

Fiche 1

Du minerai au métal

Ressources utilisées

- Wikipédia
- Voir les BUP, les « Une vie de [élément] »
- L'élémentarium pour des données par élément
- T& D PC/PC* GRÉCIAS

Éléments imposés envisageables

Hydrométallurgie du zinc; extraction de [élément]; élaboration de [élément : fer, aluminium]; ...; purification de métaux;

Introduction

Pédagogie Leçon placée en fin L2 ou en L3. Il s'agit d'une sorte d'introduction aux cours qui suivraient sur la métallurgie (pyro/hydro).
Fils rouges possibles : sur l'extraction du zinc ou l'extraction de l'aluminium dans la bauxite (que l'on pourra alors voir réellement en TP!).

Les métaux existent rarement sous leur forme solide pure à l'état naturel. La plupart du temps, pour utilisation, ils sont extraits de minerais.

Un minerai est une roche contenant des minéraux (oxydes, sulfures, carbonates, silicates) utiles en proportion suffisamment intéressante pour en justifier l'exploitation. Ils nécessitent une transformation pour être utilisés par l'industrie. (*Wikipédia*)

1.1 Traitement des minerais

1.1.1 Traitements physiques

Exemple Flottation de la blende pour éliminer la gangue.

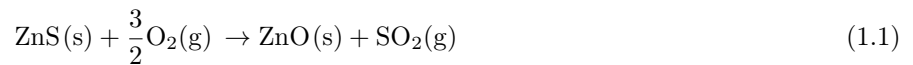
Le minerai contenant le zinc (20%) est constitué de blende ZnS mais aussi de ce qu'on appelle une gangue, constituée de calcite $CaCO_3$ et de dolomie $MgCO_3$ qu'il convient d'éliminer pour enrichir le minerai en zinc. Cela est réalisé par flottation : le minerai est finement broyé (0.1 mm) en une poudre mise en suspension dans de l'eau et certains adjuvants (CaO pour ajuster le pH, tensioactifs pour obtenir des mousses) avec insufflation d'air. Les différents constituants ayant des propriétés de mouillage différents, la blende se trouve entraînée par les bulles d'air insufflé, flottant à la surface, pendant que la gangue précipite.

On obtient alors un concentré de blende, à hauteur de 40 à 60% en zinc.

1.1.2 Traitements chimiques

Le précédent traitement était purement physique ; d'autres traitements sont nécessaires, ceux-là étant chimiques, et peuvent varier en fonction de la suite du procédé. Ces traitements permettent de purifier la blende (ou la calcine ensuite) obtenue pour se débarrasser peu à peu des autres métaux.

Grillage de la blende



Remarque On a $\Delta_r G^\circ = -439,1 + 0.073T$ en kJ mol^{-1} .

Les possibles autres sulfures sont également oxydés ; la plupart sont éliminés sous la forme d'un laitier liquide (PbO, CdO, FeO).

Choix industriel : le concentré est chauffé dans un courant d'air ; vers 700 °C, on observe le phénomène d'allumage, lorsque la réaction d'oxydation s'amorce. La réaction est exothermique, la température peut alors dépasser 1000 °C.

Remarque Il existe des réactions parasites (obtention de ZnSO_4 ou SO_3 , la première n'intervenant pas dans le domaine de température étudié, la seconde étant utilisée pour la formation d'acide sulfurique...).

Après cette première étape, on peut continuer la métallurgie du zinc de deux façons : soit directement passer au procédé de pyrométallurgie (la calcine est réduite en zinc solide) ; soit continuer le traitement pour aller vers le procédé d'hydrométallurgie (privilegié dans l'industrie).

Remarque La pyrométallurgie n'est pas privilégiée car il s'agit d'un traitement thermique et donc coûteux.

Autres traitements : lixiviations et cémentation

Lixiviation acide L'étape de lixiviation (acide, neutre) consiste en la solubilisation de l'oxyde de zinc sous forme d'ion Zn^{2+} dans une solution aqueuse.

Lixiviation neutre Formation de $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})$...

Remarque Insister sur la nécessité de séparer le zinc du reste : si passe au zinc solide, on aura aussi passé tous les autres métaux dissous en solides, pas souhaitable.

Cémentation On appelle cémentation la réduction d'un cation métallique par un métal. Consiste à utiliser les propriétés rédox (caractère réducteur du zinc solide) pour réduire le cuivre dissous en cuivre solide (amenant par la même à d'autres ions Zn^{2+} ...). (On montre ça avec le diagramme E-pH ou les courbes i-E.)

Ces trois derniers traitements concernent en réalité directement le procédé d'hydrométallurgie du zinc.

1.2 Vers l'obtention des métaux

1.2.1 Hydrométallurgie

Électrolyse du zinc... voir BUP « Une vie de zinc ».

1.2.2 Pyrométallurgie

Choix du réducteur : on se base sur le diagramme d'ELLINGHAM. Le dihydrogène est un réducteur gazeux, non polluant ($\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2$) mais cher, on préfère en général utiliser le monoxyde de carbone, peu coûteux (CO_2/CO).

Conclusion

Conclure sur les deux types de métallurgie pour le zinc, ouvrir sur ce qui se fait pour d'autres métaux : cuivre, aluminium... Ouvrir vers la pyrométallurgie étudiée plus en détail dans un prochain cours ; l'hydrométallurgie étudiée conceptuellement avec les outils de L2...