

LC.11 Métallurgie

Tim

| Élément imposé – Du minerai au métal

Niveau : L3

Pré-requis :

- Thermodynamique classique (Enthalpie-Entropie, cycle de Hess) (L2)
- Electrochimie (réaction redox, courbe I/E, Electrolyse) (L2)
- Cristallographie (L1)

Difficultés :

- Beaucoup de Notions transverses à connaître (thermo, electrochimie)
- Assimiler un nouveau vocabulaire spécifique (Hydrométallurgie, pyrométallurgie, calcine, gangue...)
- Leçon très descriptive ; que retenir ?

Activité :

- TP : Lixivation du cuivre
- TD : Etude des hauts fourneaux et la métallurgie du fer

Biblio :

- Métallurgie : du minerai au métal (Philibert)
- BUP 857(1) Hydrométallurgie
- Techniques ingénieur (Métallurgie du zinc)
- BUP 770
- Manip Porton

Plan proposé

1	Pyrométallurgie du Zinc	2
	1.1 Présentation du procédé	2
	1.2 Diagramme d'Ellingham du carbone	2
2	Hydrométallurgie du Zinc	2
3	Electrométallurgie du Zinc	3

Intro pédagogique

Chimie indus

Approfondissement des diagrammes d'Ellingham

Leçon

Intro

ZINC partout ajd Interet indstriele des métaux : zn alliage, galvanisation ...

Pyrométallurgie : voie "sèche"

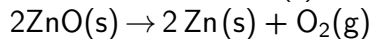
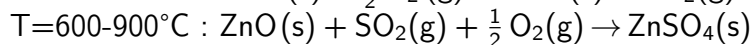
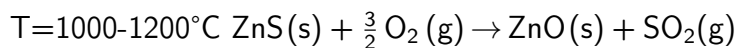
Hydrométallurgie : voie "humide". *Electrométallurgie* peut participer dans hydro-métallurgie

Zinc permet de décrire ces étapes

Minerai de Zinc contient entre 4 et 20% de Zn, sous forme de sulfure blende ZnS : séparer des autres métaux (cadmium, etc) et de la gangue (autour du métal : calcite CaCo3, Dolonite MgCO3)

1 Pyrométallurgie du Zinc

1.1 Présentation du procédé



1.2 Diagramme d'Ellingham du carbone

Couple	Réaction
C(graphite)/CO(g)	$2\text{C}(\text{graph}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}(\text{g})$
CO/CO ₂ (g)	$2\text{CO} + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g})$
C/CO ₂	$\text{C} + \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2$

$\Delta_r H$ et $\Delta_r S$ indépendants de T

Une mole de O2 échangée !!

Calcul des enthalpies et entropies standards de réaction : pour C/CO₂ : $\Delta_r H = -220.5 \text{ kJ/mol}$ et $\Delta_r S = 178.6 \text{ J/K/mol}$

On trace $\Delta_r G = \Delta_r H - T\Delta_r S$ en fonction de T

T < 980 K : ce2 CO = C + CO2

Croisement Ellingham avec Zn pour trouver meilleure température

1210 K : ZnO(s) + C(gr) = Zn(s) + CO(g) & ZnO(s) + CO(g) = Zn(s) + Co₂(g)

2 Hydrométallurgie du Zinc

[fabrication de calcine]

Lixiviation du zinc

Dissoudre oxyde dans acide sulfurique : $\text{MO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ avec M = Zn²⁺, Cu²⁺, etc

Solution rouge car Fe3

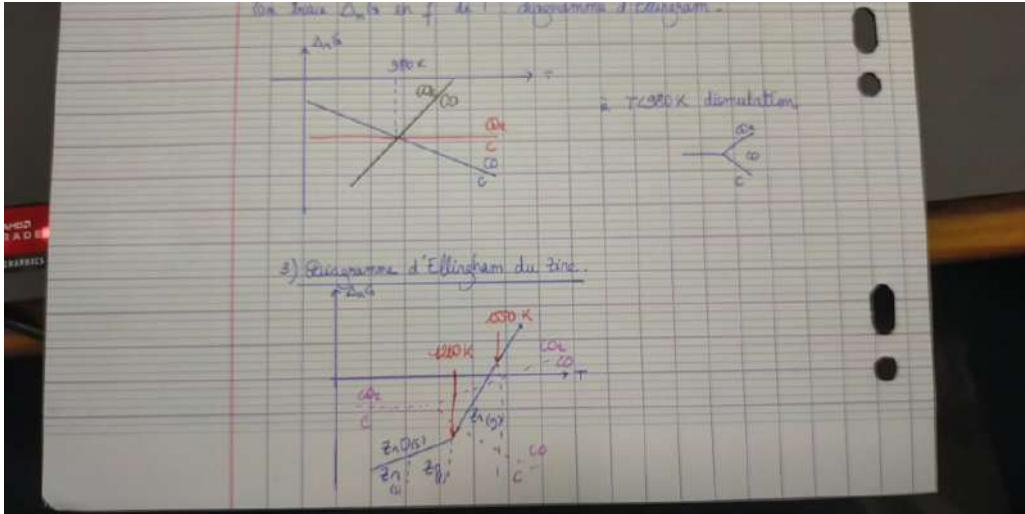


Figure 1 – Caption

Différence de précipitation
 Procédé à la Jarosite
 Cémentation du Zinc (potentiel du couple plus faible) : utilisation du Zn pour éliminer les impuretés

3 Electroméallurgie du Zinc

Corube IE Zn dans l'eau

Conclusion

Zinc extrait et purifié
 Utilisation très pratique, nombreux secteurs : transports, infrastructures, piles batteries etc
 Usine de Auby dernière usine en France : procédé non rentable si le prix de l'elec trop important

Questions/Réponses

Questions	Réponses
Niveau ?	L2 aussi mais cycle chimie indus ok, nécessité de recul
Notion transverse ?	Différents domaines
Métaux les plus produits dans le monde et utilisation	Fer (alliage acier) et alu (léger et conduction)

L. Titre

<i>Récent et vieux ?</i>	Or, Argent, Cuivre en premier ? Métaux natifs
<i>Métal noble</i>	Non corrodé par l'air)
<i>Alu ?</i>	Tardif car potentiel bas
<i>Li</i>	Peu abondant
<i>Grands principes de thermo</i>	1er pp : système isolé : énergie se conserve, 2eme pp : entropie croissante
<i>Fer dans minerai ?</i>	Ferrite
<i>Or</i>	Décantation et amalgame de mercure
<i>Approx d'Ellingham : conditions</i>	Variation faible de T
<i>Métaux plus conducteurs, pk ?</i>	Or argent et cuivre

Debrief