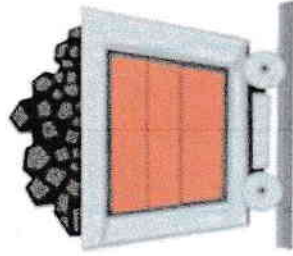


Licence III

« Valorisation des Ressources Minérales »



Pyrometallurgie & Hydrometallurgie



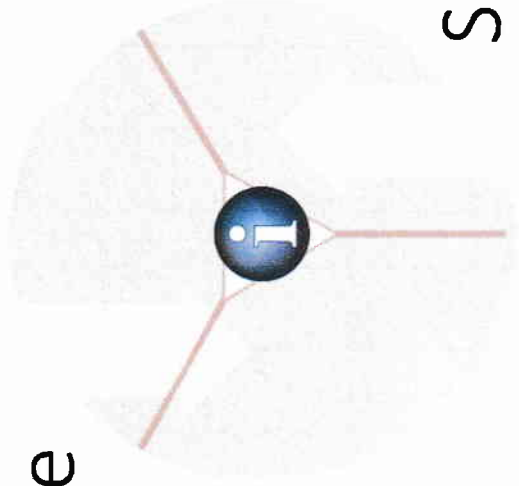
UEF 3.2.1

Nombre de Crédits : 6 Coefficient : 3

Dr H. BOUTEFNOUCHET

Pyrométallurgie-Hydrométallurgie

Métallurgie Extractive



Séparation Chimique

*Extraction d'Un **Métal** ou de Plusieurs Métaux à partir d'un matériau naturel : Le **Minerai***

Généralités

Le domaine de la métallurgie extractive comprend les processus chimiques, physiques et physico-chimiques, ainsi que les procédés permettant d'extraire les constituants métalliques et les métaux à partir de leur état naturel et de leur transformations en produits utiles; mais préalablement afin d'améliorer la cinétique de réactions des processus d'extraction, on utilise des méthodes de préparation mécanique et physico-chimique relevant du traitement des minerais.

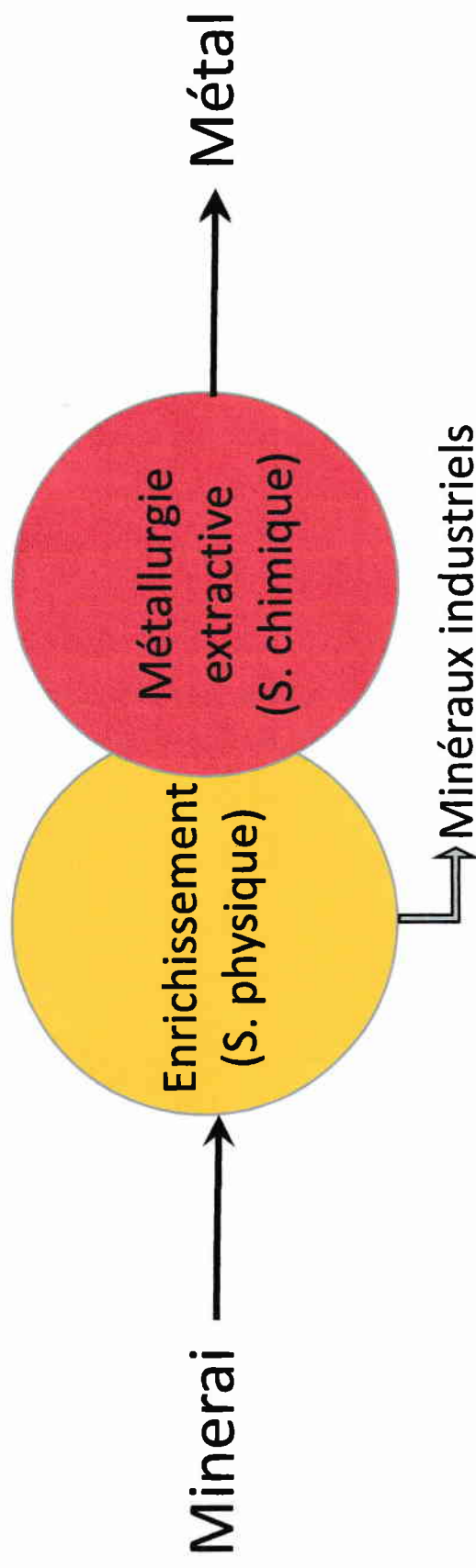
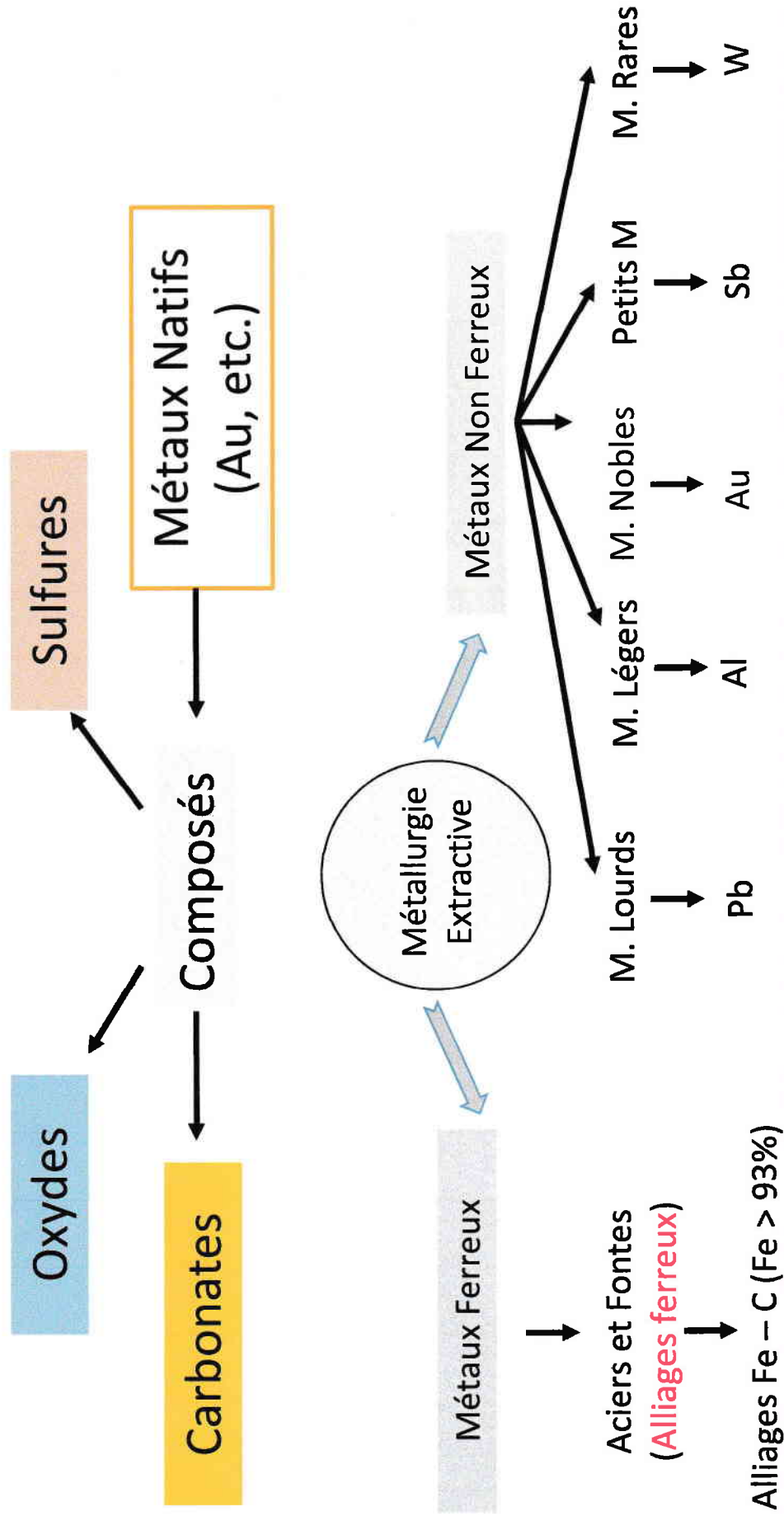
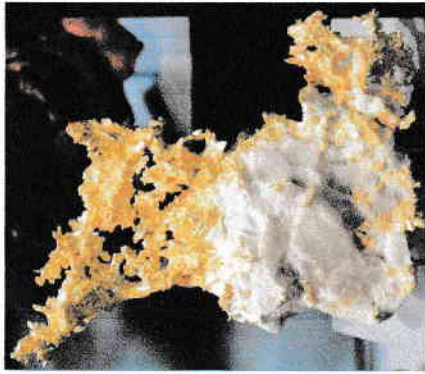


Schéma Synoptique





Or natif en partie enfermé dans du quartz



Bauxite



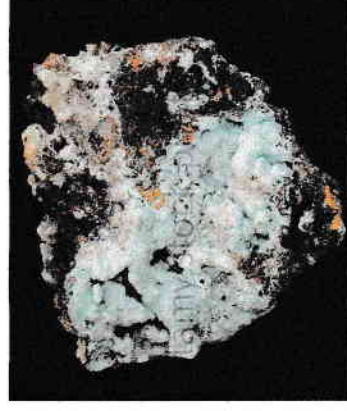
Sidéríte



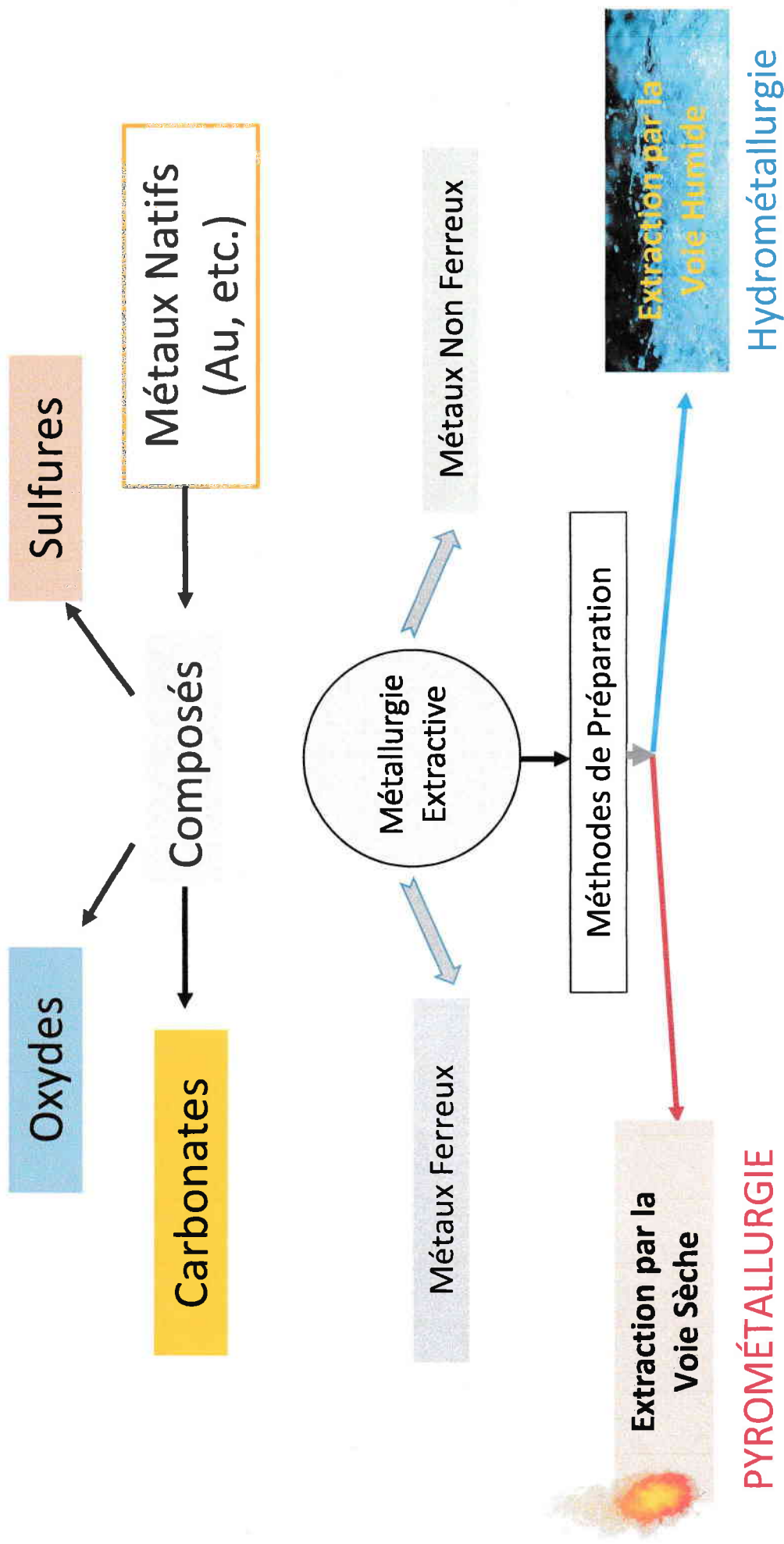
Blende



Galène



ZnCO_3



Préparation et traitement des minerais et leur classification

Le minerai est un composé naturel, ou éventuellement un sous-produit d'une autre fabrication dont on peut extraire le métal recherché à un prix de revient acceptable. C'est généralement un mélange de corps très variés qui contient le métal soit à l'état natif, soit le plus souvent à l'état combiné, mélangé avec des produits minéraux ou roches stériles qui constituent la gangue

🚧 Choix d'un minerai

Le minerai doit fournir le métal à un prix de revient intéressant. L'exploitation d'une mine contenant des minerais par l'industrie dépend de plusieurs facteurs à savoir :

- 1.** De sa richesse en éléments métalliques. La teneur qui décidera de l'extraction d'un minerai est essentiellement variable d'un métal à l'autre et dépend de son importance ; par exemple un minerai de fer ne sera pas exploité s'il contient moins de 30% de fer ; par contre un minerai d'Uranium sera exploité si sa teneur est de l'ordre de 0.2%. Ces teneurs n'ont rien de définitif : elles varient avec l'avancement des techniques, avec la conjoncture économique et avec les conditions politiques.
- 2.** Des possibilités de son enrichissement physique et des facilités de traitements chimiques. La nature physique de la gangue intervient beaucoup puisqu'elle conditionne la facilité de la séparation mécanique; sa nature chimique est encore plus importante.
- 3.** Des conditions de son extraction : type de la mine, situation géographique du gisement relative du centre de traitement du minerai (possibilités de traitement sur place), des moyens de transports, de la proximité d'un port d'eau et l'approvisionnement en énergie, en combustibles, etc.

Dispositions d'élaboration des minerais actuels

⚡ Exploitation du minerai pauvre

Par l'utilisation des méthodes adéquates permettant l'extraction du métal à un prix raisonnable.

⚡ La récupération des métaux

Les différents déchets et résidus sont les sources de récupération à savoir :

1. Objet de consommation courante : Les vieux métaux une fois, triés, sont acheminés vers les usines d'élaboration.
2. Poussières des fours de grillage des sulfures (appareils d'élaboration) ($\text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$)
3. Ordures ménagères : (boîtes de conserves, etc.), elles contiennent environ 10% de leur poids en éléments métalliques (fer, cuivre, etc.)

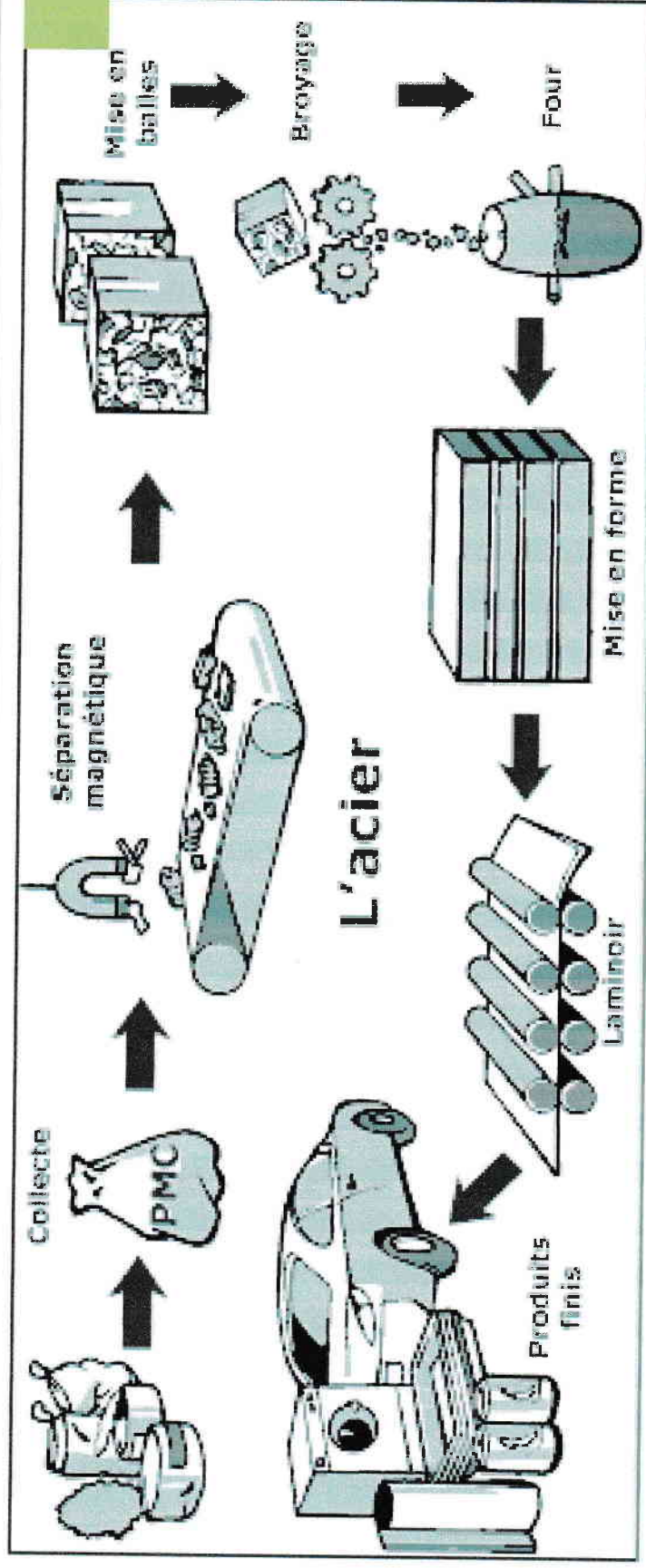
4. Catalyseurs usagés : tels que les aluminos-molybdènes qui servent à l'hydrogénation dans l'industrie du pétrole (fixation de l'hydrogène sur un corps simple ou composé).
5. Traitement électrolytique par dépôt (se fait par électrolyse) exp : l'Al se prépare par l'électrolyse de l'alumine.

🚧 Recyclage des métaux

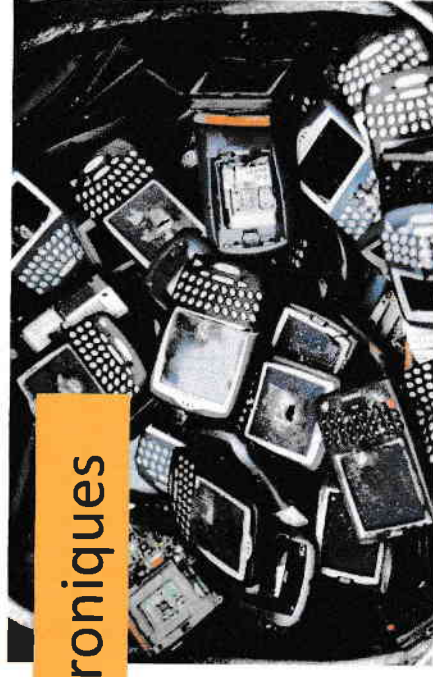
D'une manière générale, le prix de revient du métal récupéré, recyclé est habituellement bas ; dans les pays industriels avancés, la production des métaux recyclés (Cu, Pb, Al, etc.) atteignent 40 à 50% d'élaboration primaire.

Exemple : le recyclage de l'Al présente d'importants avantages économiques de lutte contre la pollution et de la préservation de l'énergie (car il exige environ 1/20 de l'énergie nécessaire à la production de l'Al primaire).

Recyclage



Déchets électroniques



Ordures ménagères



Classification des minerais

D'après leur composition chimique, on trouve dans la nature trois grandes classes de minerais :

⚡ Métaux natifs

(Au, Ag, Cu) qui peuvent exister à l'état non combiné grâce à leur faible affinité à l'oxygène.

⚡ Minerais oxydés ou carbonatés

qui constituent la classe la plus importante (Fe, Al, Mg) dans laquelle les métaux se trouvent sous forme d'un oxyde simple, ou complexe, hydraté ou anhydre. Les carbonates sont toujours ramenés à l'état d'oxyde par calcination.

- état d'oxyde hydraté : $\text{Al}(\text{OH})_3$; bauxite $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- état carbonaté : sidérose FeCO_3 ; Calamine ZnCO_3

Classification des minerais

⌘ Minerais sulfurés

Ils sont très répandus, exp : Blende ZnS , galène PbS . Ces minerais renferment également une gangue dont les constituants très divers sont souvent composés de silice, alumine, de dolomie, etc.

Il existe également d'autres catégories comprenant les minéraux suivants:

⌘ Les silicates Kalolinite – $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$.

⌘ Les sulfates Gypse – CaSO_4 ; Barytine – BaSO_4

⌘ Les Phosphates Fluorapatite – $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$

⌘ Les Halogénures Fluorite – CaF_2 ; Sylvite – KCl

Composition d'un minerai

le minerai se compose généralement de :

⚡ Le minéral

C'est l'essentiel du premier métal

⚡ Les minéraux d'autres métaux

Exemple : Cuprifère

⚡ Les minéraux compagnons

Exemple : le minerai du Nickel contient toujours du cobalt, le minerai de Pb et de Zn contiennent du Cadmium

⚡ La gangue



**Wolframite pierre minérale
dans le minerai de fer isolé**



Garnierite (minerai de nickel)

Valeur d'un minerai

La valeur d'un minerai dépend:

🚧 Du cours du métal

Connaître, les cours des métaux avec la bourse

🚧 De la teneur en métal

La teneur minimale varie d'un métal à un autre

🚧 De la nature de la gangue

La présence d'As et de S entraîne des complications dans le traitement métallurgique ; donc il faut déterminer la présence d'élément utile ou nuisible.

🚧 Du perfectionnement du traitement

Pratiquement pour connaître, la valeur d'un minerai, on procède à une analyse chimique pour déterminer la teneur en métal et la nature de la gangue, puis à un essai métallurgique pour rétablir le rendement de l'opération.

Exemple: Evolution du cours de métaux de base

