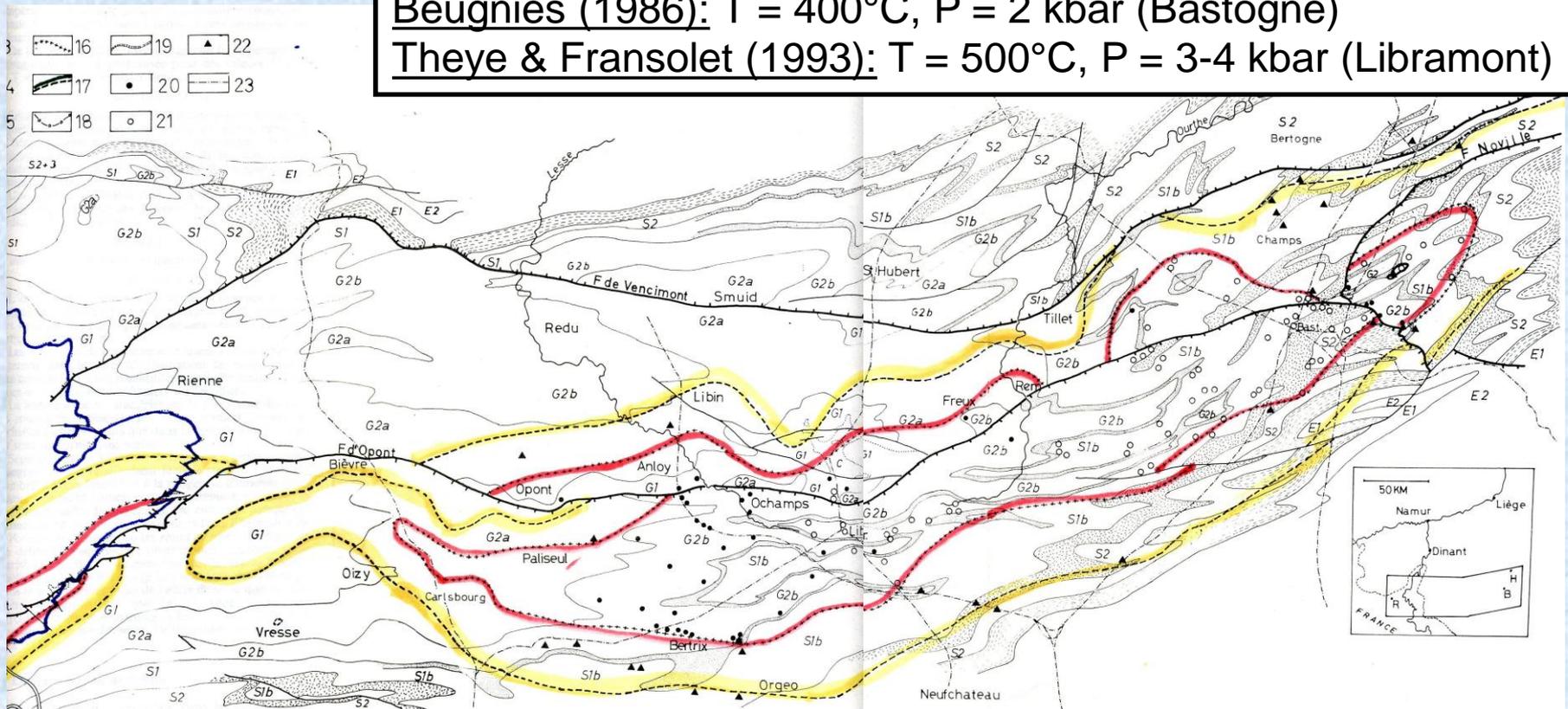
# Les travaux de Beugnies (1986)

## LE MÉTAMORPHISME DE L'AIR ANTICLINALE DE L'ARDENNE

 par  
Alphonse BEUGNIES\*

Beugnies (1986):  $T = 400^{\circ}\text{C}$ ,  $P = 2 \text{ kbar}$  (Bastogne)

Theye & Fransolet (1993):  $T = 500^{\circ}\text{C}$ ,  $P = 3-4 \text{ kbar}$  (Libramont)



Zone interne: andalousite, grenat, chloritoïde

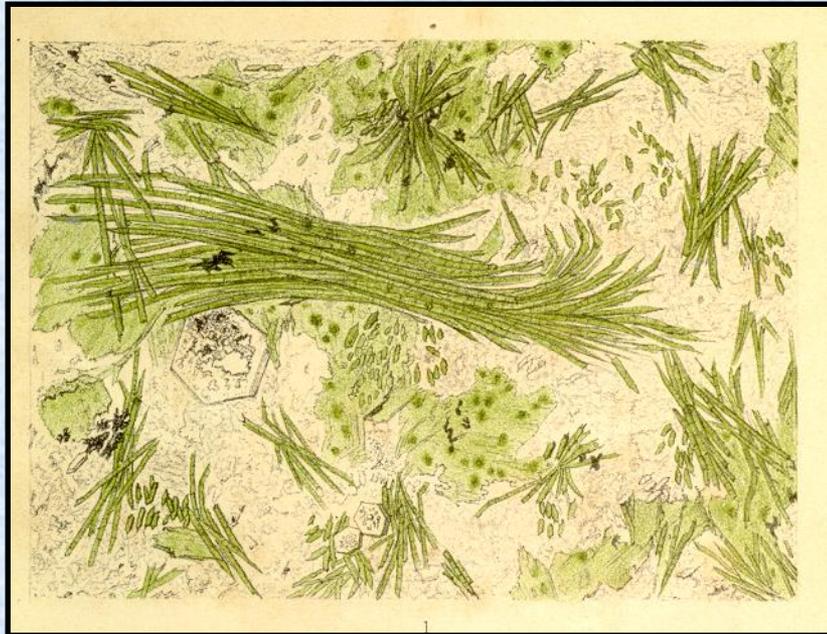
Zone externe: chloritoïde, pyrophyllite, hématite

## Minéraux exceptionnels: la « bastonite »

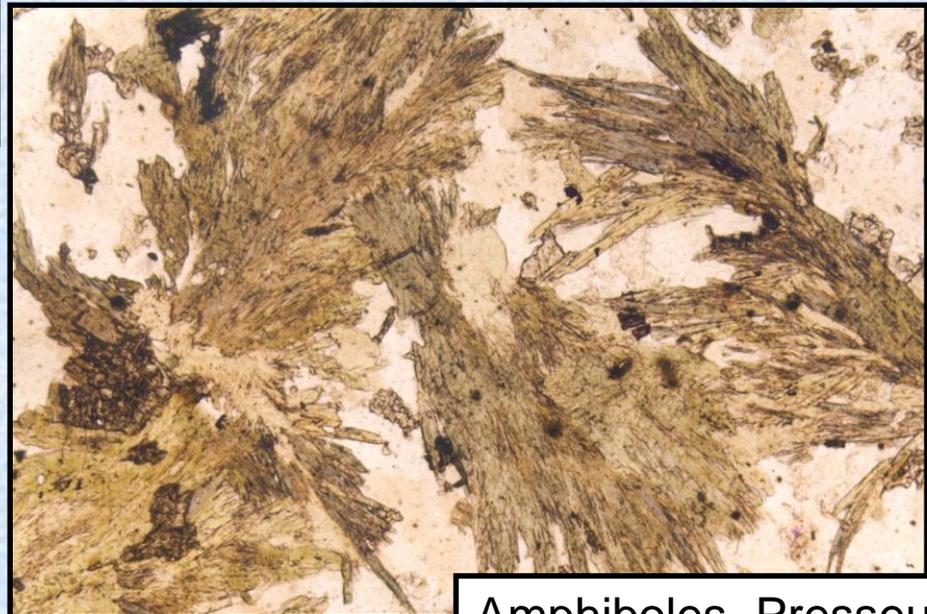
- Mica noir présent dans les veines de quartz de Bastogne
- Déjà signalé par André Dumont (1847-1848)
- Variété altérée de biotite,  $K(Mg,Fe)_3[Si_3AlO_{10}](OH)_2$
- Présence de  $NH_4^+$  en remplacement de  $K^+$  (Darimont *et al.* 1988)
- Le nom n'est plus accepté par la Commission Internationale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



## Autres minéraux du métamorphisme

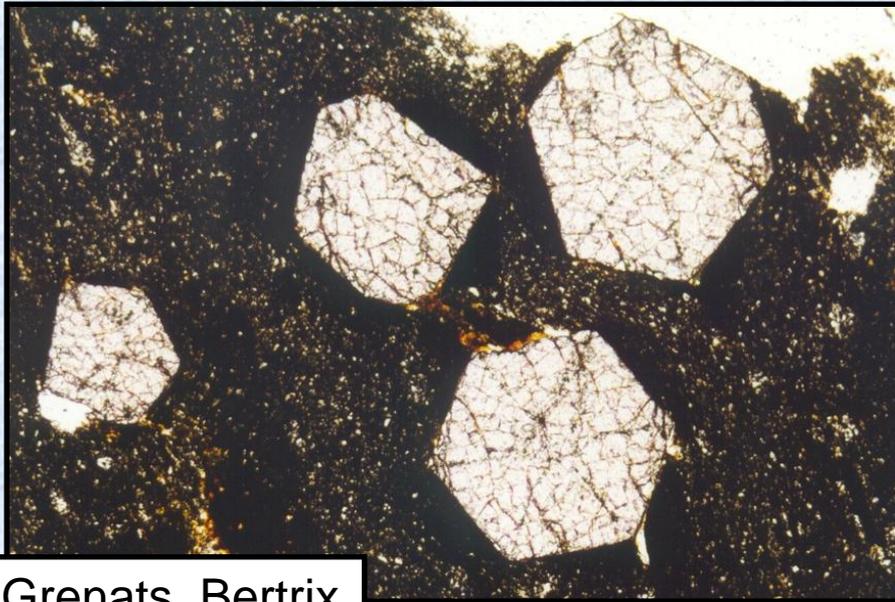


Les amphiboles



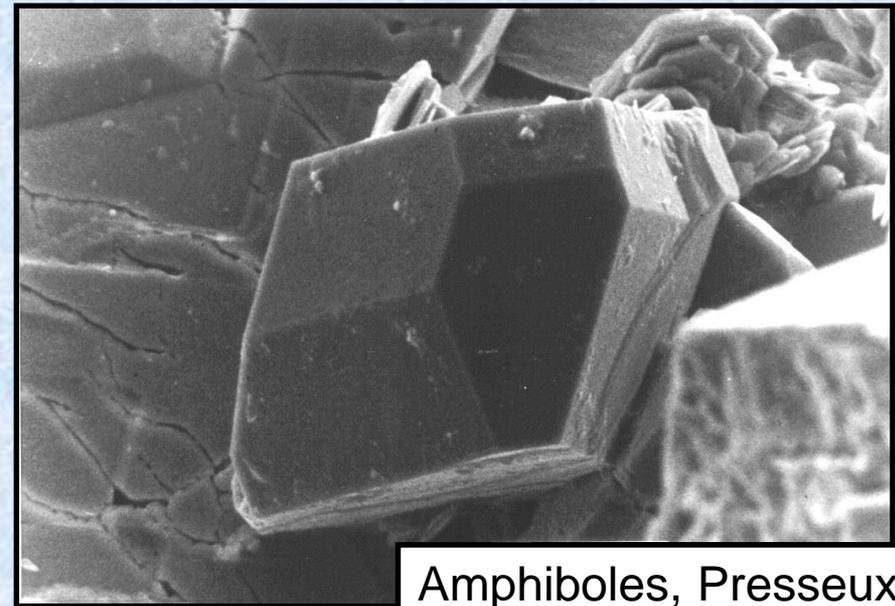
Amphiboles, Presseux

## Autres minéraux du métamorphisme



Grenats, Bertrix

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



Amphiboles, Presseux

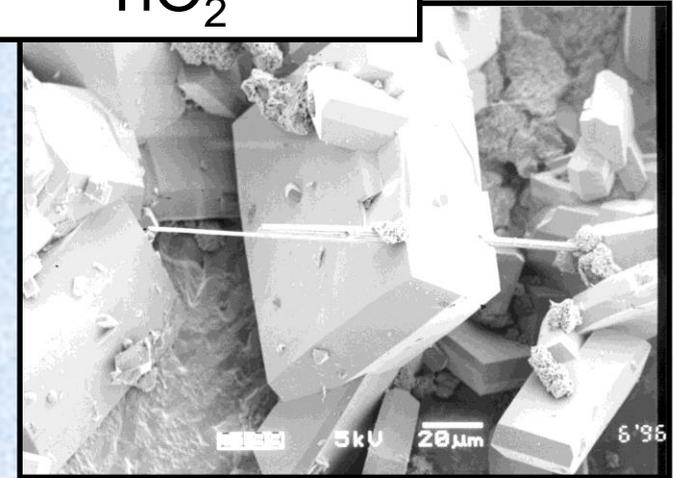
L'épidote  
 $\text{Ca}_2\text{Al}_3(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)\text{O}(\text{OH})$

# La titanite de Bastogne

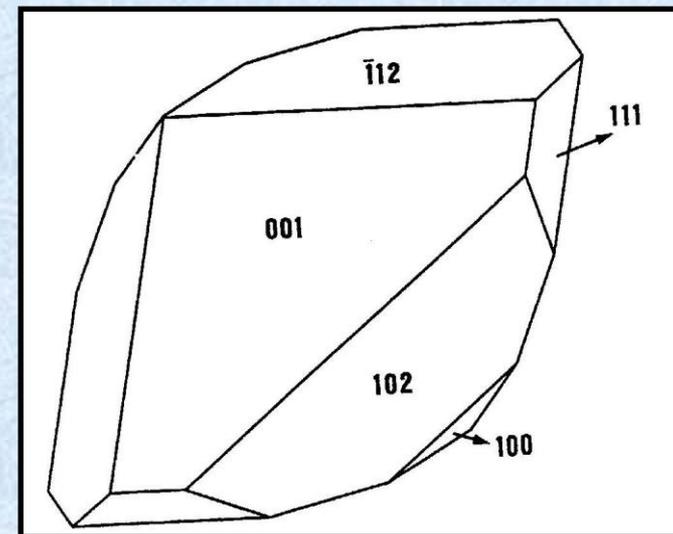
## LA TITANITE DE BASTOGNE (BELGIQUE) ET LES MINÉRAUX ASSOCIÉS

Frédéric HATERT, André-Mathieu FRANSOLET  
et Michel HOUSSA

## Anatase et rutile $\text{TiO}_2$



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



# L'or et l'argent...

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

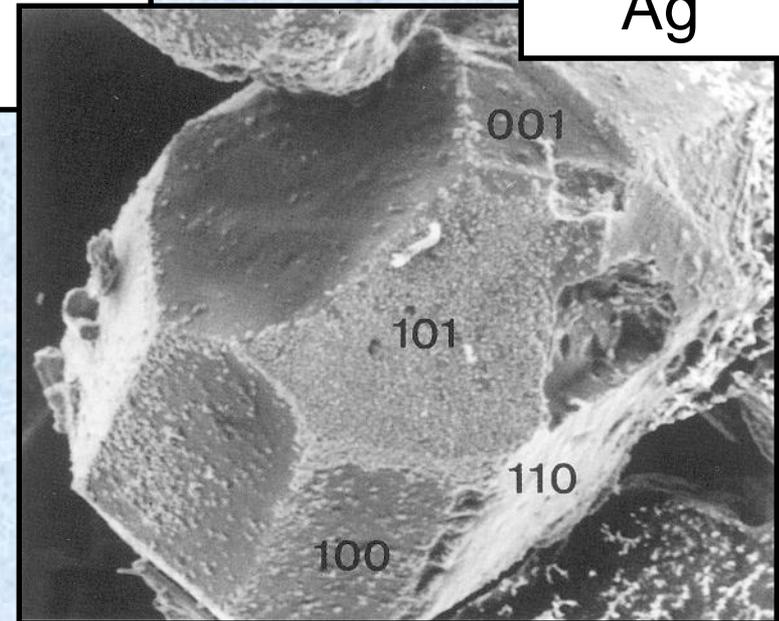
Native gold, native silver, and secondary minerals in the quartz veins from Bastogne, Belgium

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

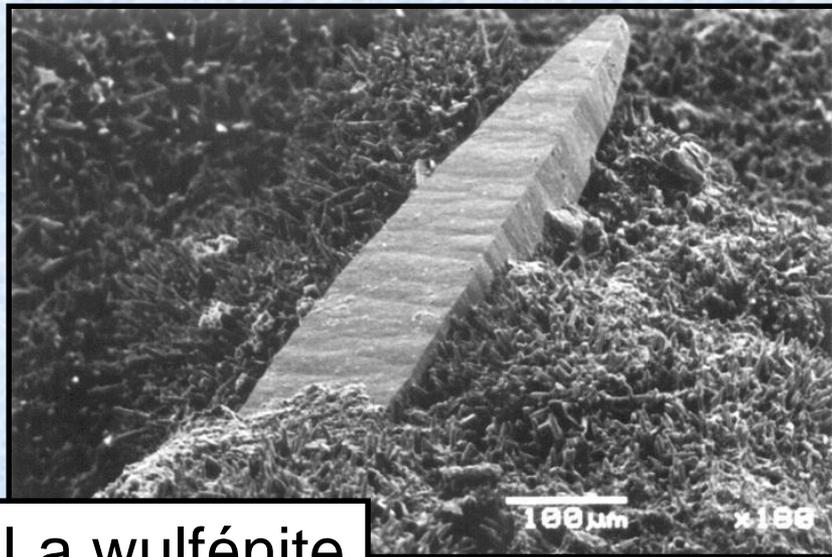
L'argent  
Ag



L'acanthite  
 $\text{Ag}_2\text{S}$

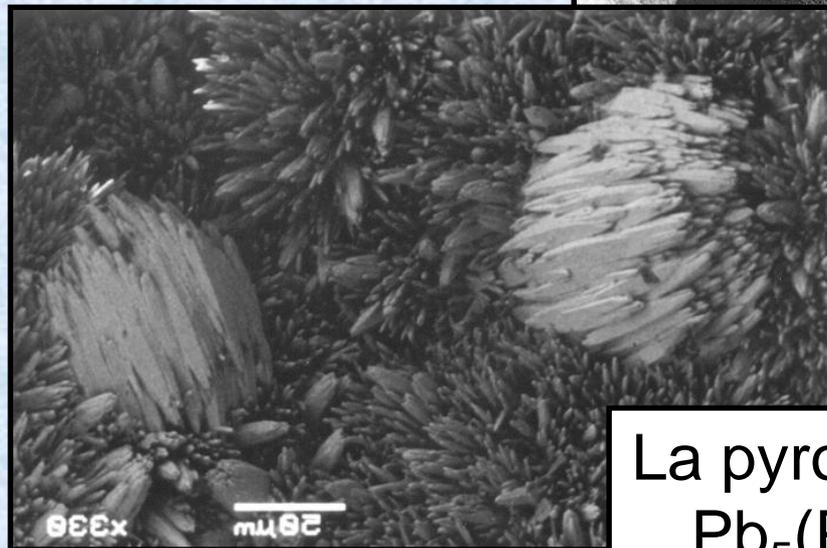
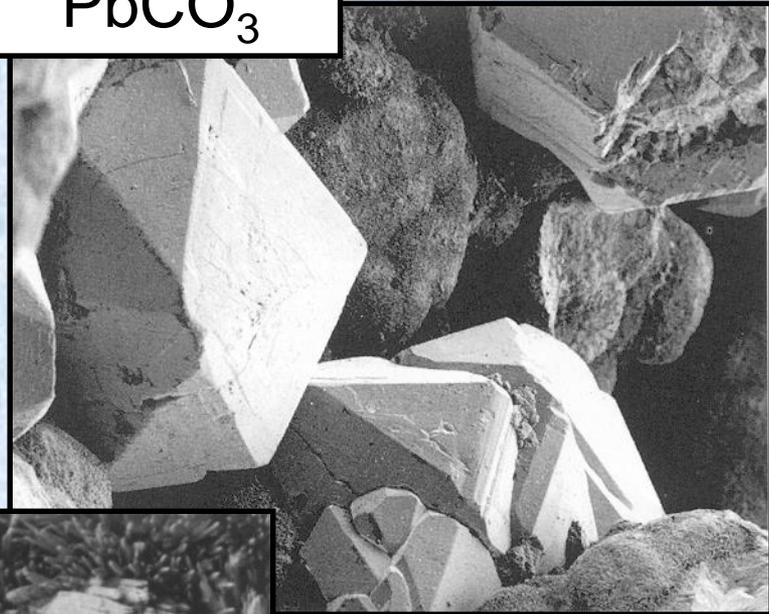


## Les minéraux secondaires



La wulfénite  
 $\text{PbMoO}_4$

La cérusite  
 $\text{PbCO}_3$



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

## Bertrix: la laumontite

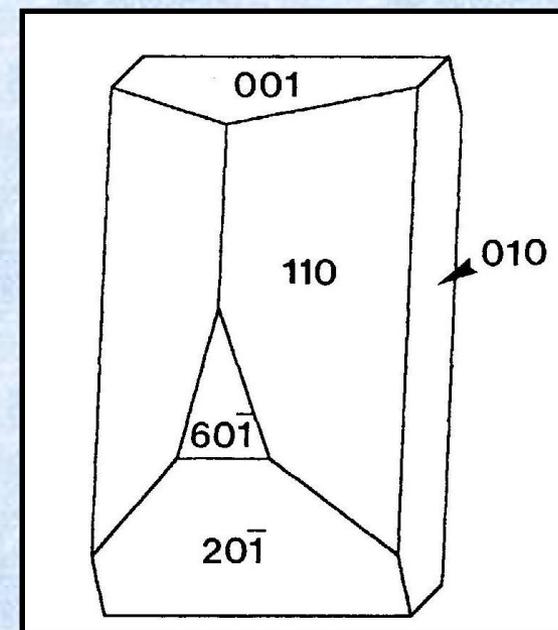
**Données nouvelles sur la laumontite  
de la zone métamorphique de Libramont,  
Belgique**

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



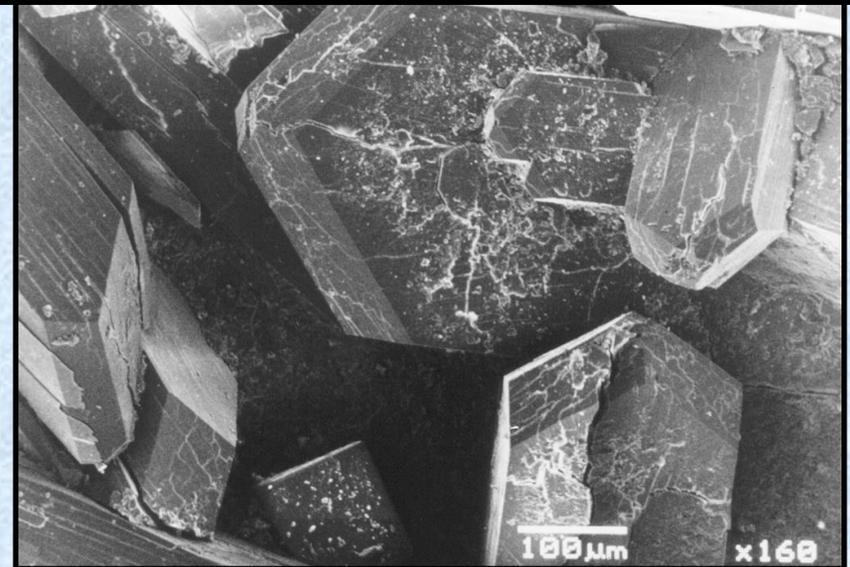
# Les zéolites de Bertrix

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

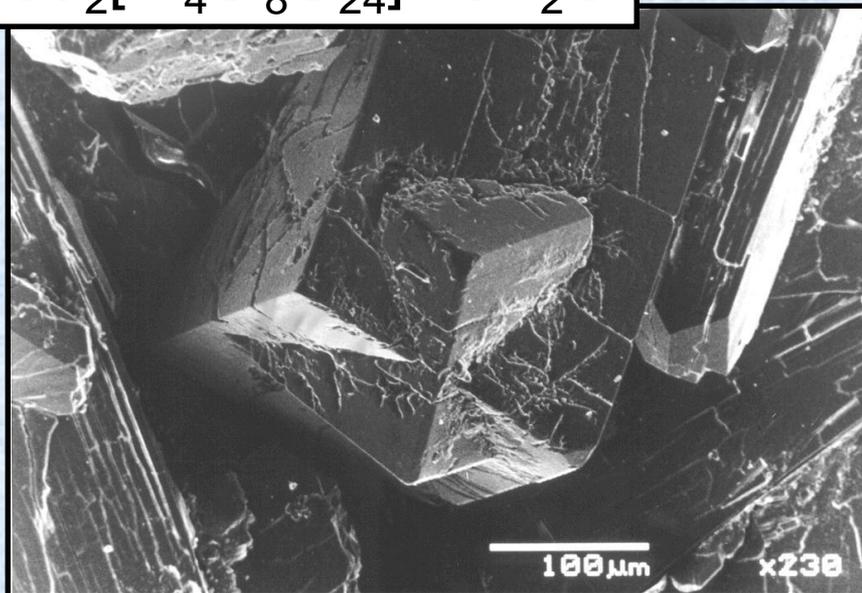
## ZEOLITES, PREHNITE, AND PUMPELLYITE FROM BERTRIX, BELGIAN ARDENNES

Frédéric HATERT<sup>1</sup> & Thomas THEYE<sup>2</sup>

### La stilbite-Ca



### La chabazite-Ca



# La pumpellyite-(Al): une nouvelle espèce!

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

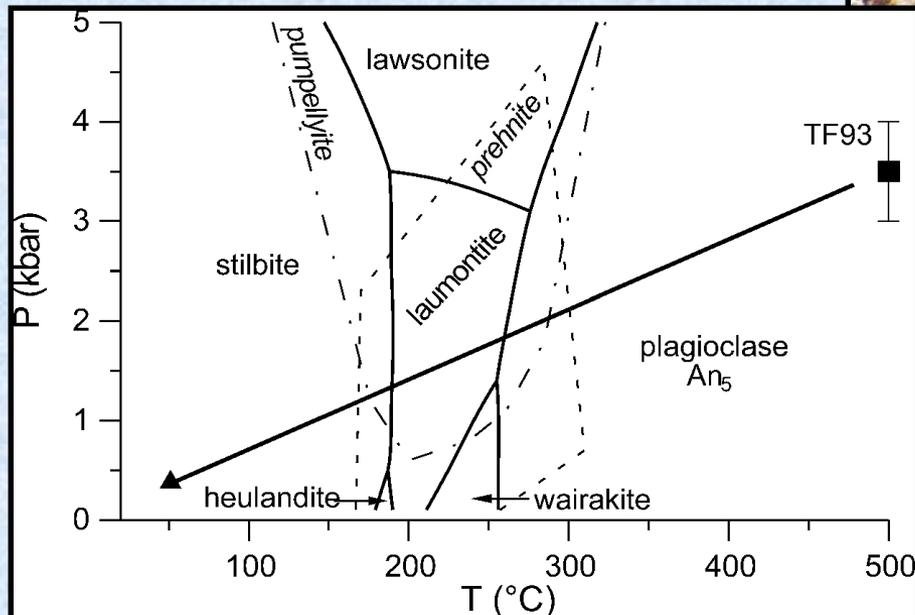
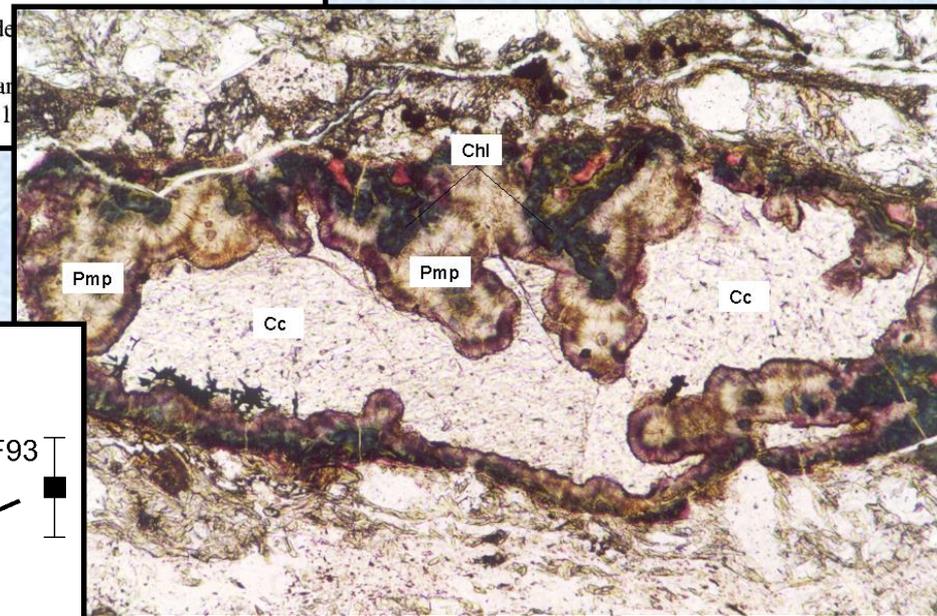
FRÉDÉRIC HATERT<sup>1,\*</sup>, MARCO PASERO<sup>2</sup>, NATALE PERCHIAZZI<sup>2</sup> and THOMAS THEYE<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Minéralogie, Département de Géologie, Bâtiment B18, Université de Liège, Belgium

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

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Pisa, Via S. Maria 53, 56126 Pisa, Italy

<sup>3</sup> Institut für Mineralogie und Kristallchemie, Universität Stuttgart, Azenbergstraße 1, 70569 Stuttgart, Germany



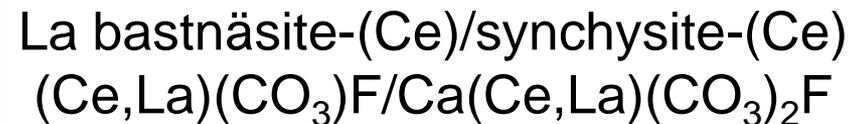
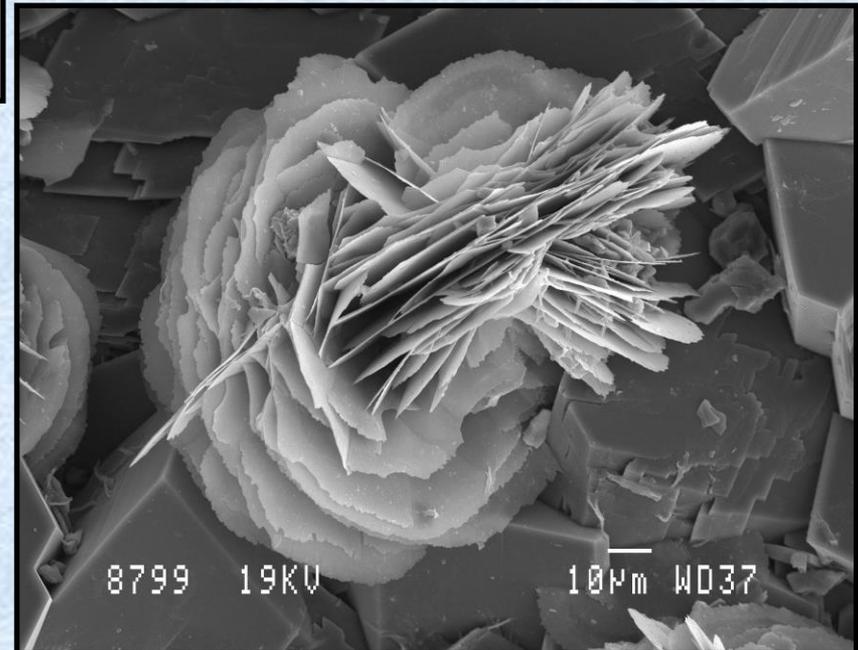
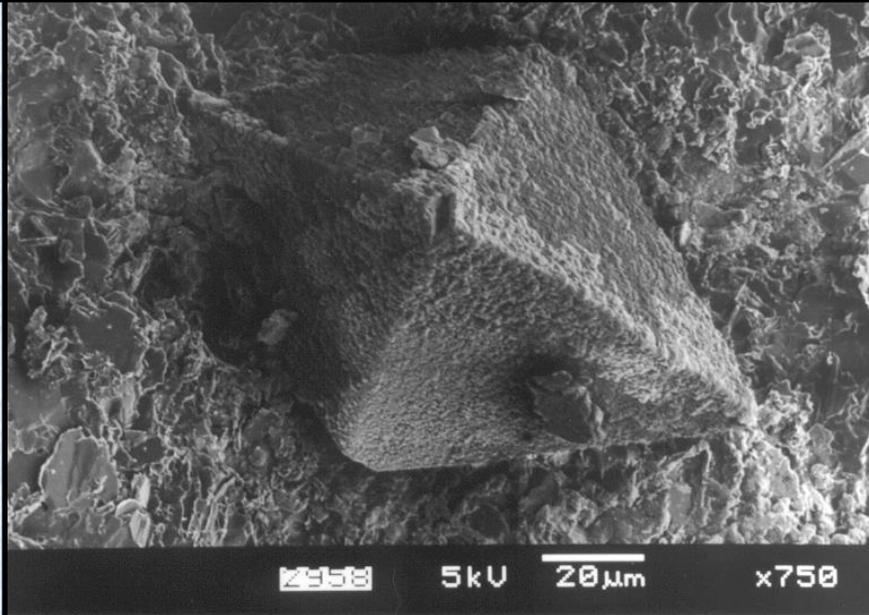
Détermination des conditions  
P/T postérieures au  
métamorphisme!

# Les minéraux de terres rares de Bertrix

## LES CARBONATES DE TERRES RARES DE BERTRIX, BELGIQUE

Frédéric HATERT

### La calcioancylite-(Ce)



# La titanite de Bertrix

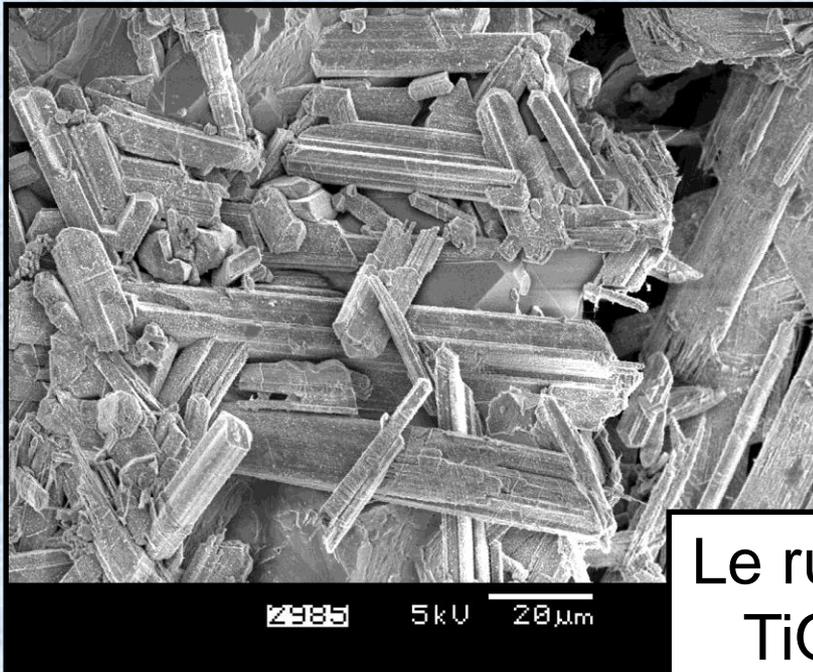
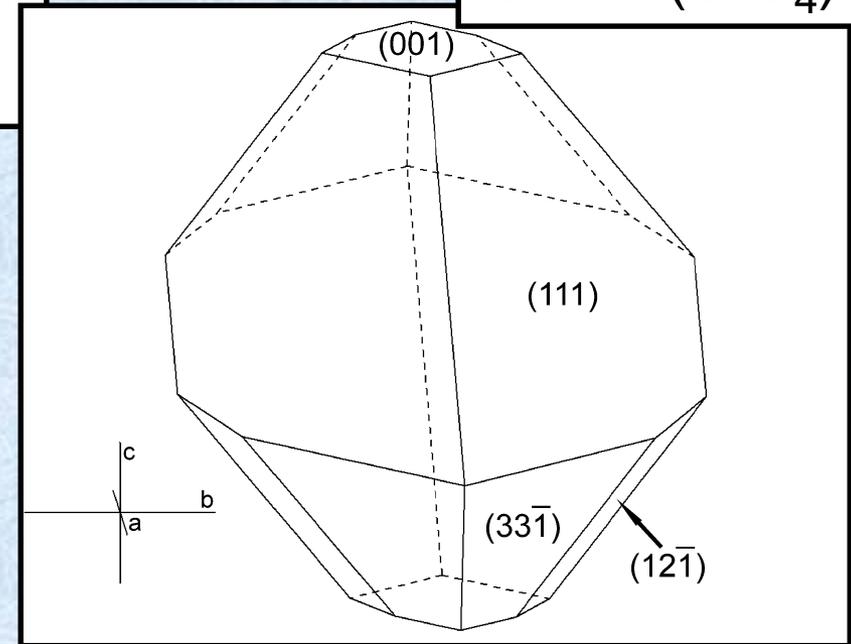
*Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Vol. 76, 2007, pp. 1-11*

## La titanite de Bertrix et les minéraux associés

Mélanie RONDEUX<sup>1</sup> & Frédéric HATERT<sup>1</sup>

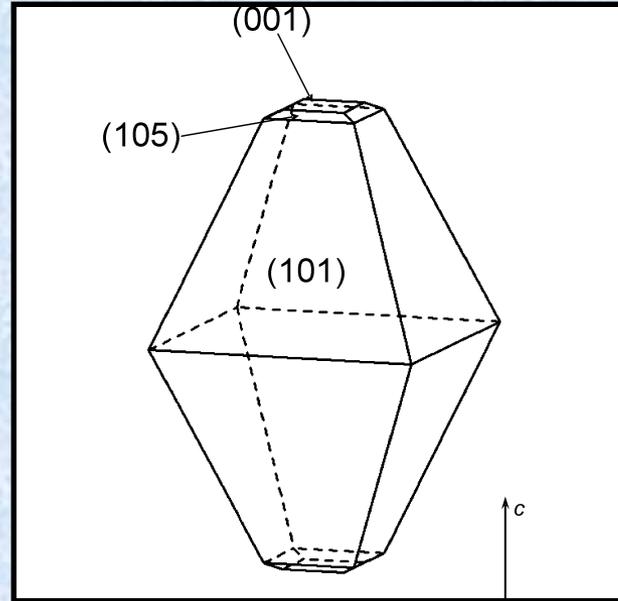
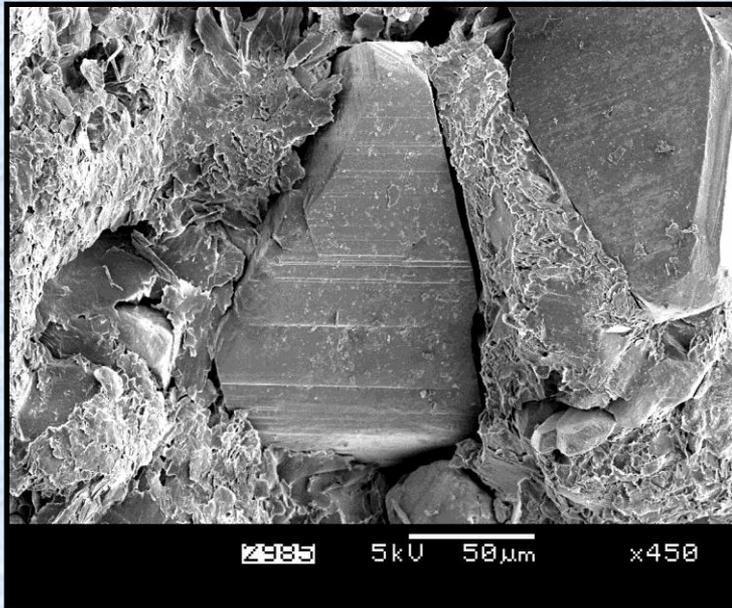
<sup>1</sup> Université de Liège, Laboratoire de Minéralogie B18, B-4000 Liège

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



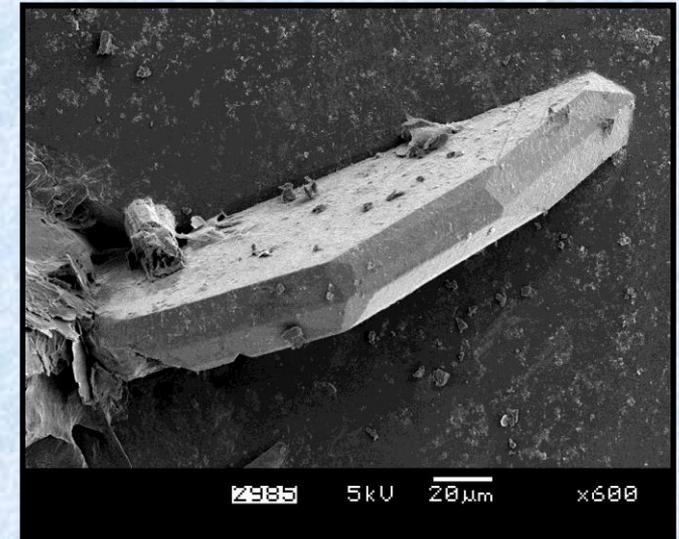
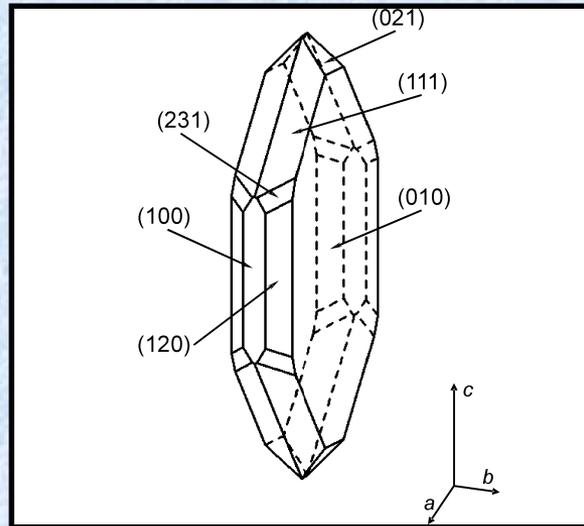
Le rutile  
 $\text{TiO}_2$

# Les oxides de titane de Bertrix



L'anatase  
 $TiO_2$

La brookite  
 $TiO_2$



## 4.1. Les matériaux de construction: le schiste



- Construction des habitations
- Tours des portes et fenêtres
- Monuments funéraires



## 4.1. Les matériaux de construction: le schiste



- Couverture des toitures
- Parement des sols

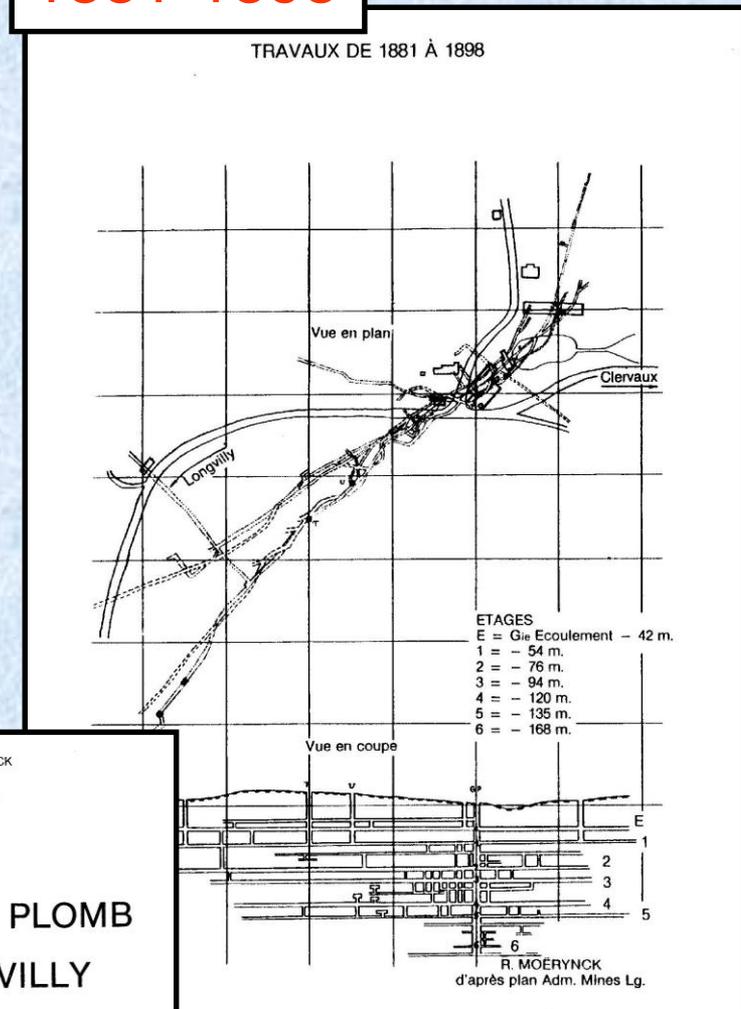
## 4.2. La mine de plomb de Longvilly

- 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!



LA MINE DE PLOMB  
DE LONGVILLY

1881-1898



## 4.2. La mine de plomb de Longvilly

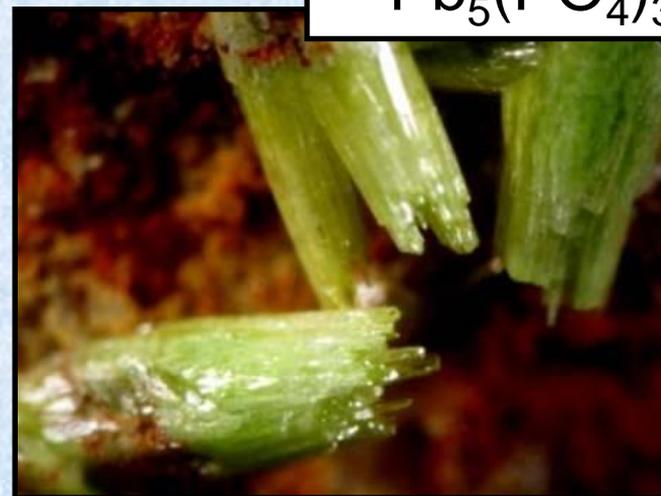


Photo: Harjo Neutkens

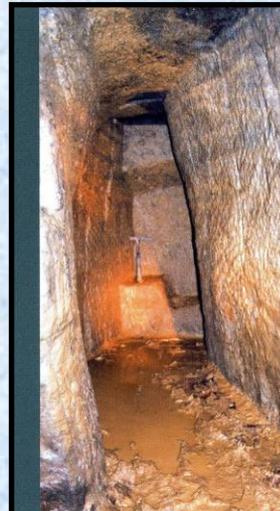
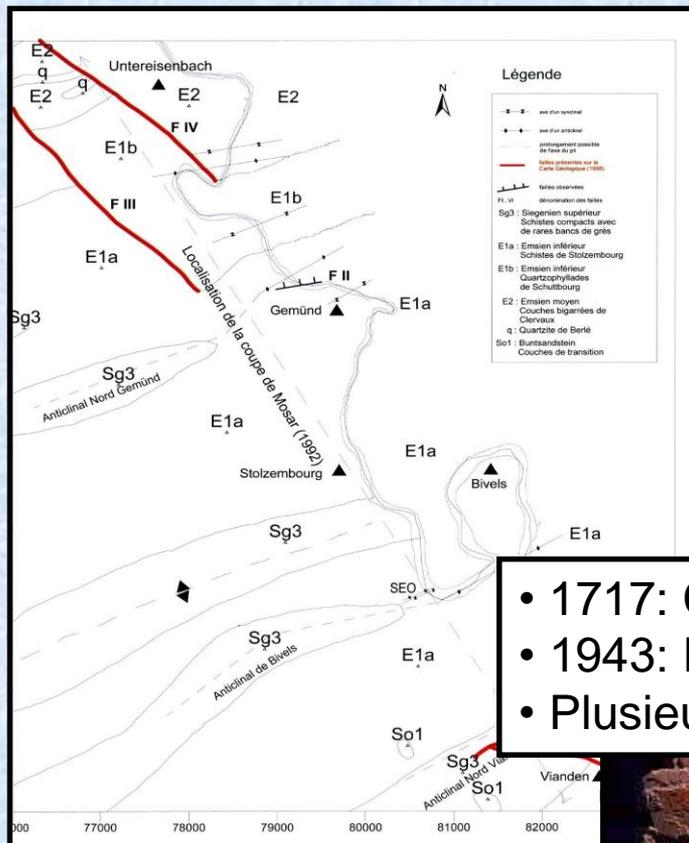
La pyromorphite  
 $\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$



La galène  
 $\text{PbS}$



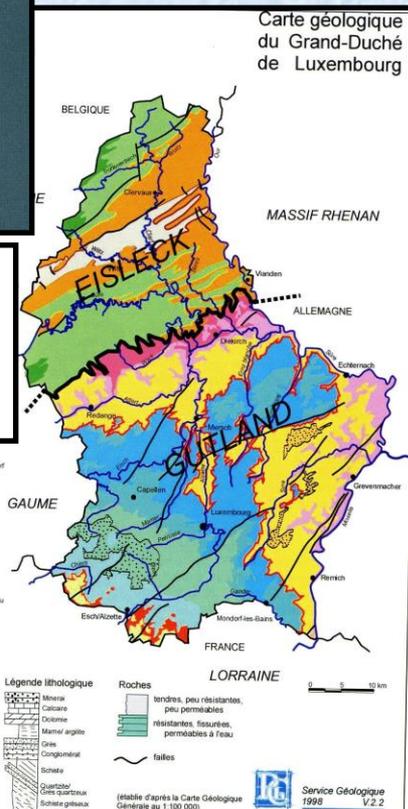
## 4.2. La mine de cuivre de Stolzenbourg



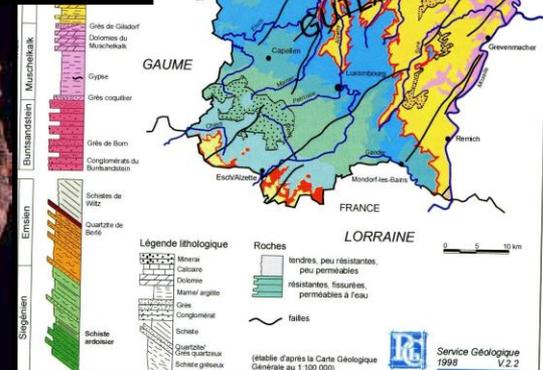
Inventaire minéralogique  
du Luxembourg  
Stolzenbourg, Schimpach,  
Goetsdorf

Simon Philippo (éditeur)

- 1717: Concession la plus ancienne
- 1943: Fin de l'exploitation
- Plusieurs centaines de tonnes extraites



Dolomite et chalcoppyrite  
 $\text{Ca}(\text{Mg},\text{Fe})(\text{CO}_3)_2$  et  $\text{CuFeS}_2$

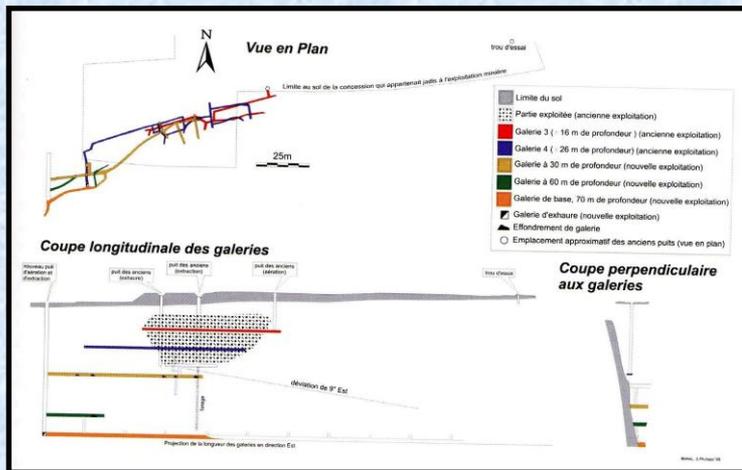


## 4.2. La mine d'antimoine de Goesdorff

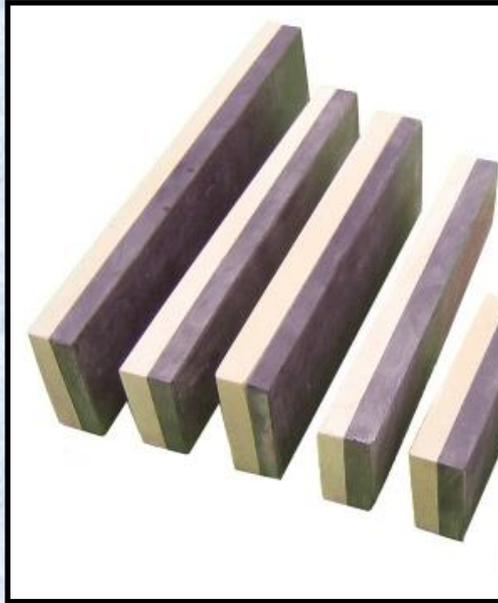
La stibine  
 $Sb_2S_3$



- 1354: Première concession
- 1944: Fin de l'exploitation
- Plusieurs centaines de tonnes de minerai exploitées



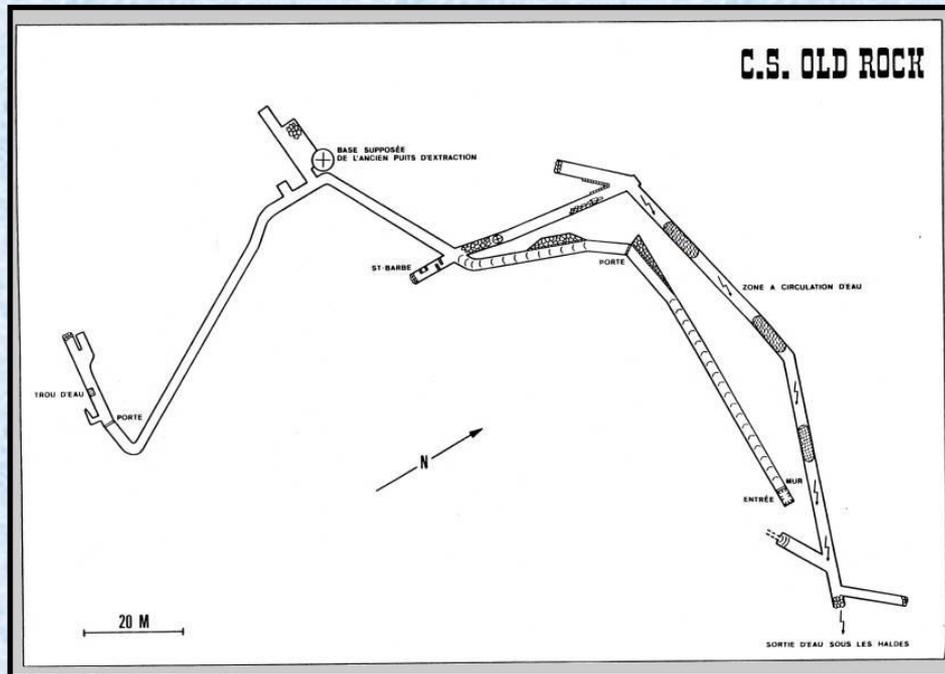
## 4.2. Le coticule



- 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.



## 4.2. Les exploitations souterraines de coticule



La mine de l'Old Rock  
(Salmchâteau)

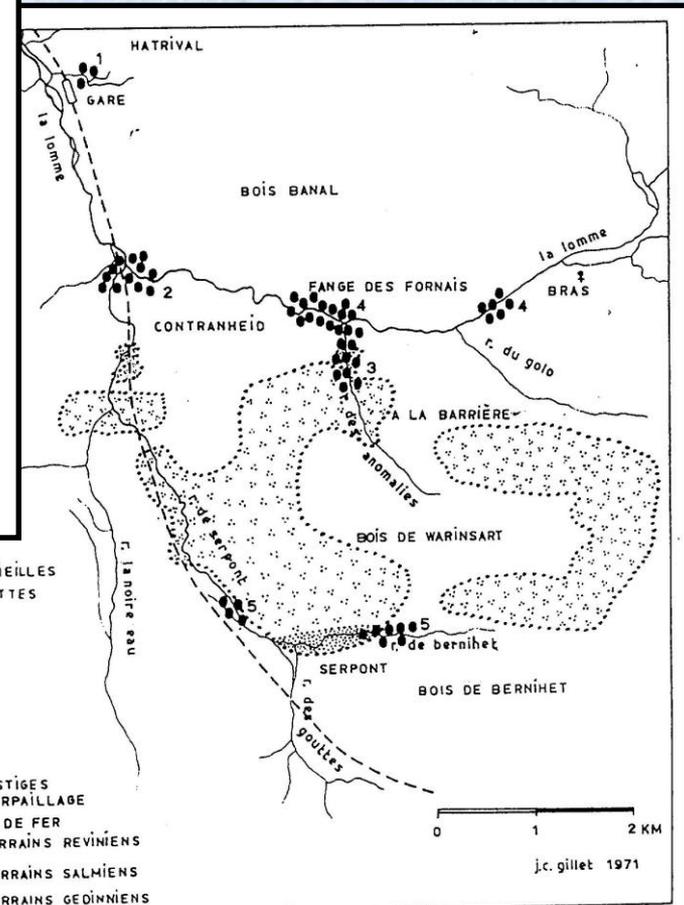
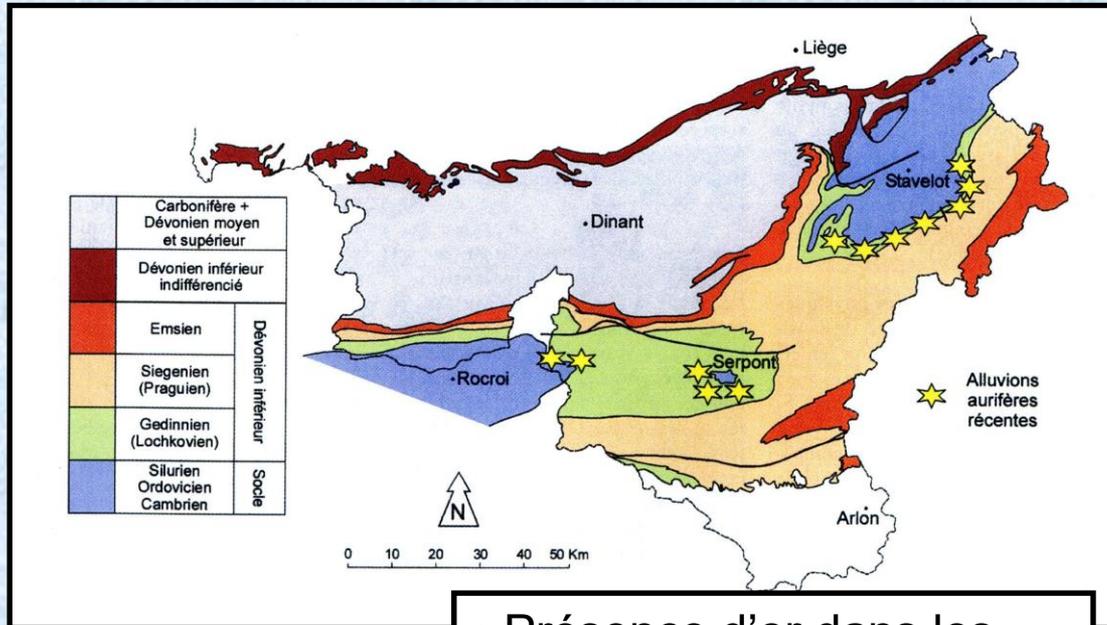
## 4.2. Ardennes coticule: le Thier del Preu



Dernière exploitation de  
coticule en activité



## 4.2. De l'or en Ardenne?



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



FIG. 1.—Les gîtes aurifères de Serpont (Ardennes)

## 4.2. De l'or en Ardenne?

- 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 »

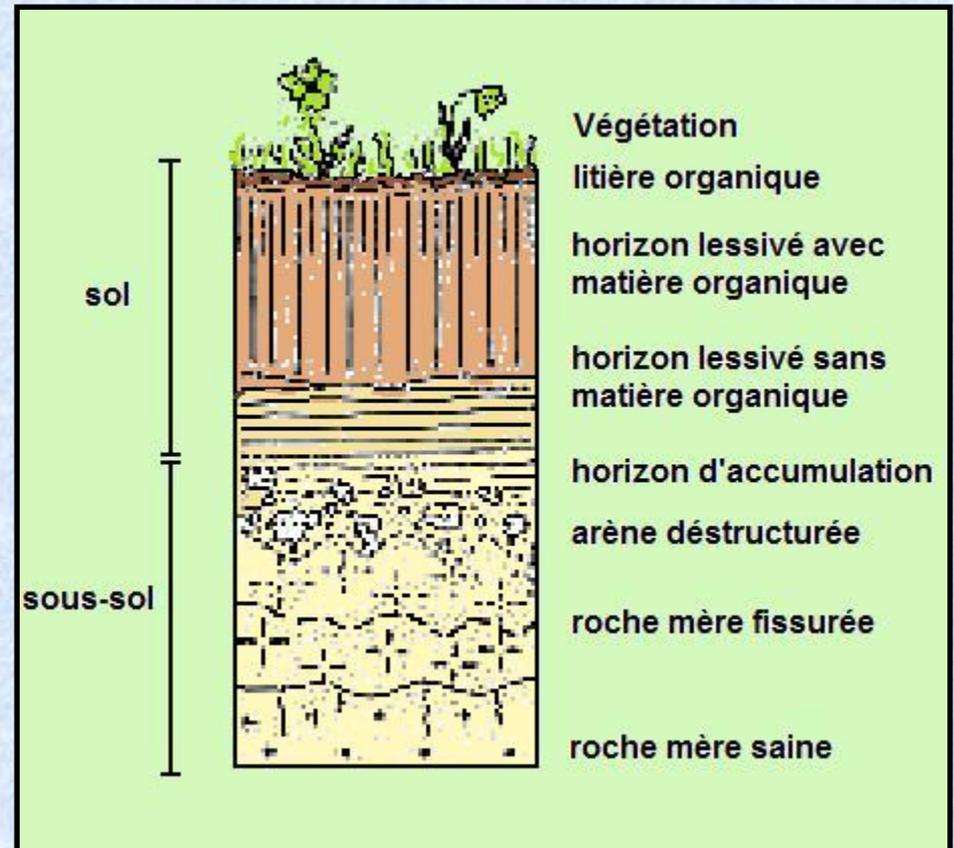


240AD – 530AD (Bas empire romain)

## 4.3. Formation des sols

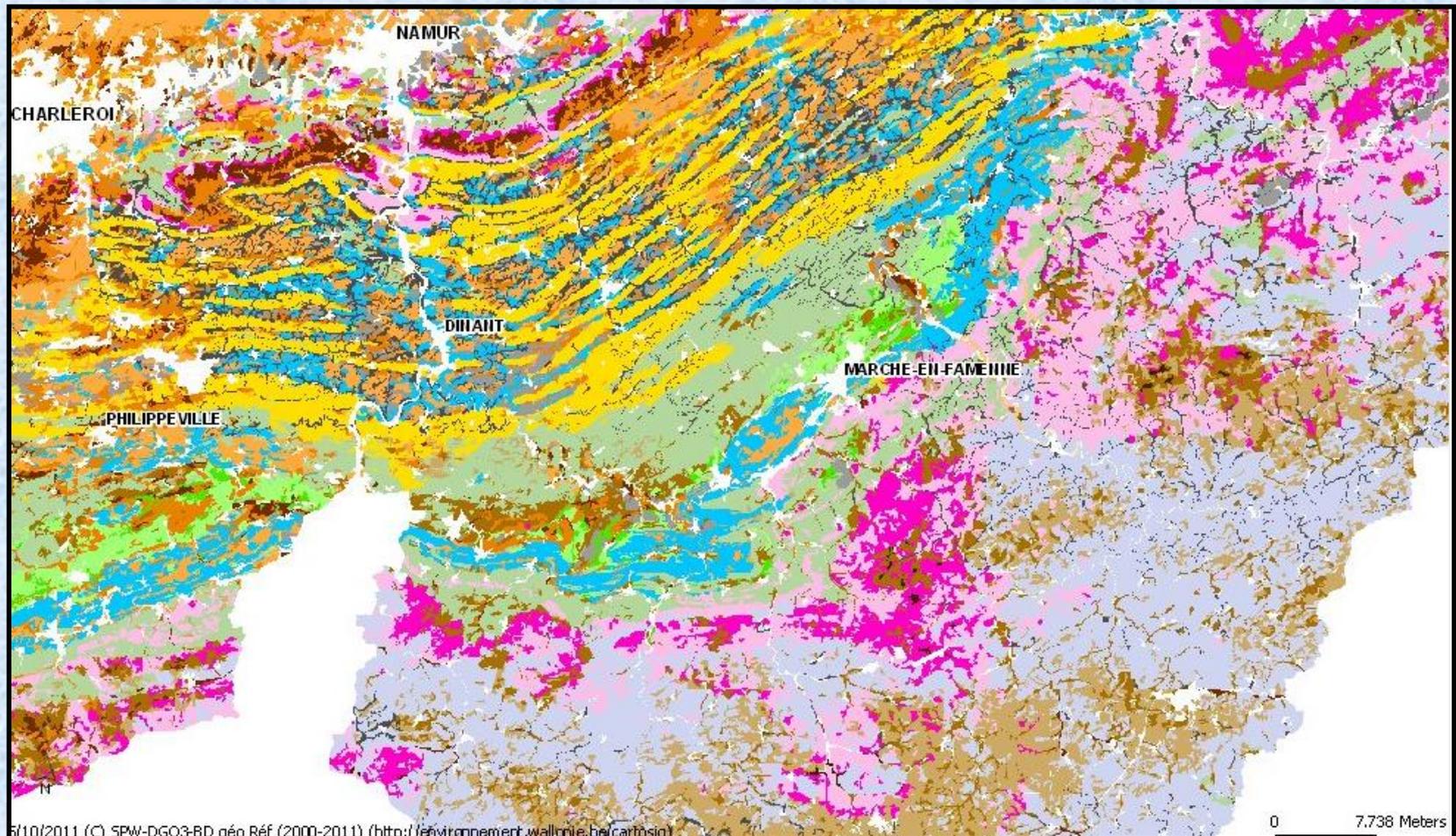


- Apport organique
- Apport minéral (désagrégation des roches)



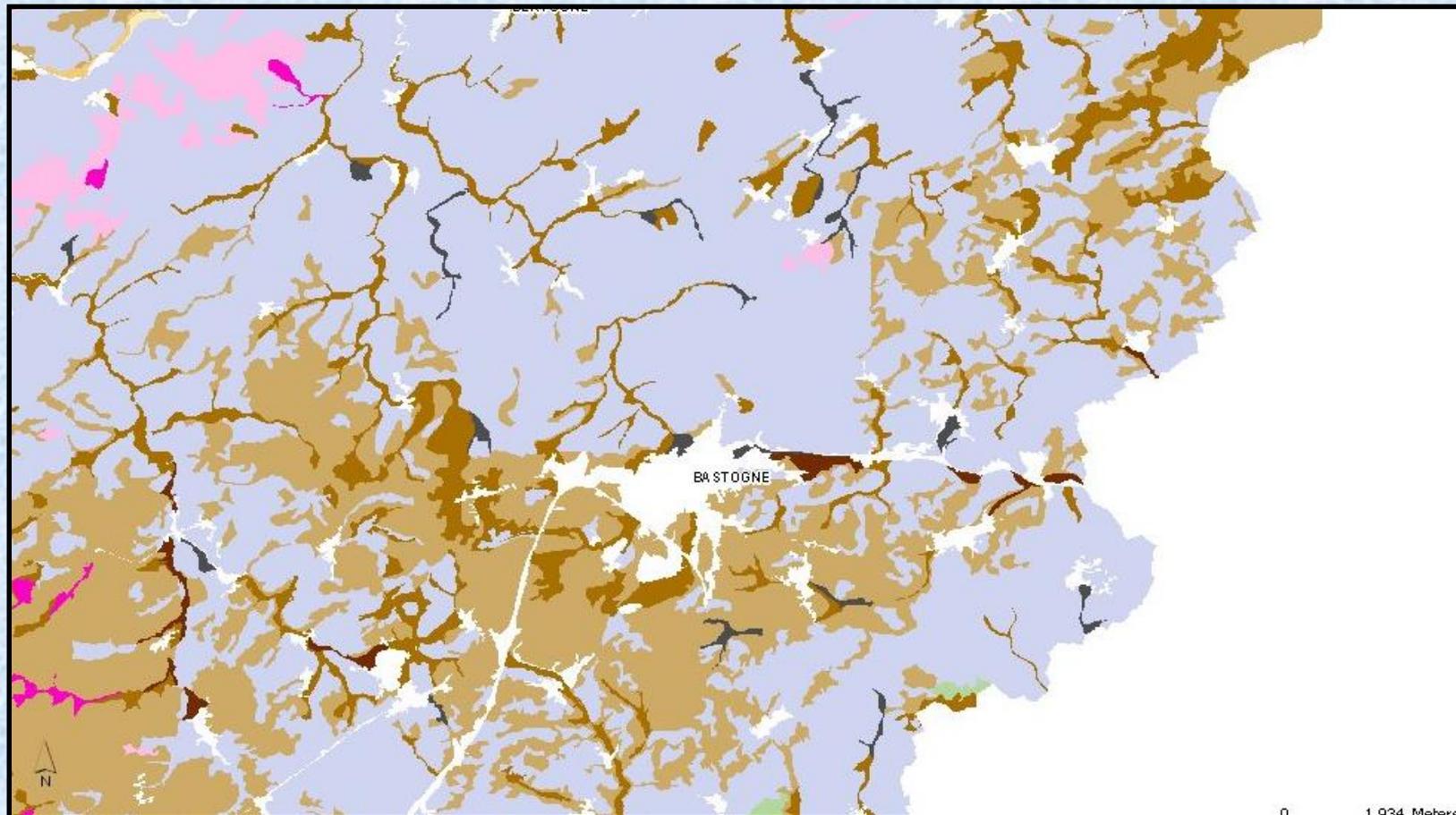
## 4.3. Carte des sols en Wallonie

Jaune-bleu: Sols limono-caillouteux à charge psammitique ou calcaire  
Rose: Sols limono-caillouteux à charge schisto-gréseuse



## 4.3. Les sols dans la région de Bastogne

Mauve: Sols caillouteux à charge schisto-phylladeuse  
Brun: Sols limoneux peu caillouteux



## 4.3. Paramètres influençant la fertilité des sols

L'état de fertilité des terres agricoles et forestières en région wallonne (adapté du chapitre 4 - sol 1 de « L'État de l'Environnement wallon 2006-2007 »)

Valérie Genot <sup>(1)</sup>, Gilles Colinet <sup>(1)</sup>, Vincent Brahy <sup>(2)</sup>, Laurent Bock <sup>(1)</sup>

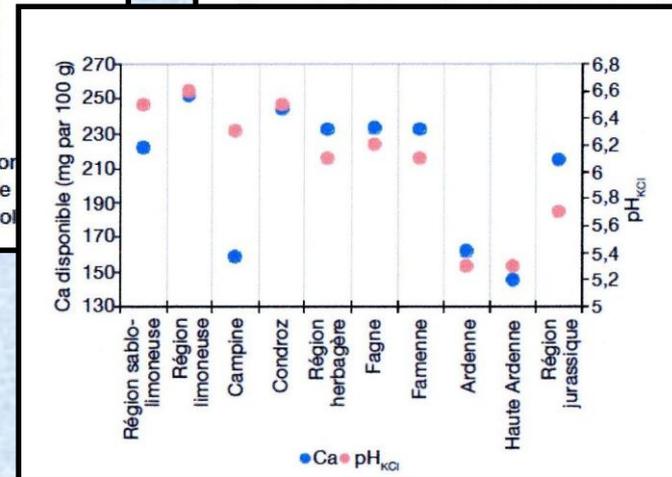
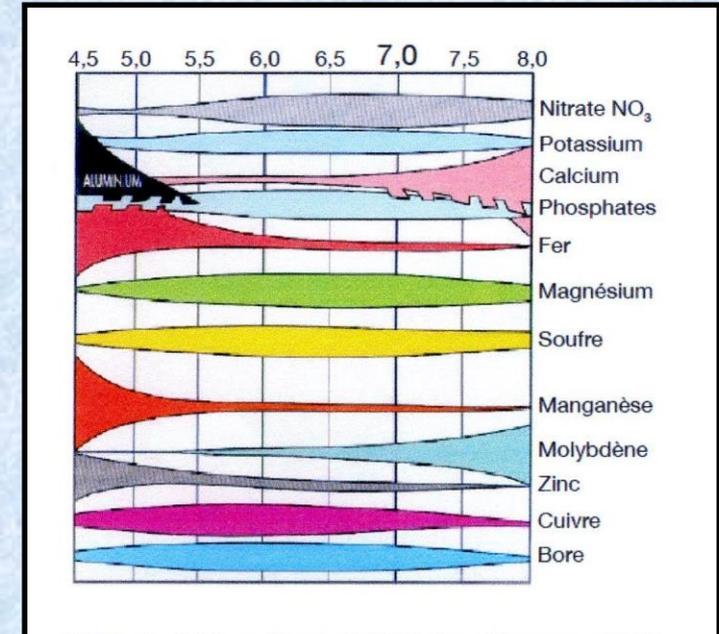
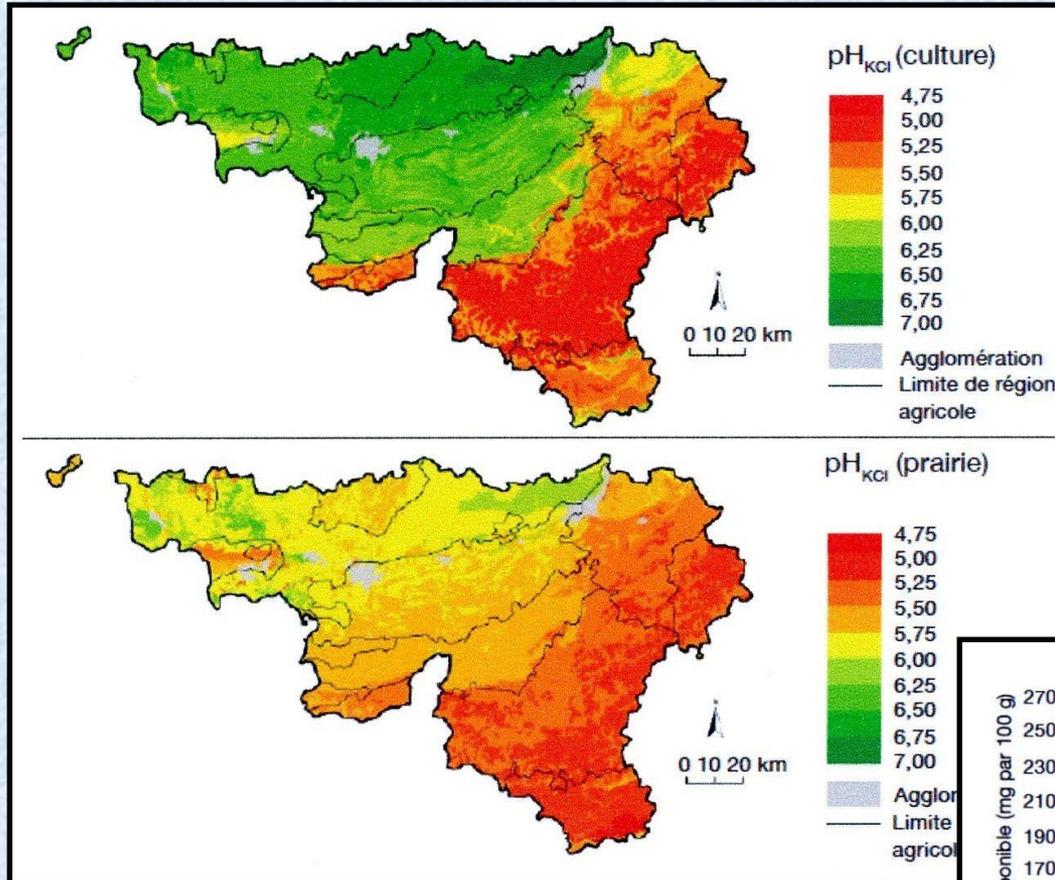
### Fertilité des sols:

- Drainage des sols
- Contenu en matière organique
- Acidité
- Contenu en éléments nutritifs

**Tableau 1. Rôle des principaux éléments nutritifs dans la croissance végétale — Major nutrients role in plant growth.**

	Symbole	Élément	Action
	C	Carbone	Élément constitutif de la matière organique, assimilé à partir de l'atmosphère sous forme de CO <sub>2</sub> (photosynthèse par les végétaux, assimilation pour certains micro-organismes)
	N	Azote	Élément constitutif des organismes vivants, assimilé par les végétaux essentiellement sous forme de nitrate (NO <sub>3</sub> ) ou d'ammonium (NH <sub>4</sub> ) à partir de la solution du sol. Un excès de N dans le sol (consommation de luxe) peut entraîner une concentration en nitrate trop importante dans les plantes et un risque de lixiviation et de contamination des eaux
Éléments majeurs	P	Phosphore	Rôles plastique (paroi cellulaire) et métabolique (échanges énergétiques (ATP/ADP))
	K	Potassium	Rôles au niveau de l'absorption et du transport de l'eau, ainsi que dans l'activation d'enzymes
	Ca	Calcium	Neutralisation des anions minéraux et organiques, diminution de la toxicité de certains éléments (comme l'aluminium), consolidation des parois cellulaires, amélioration de la résistance aux stress externes. En excès dans le sol, le Ca peut provoquer, chez certains végétaux, des carences induites en d'autres éléments
	Mg	Magnésium	Constitution de la chlorophylle, synthèse des acides aminés, assimilation et transport du P, résistance aux stress. En cas de carence, le Mg migre vers les parties les plus jeunes de la plante et provoque un jaunissement des feuilles plus âgées
	S	Soufre	Composant essentiel des protéines intervenant notamment dans la synthèse des acides aminés soufrés
Éléments mineurs	Fe	Fer	Rôle métabolique, cofacteurs dans la constitution et le fonctionnement d'enzymes, catalyseurs ou inhibiteurs de diverses réactions biochimiques. Ils doivent être fournis à la plante à des doses relativement faibles, sous peine d'induire des risques de toxicité
	Mn	Manganèse	
	Zn	Zinc	
	Cu	Cuivre	
	Mo	Molybdène	
	B	Bore	
		...	

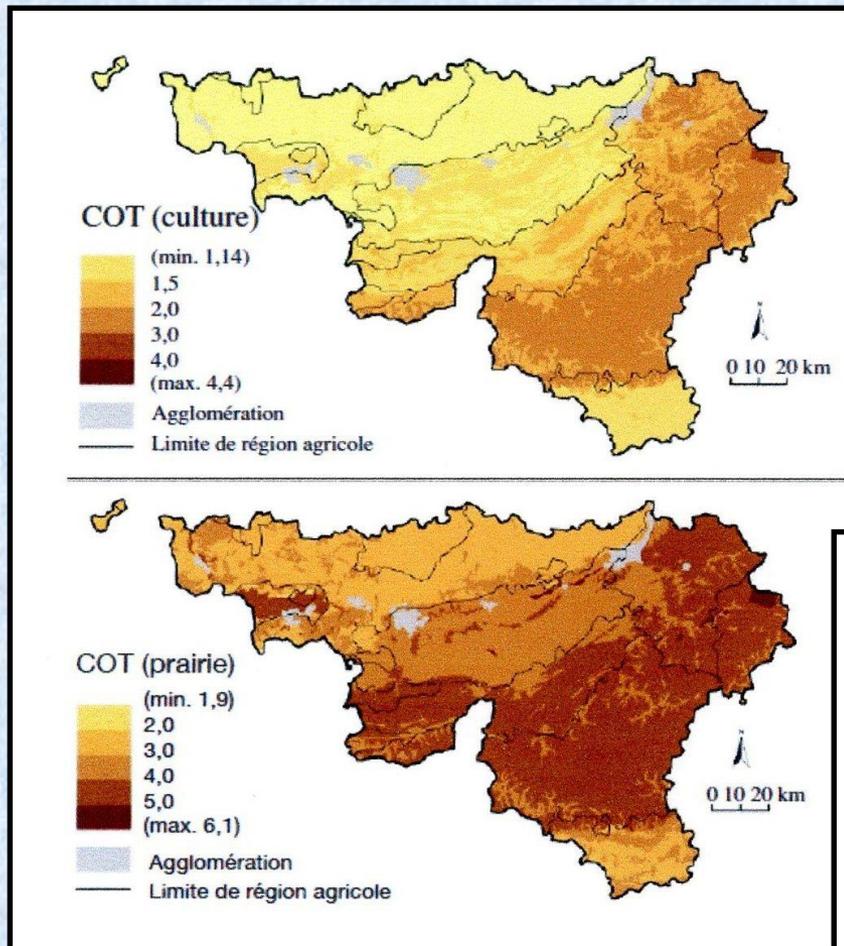
## 4.3. L'acidité du sol (pH)



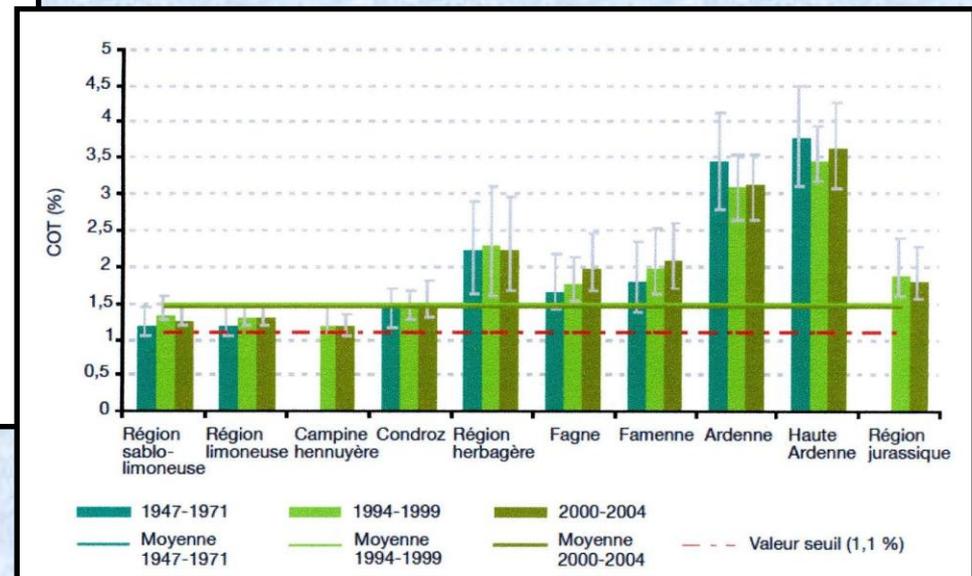
éléments nutritifs  
— Nutriments  
pH (Truog in :)

Calcaire → pH neutre et Ca élevé

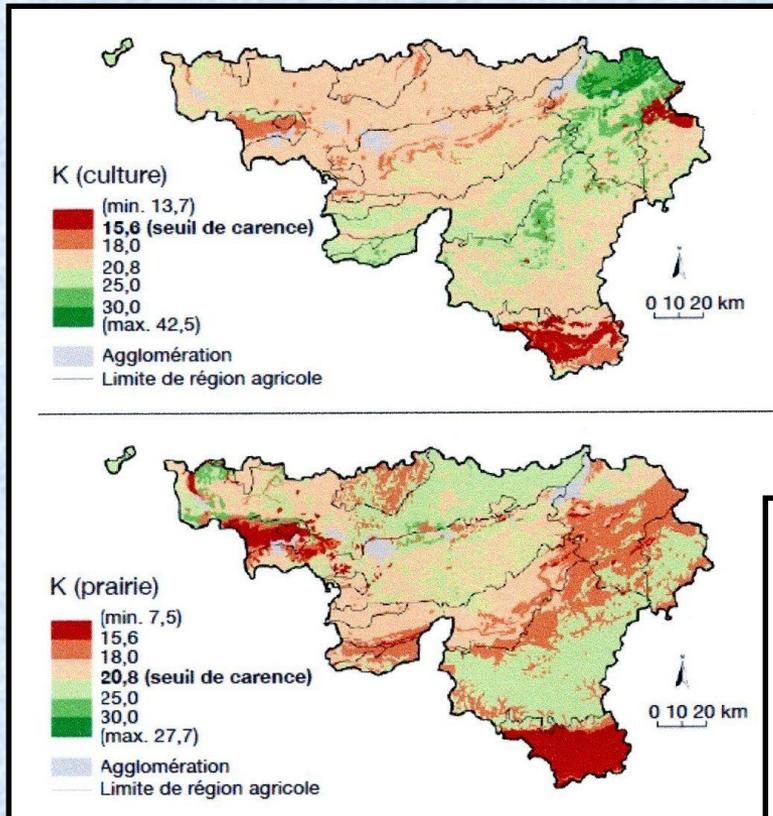
## 4.3. Le contenu en matière organique



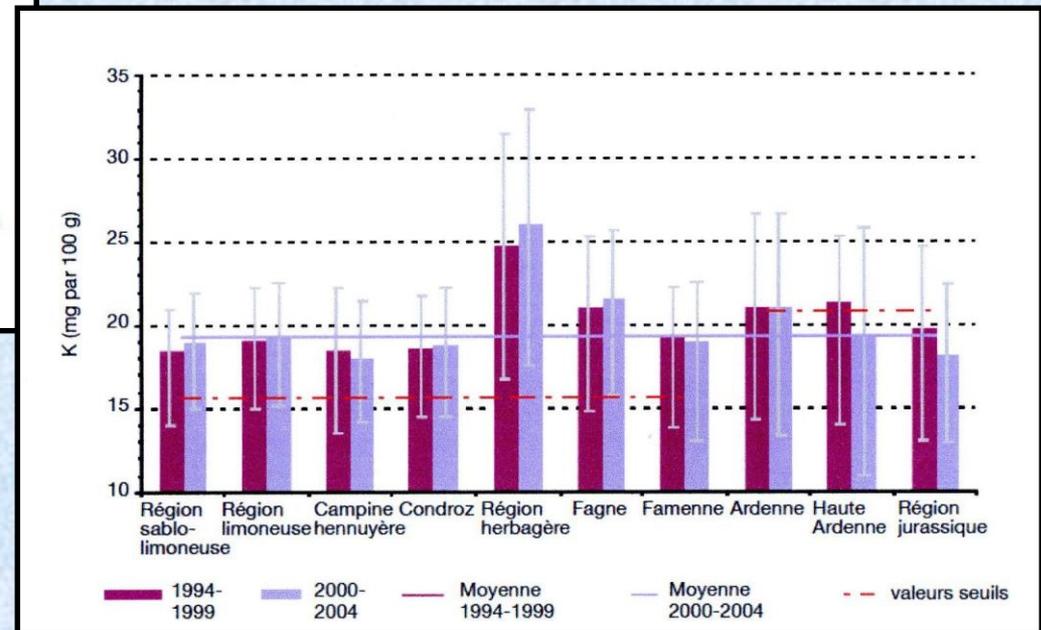
- Climat froid et humide moins favorable à la décomposition de la MO
- Caractère acide des sols ardennais préserve la MO



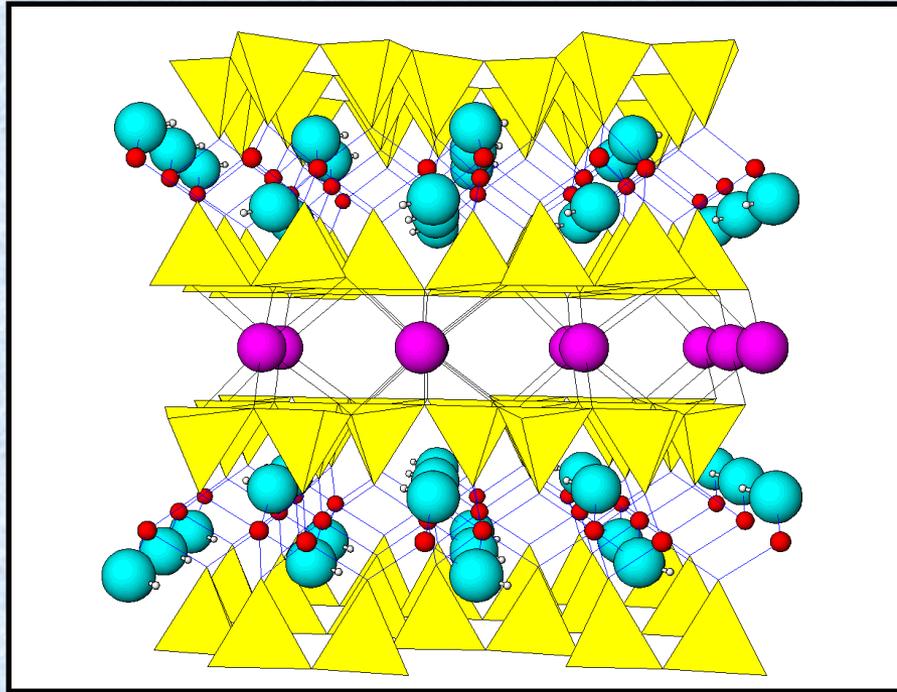
## 4.3. Le contenu en potassium



Contenu en potassium lié à la teneur en phyllosilicates des roches



## 4.3. Origine du potassium: les phyllosilicates



La muscovite  
 $\text{KAl}_2[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}](\text{OH})_2$



Libération du potassium situé  
entre les feuillets de la structure

## Conclusions

- L'Ardenne présente une géologie exceptionnelle, caractérisée par un métamorphisme relativement intense.
- De nombreux minéraux rares ont été observés dans la région de Bastogne-Bertrix.
- La nature schisteuse des roches influence la nature de l'habitat traditionnel.
- Les mines de plomb, de cuivre, d'antimoine, de coticule et d'or ont permis l'extraction de plusieurs centaines de tonnes de minerais.
- Une relation étroite existe entre la nature des roches, et la fertilité des sols de l'Ardenne.