

ROUVRIRE UNE MINE À PLOMBIÈRES...

UNE UTOPIE ?

Eric PIRARD, Dr. Ir.
Professeur à l'Université de Liège

Les sept métaux de l'Antiquité

A CHAQUE JOUR SUFFIT SON MÉTAL

LES SEPT MÉTAUX DE L'ANTIQUITÉ

- × 10 000 ans d'exploration élémentaire
- + Les 7 métaux de l'Antiquité



Sol



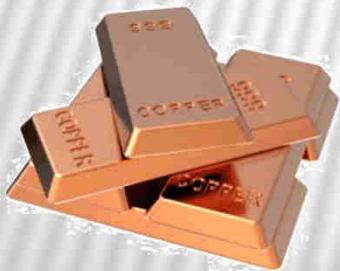
Mercurius



Venus



Luna



Mars



Iupiter

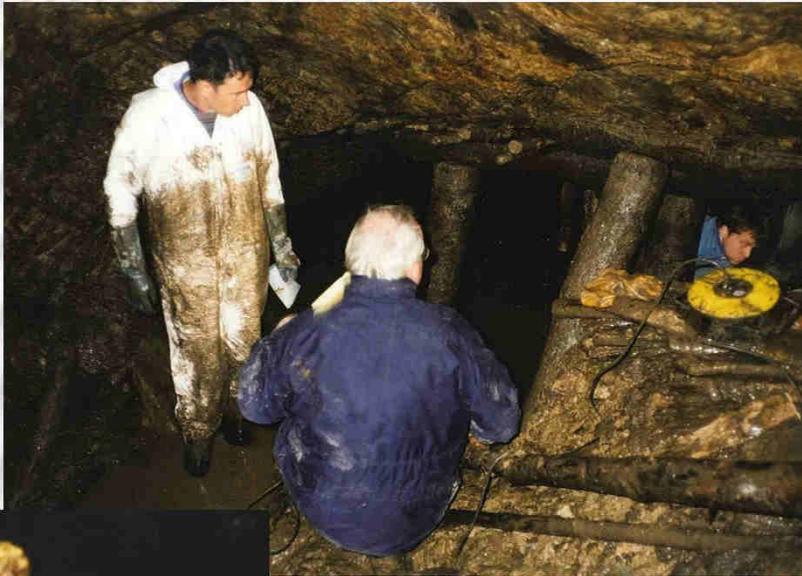


Saturnus

Au Ag Pb Fe Hg Sn Cu

LES SEPT MÉTAUX DE L'ANTIQUITÉ

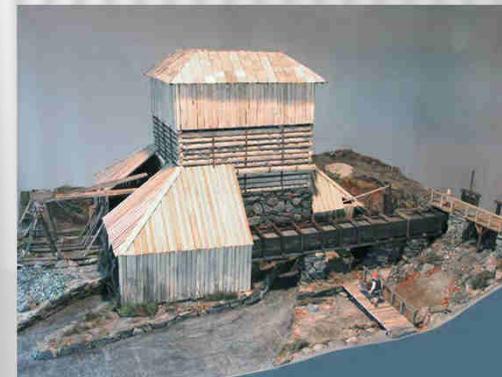
- ✦ Des exploitations dans nos régions



Mine d'or celtique (< 314 AD)
Trô des Massotais (2000)



Lingot de « Plumbum Germanicum »
IMP TI CAESARIS AVG GERM TEC
(Musée Gallo-Romain, Tongres) © J. Lendering



Haut-fourneau wallon au XVI^{ème}
(maquette Dannemora (SE))

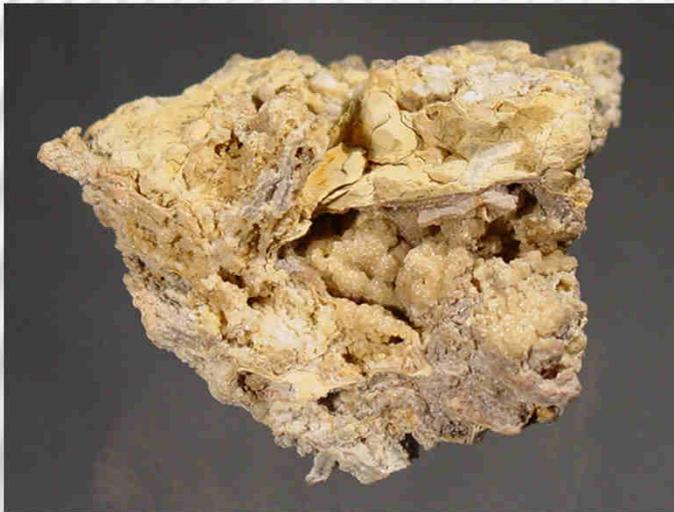
Aurichalque, calamine, blende,...

LE MÉTAL INSOUÇONNÉ

LE MÉTAL INSOUPÇONNÉ

Orichalque : On l'extrayait de la terre en maints endroits de l'île.
C'était alors le métal le plus précieux après l'or. (Platon, Critias)

- × Dinant (XIV^{ème}-XV^{ème})
 - × Centre mondial de travail du **laiton** (dinanderie)
 - × Alliage de cuivre et de zinc dont le nom vient du turc (**altun** = or)



Calamine (carbonates de zinc)



Essais de production du laiton (cea.fr)

LE MÉTAL INSOUPÇONNÉ

- × Rammelsberg (Goslar, 1550)
 - × **Blende** : terme dont on se sert dans les mines pour désigner un minéral qui n'est bon à rien. (= aveugler, éblouir, masquer en Allemand)



Minerai de cuivre-plomb-zinc sulfuré de Rammelsberg



De Re Metallica, 1556

Nihil Album (Tuthie, Cadmie): partie subtile & légère qui s'attache au haut des cheminées des fourneaux dans lesquels on traite des mines de cuivre jaune (Diderot-Dalembert, 1770)

L'ÉTAIN VENU DE CHINE

- × Zawar (Inde, 1550)
 - × **Zinn**
 - × Métal inconnu en Europe importé du Rajasthan.



Bol Safavide – Trésor de Selim I – Topkapi

Ce n'est que depuis peu d'années que l'on connoît la nature du zinc; rien de plus inexact que ce que les anciens auteurs en ont écrit....(Diderot-Dalembert, 1770)

De Altenberg à Nyrstar

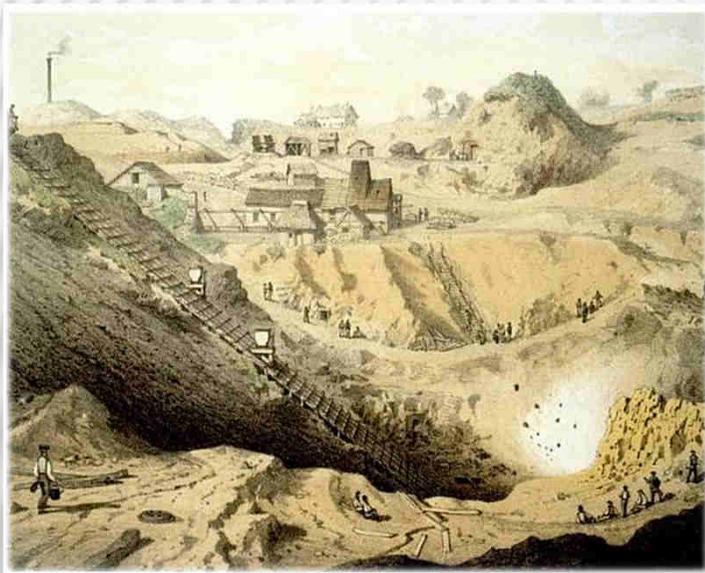
LE PLUS BELGE DES MÉTAUX

LE PLUS BELGE DES MÉTAUX

- × Liège (1809)
 - × Première production industrielle de zinc métallique
 - × Condensation des vapeurs de zinc de la calamine
 - × Société de la Vieille-Montagne



J. J. Dony



Mine de Moresnet (Altenberg)



*La fonderie de zinc de Saint-Léonard.
Lithographie d'A. Maugendre (1855)
Collections iconographiques du CHST.*

LE PLUS BELGE DES MÉTAUX



- × Liège (1854)
 - × Le zinc s'impose dans le bâtiment (Haussmann); la construction navale;...
 - × Production de 17 000 t/an
 - * 1500 ouvriers
 - * 27 % de la production mondiale



LE PLUS BELGE DES MÉTAUX

- × Liège (2014)
 - + Umicore
 - × Siègè d'Angleur
 - * Spécialité de poudres de Zinc



Bâtiment Umicore Angleur

- + Nyrstar
 - × Fusion (2007) de Vieille-Montagne (Be) & Zinifex(Aus)
 - × 8,6 % production mondiale de zinc



Le Zinc aujourd'hui

UN MÉTAL OMNIPRÉSENT

UN MÉTAL OMNIPRÉSENT

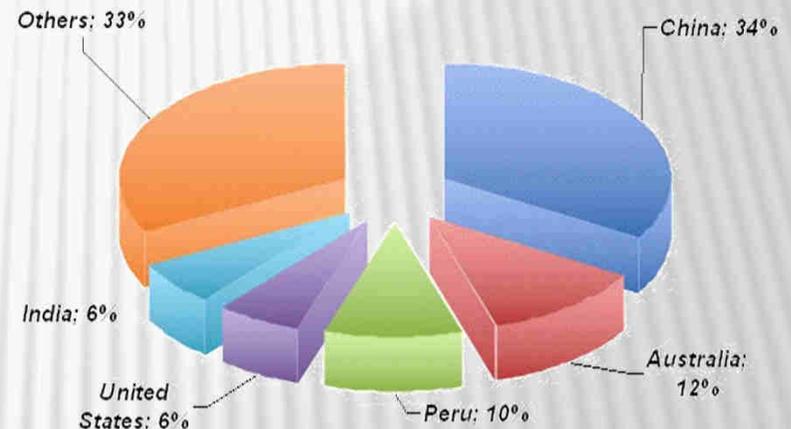


Production mondiale de zinc

- < 1850 > 50 000 t
- > 1900 479 000 t
- < 1950 2 150 000 t
- < 2000 8 770 000 t
- < **2011 12 800 000 t**

× soit un cube de 121 m de côté

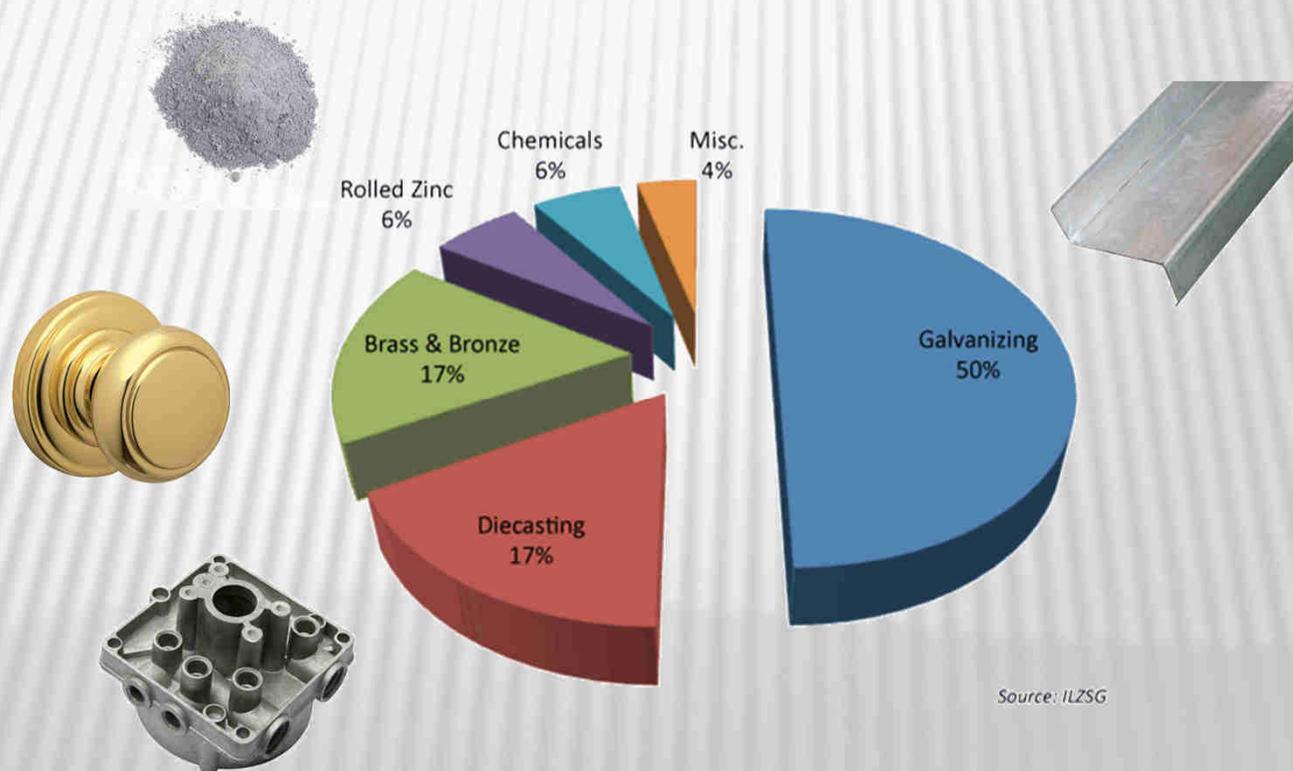
× ... quatrième métal d'importance en volume



*Production mondiale de minerais de zinc par pays
(d'après USGS, 2011)*

UN MÉTAL OMNIPRÉSENT

- × Des usages diversifiés
 - × Galvanisation
 - × Zamak (Zn 95% – Al 4% – Mg- Cu)



Source: ILZSG

Vieux fer, vieux cuivre, vieux zinc...

LE RETOUR DE LA TUTHIE

LE RETOUR DE LA TUTHIE

- ✖ Des siècles d'économie linéaire



Qqs % Zn

... du sous-sol



Durée de vie

100 mois

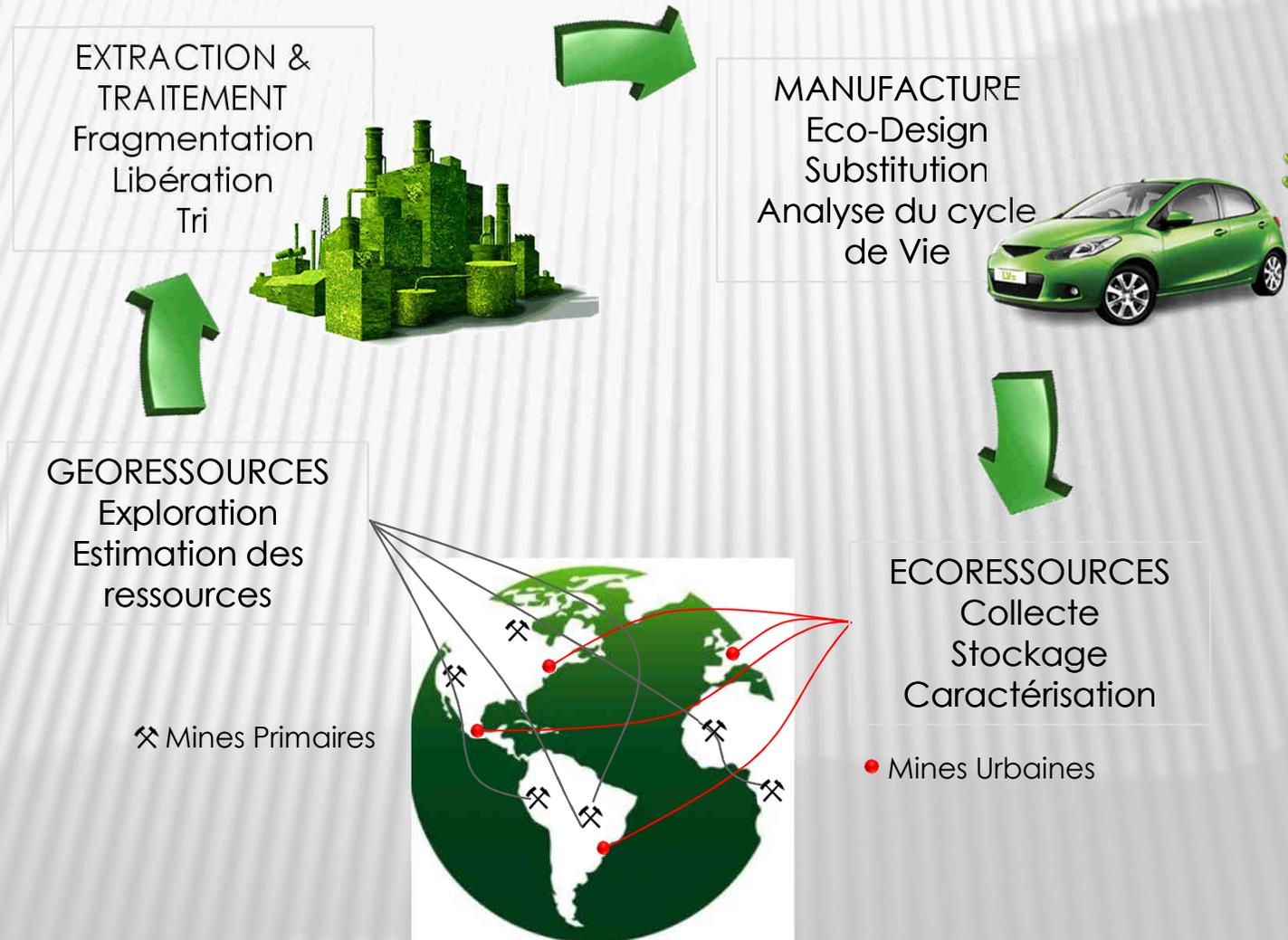


Qqs % Zn

à la décharge...

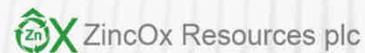
LE RETOUR DE LA TUTHIE

✦ Penser l'économie circulaire



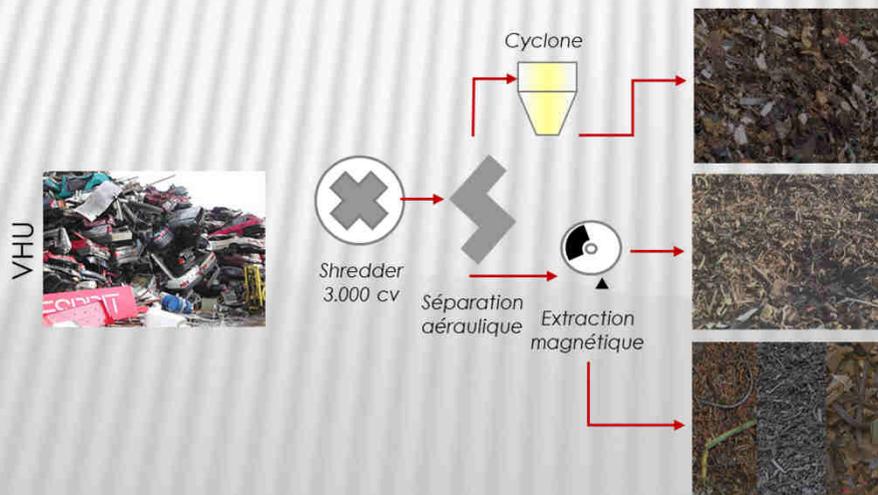
LE RETOUR DE LA TUTHIE

- × Refonte des tôles galvanisées
 - × En four électrique
 - × Poussières : 20kg/t (20% Zn et 20% Fe)
 - × Récupération du Zn



Terril d' EAFD - © Zincox
(Electric Arc Furnace Dust)

- × Traitement des Véhicules Hors d'Usage
 - × 12 millions de VHU/an en Europe
 - × 68 % de métaux ferreux; **9 % de métaux non-ferreux;**...



BIOLIX (Comet/ULg)

Récupération à 91% du Zn

Le Zinc en Belgique

UN PEU DE GÎTOLOGIE

UN PEU DE GÊTOLOGIE

- × Géochimie de mon jardin
 - × 1000 m² sur 1m de profondeur (2000 t schiste)



On y trouve...

Element	Content
O	930 t
Si	660 t
Al	160 t
Fe	60 t
Ti	8 t

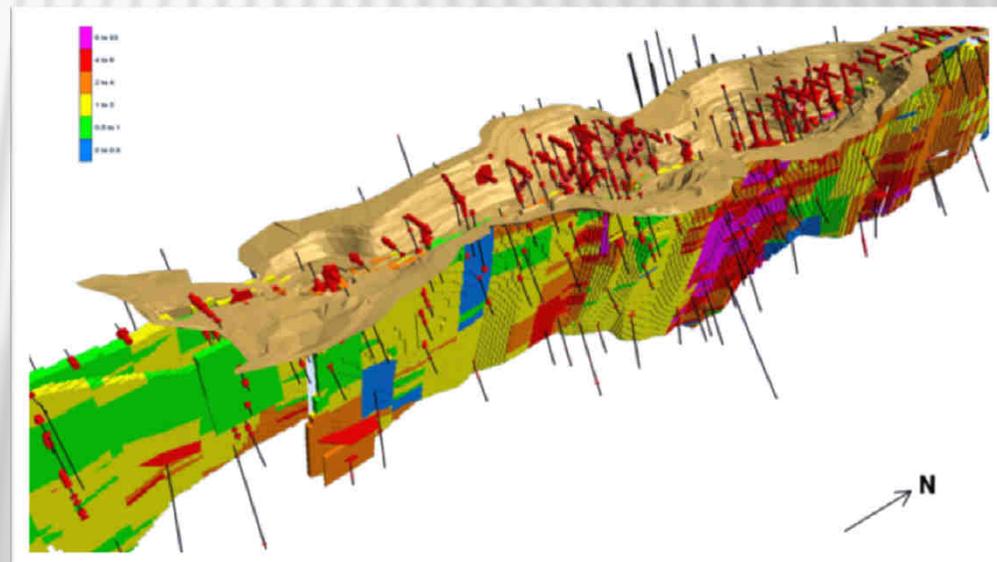
mais aussi...

V	164 kg
Cr	122 kg
Zn	150 kg
Ni	54 kg
Cu	46 kg

UN PEU DE GÎTOLOGIE

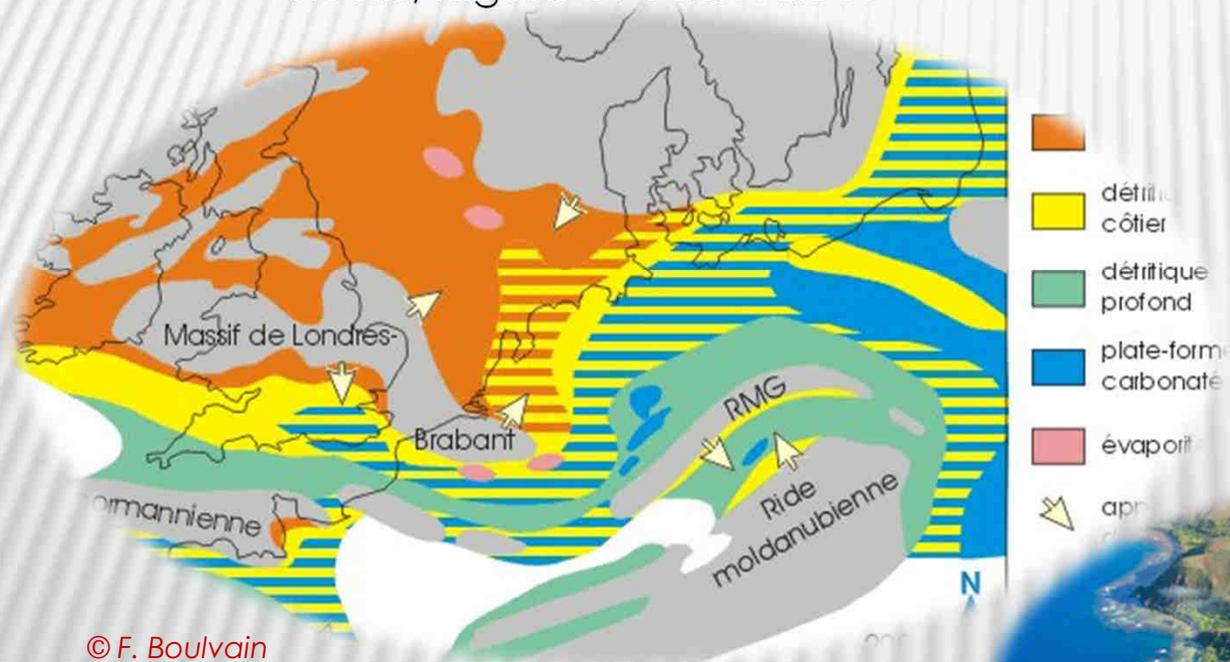
- × Du jardin au gisement
 - × Concentrations naturelles 100x à 500x
 - × Tonnages **et** teneurs des plus grands gisements

Nom de la mine	Réserves	Zn (%)	Pb (%)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pays
Rampura Agucha (O)	69,3 Mt	13,7	1,9	-	-	Inde
Red Dog (O)	51,3	15,7	4	71	-	Etats-Unis (Alaska)
Century (O)	30,2	11,2	1,1	20	-	Australie
Antamina (O)	744	-	-	-	0,93	Pérou
	232	2,1	-	15,3	-	
Tara (S)	14	7,2	1,7	-	-	Irlande



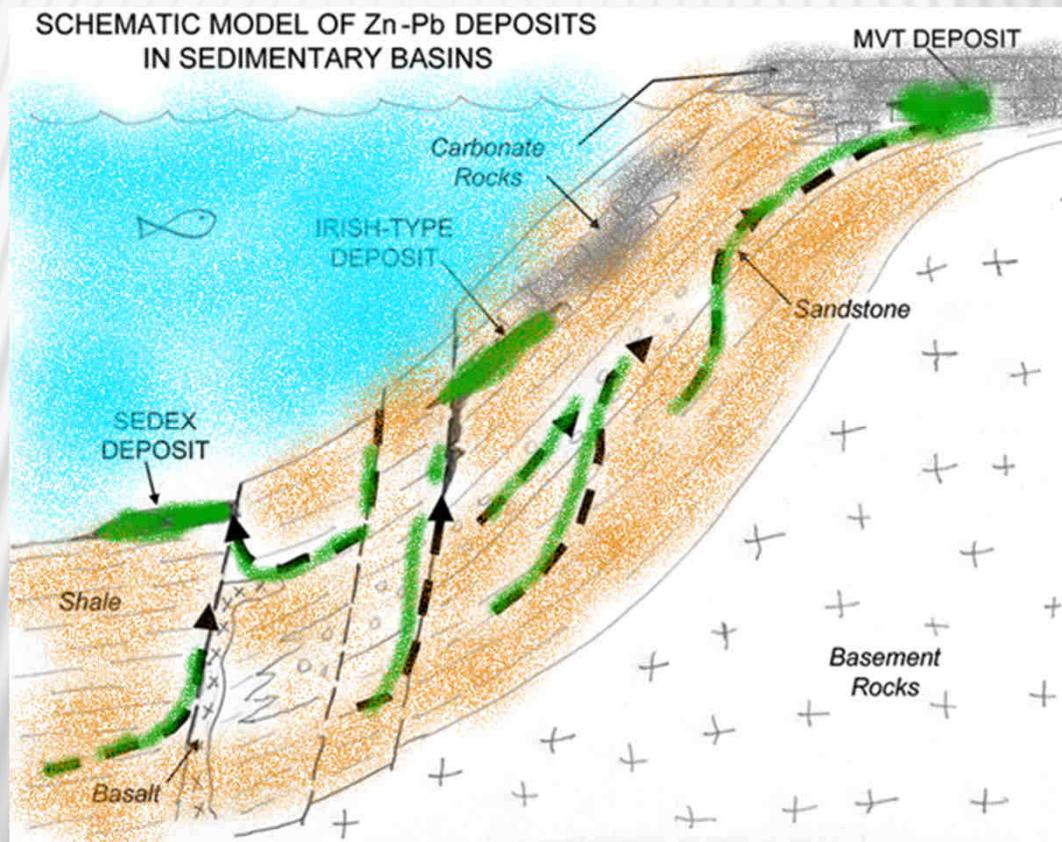
UN PEU DE GÎTOLOGIE

- × Concentrations métalliques en environnement sédimentaire
 - + Il y a 370 Ma, la Wallonie sous les tropiques
 - × Récifs, lagons et eaux salées



UN PEU DE GÎTOLOGIE

- × 200 millions d'années de patience ...
 - × Remontée des fluides salins dans les fractures d'origine tectonique



UN PEU DE GÎTOLOGIE

- × et puis la précipitation...
 - × Minéralisation massive de sulfures Pb-Zn dans les failles/poches
 - × Altération des sulfures en carbonates et silicates de zinc



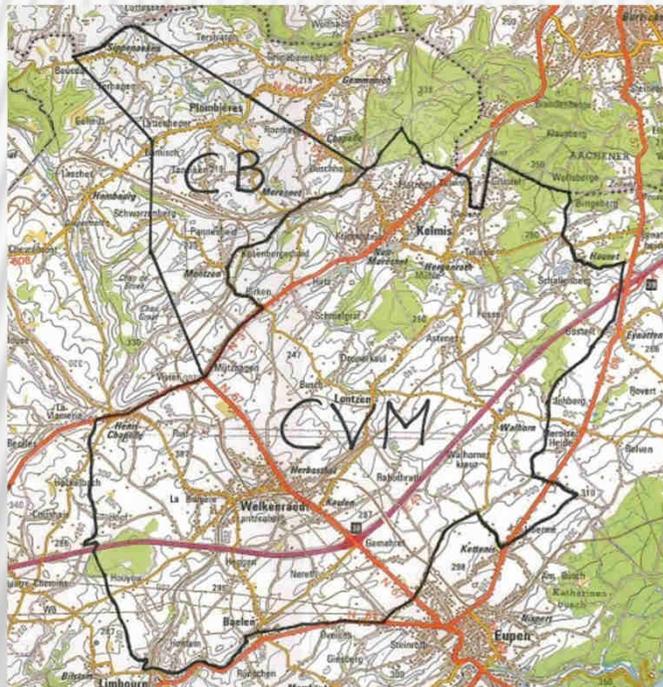
Sphalérite ((Zn,Fe)S) et Galène (PbS) dans la Calcite (Ca CO₃)



*Smithsonite de la Vieille Montagne
© D. Descouens*

UN PEU DE GÎTOLOGIE

- ✕ Un cortège de minéralisations
 - ✕ Concessions
 - ✕ Bleyberg (1879 ha)
 - ✕ La Calamine (8146 ha)
 - ✕ Exploitation jusqu'à -290m (max)

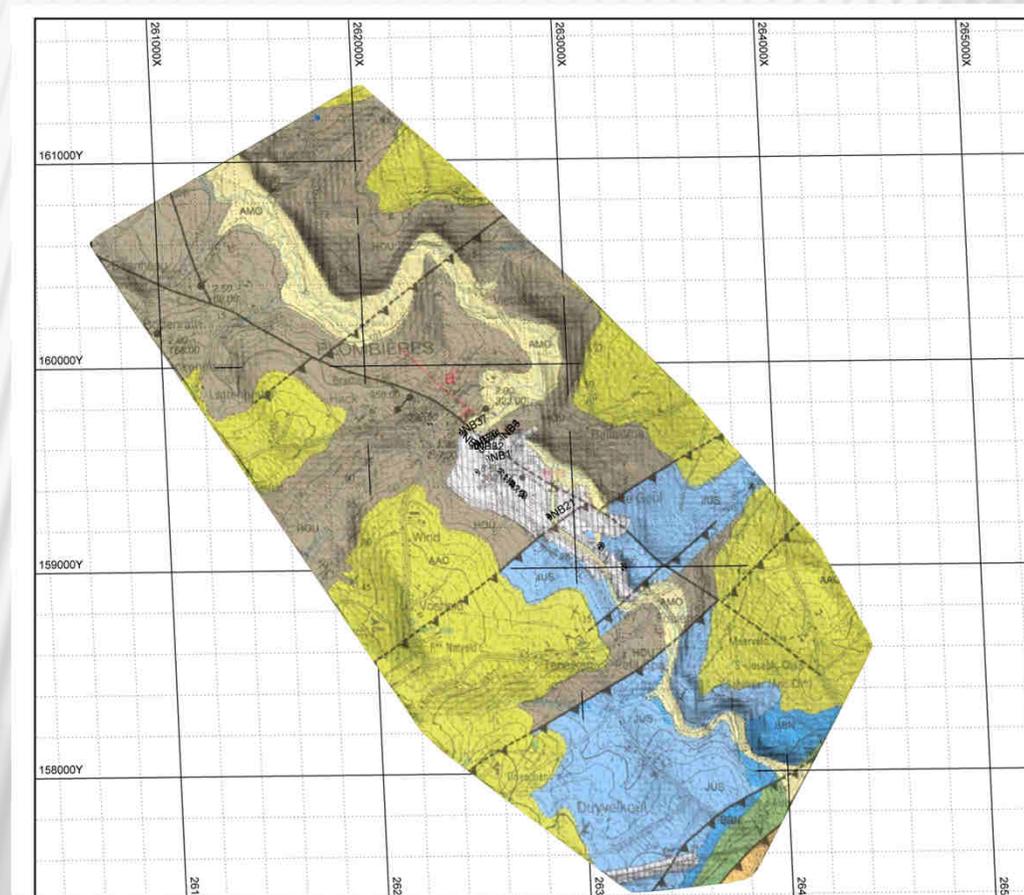


Region	Concentrés Pb + Zn	Zn métal contenu	Pb métal contenu
<i>La Calamine</i>	1,900,000	760,000	-
<i>Schmalgraf</i>	377,463	157,835	13,763
<i>Bleyberg</i>	225,500	60,675	80,500
<i>Fossey</i>	185,544	60,879	1,000
<i>Eschbroich</i>	113,318	47,641	2,976
<i>Rocheux- Oneux</i>	102,000	25,000	18,700
<i>Lontzen</i>	78,194	38,928	3,618
<i>Saint Paul</i>	102,534	37,401	2,115
<i>La Bruyère</i>	81,408	30,166	3,711
<i>Mützhagen</i>	46,467	13,824	3,088
<i>Pandour</i>	42,000	16,800	-
<i>Dickenbusch</i>	18,592	5,444	3,056
<i>Roer</i>	12,868	6,048	894
Total	3,285,889	1,260,621	133,421

*Historique de production
d'après Dejonghe, 1993*

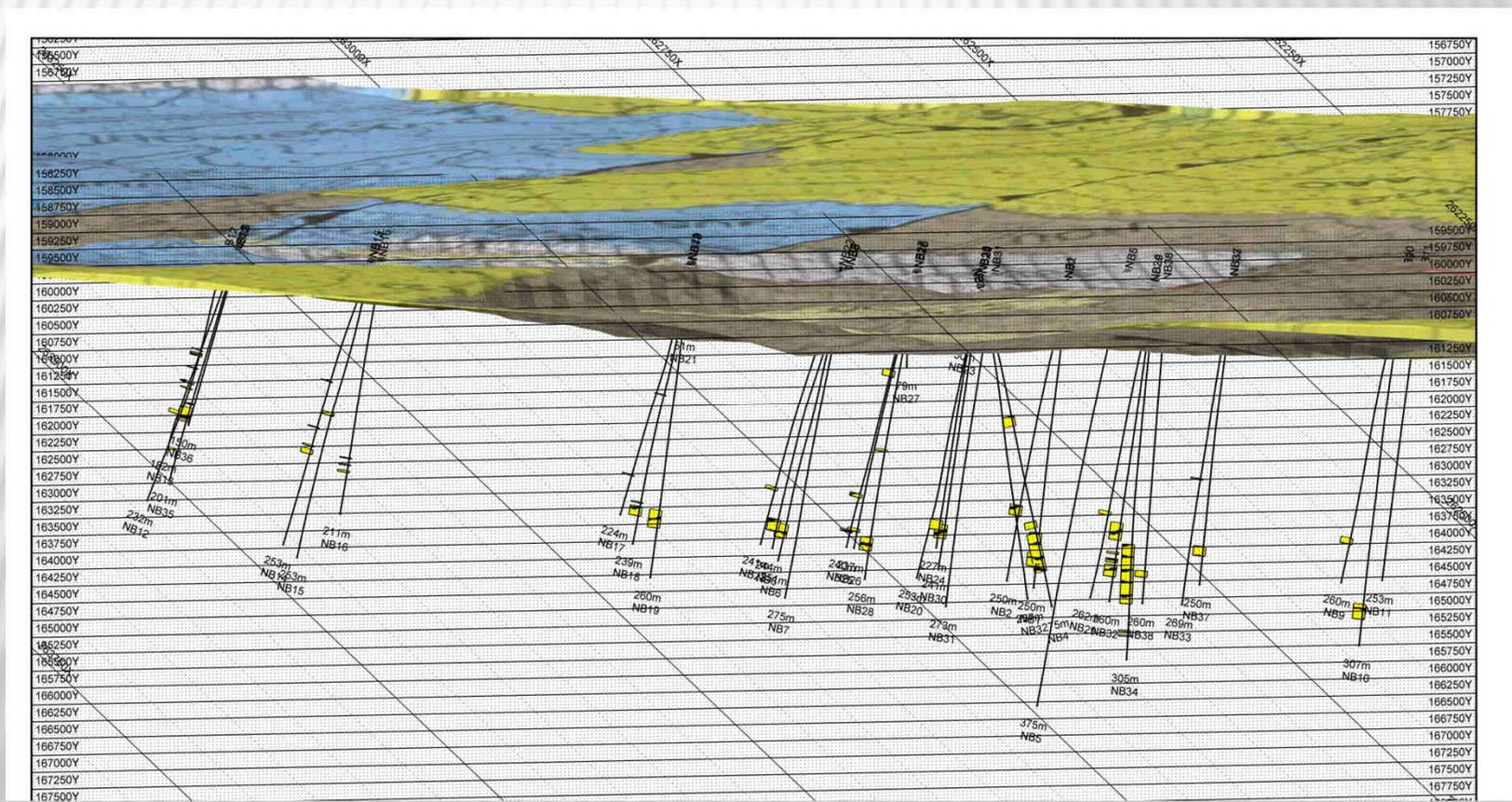
UN PEU DE GÎTOLOGIE

- × Sondages autour de Plombières
 - × Visualisation des forages et zones minéralisées



UN PEU DE GÎTOLOGIE

- × Sondages autour de Plombières
 - × Visualisation des forages et zones minéralisées
 - × Lontzen 537 kt @ 21,9% Zn et 3,6% Pb
 - × Bleyberg 850 kt @ 13,5% Zn et 5% Pb **et 200 ppm Ge**

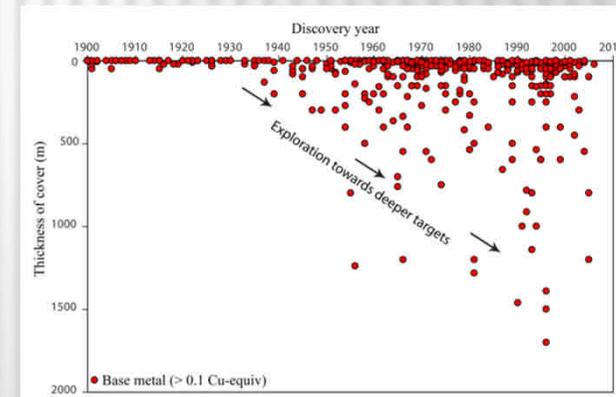
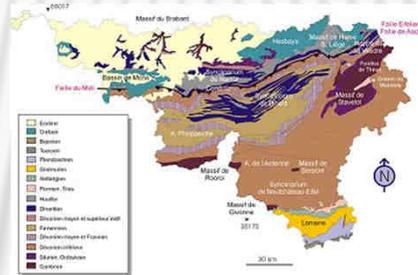


Rouvrir des mines

UNE UTOPIE ?

ROUVRIRE DES MINES

- ✗ Le réveil Européen (2010-...)
 - ✗ L'Europe consomme 20% des métaux, mais n'en produit que 3%
- ✗ Une triple réponse
 - + MINE
 - ✗ Participation dans des projets étrangers
 - ✗ Relance de l'exploration du sous-sol européen (3D Geology)



Profondeur des gisements en fonction de l'année de découverte. (Malehmir A. et al., 2012, Geophysics).

- + SUBSTITUTION
 - ✗ Recherche de matériaux alternatifs moins critiques
- + RECYCLAGE
 - ✗ Boucler la boucle

ROUVRIRE DES MINES

- ✖ Lisheen (Irlande, 2014)
 - ✖ Amas de plomb-zinc sulfuré (découvert en 1990)
 - ✖ 7Mt à 6% Zn et 2 % Pb
 - ✖ 370 employés
 - ✖ Exhaure de 130.000.000 l/jr
 - ✖ Maîtrise exemplaire de l'impact environnemental



Mine de Lisheen en Irlande (Vedanta)

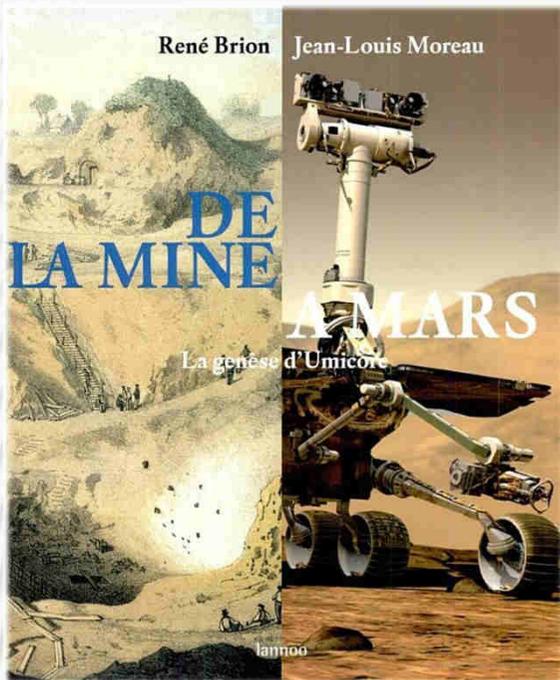
ROUVRIRE DES MINES

- ✖ Responsabilité régionale

- ✖ Modernisation du code minier
- ✖ Service Géologique régional
- ✖ Cartographie des ressources

- ✖ Mise en exploitation

- ✖ Résultat d'une volonté commune de tous les acteurs
- ✖ Recherche d'un équilibre parfait
 - ✖ Economie
 - ✖ Environnement
 - ✖ Société
- ✖ Innovation et technologies d'avant-garde
 - ✖ Fully robotic mine



Eric Pirard

Où sont les métaux pour les technologies du futur ?

http://reflexions.ulg.ac.be/cms/c_351439/fr/pirard-eric

Robert Halleux

Histoire des Sciences et des Techniques

http://reflexions.ulg.ac.be/cms/c_10575/halleux-robert

Arnaud Peeters

Sur les conflits sociaux autour de l'usine de St Léonard en 1850

http://reflexions.ulg.ac.be/cms/c_350208/laffaire-de-saint-leonard

Le Zinc en Belgique

POUR EN SAVOIR PLUS