Purification des métaux

Propriétés des métaux → présence d'impuretés. Certains domaines requièrent des métaux d'une très grande pureté. Trois méthodes (ordre croissant) :

1. Affinage

I. Affinage par liquation : élimination d'un constituant par précipitation ou séparation entre deux phases liquides.

ex :

par densité.

II. Affinage par oxydation : dans le cas d'impuretés plus facilement oxydables que le métal, leur concentration peut être réduite par oxydation contrôlée puis séparation

ex : affinage de fonte : O_2 → bain de fonte liq. → oxyd. éléments indésirables
1300°C fonte liquide → 1600°C (acier liquide).

2. Raffinage

I procédés physiques

méthodes classiques de séparation solide - liquide - vapeur :
distillation (Zn, Mg, Cd, Hg), sublimation (Hg), cristallisation (Al, Fe, Cu)

II procédés chimiques

- purification de certains métaux de transition par formation de métaux carbonyles $M_x(CO)_y$ ex : Procédé Mond : $Ni + 4CO \rightarrow Ni(CO)_4$
Formation d'halogénures volatils (procédé Van Arkel)
→ meilleurs sont en général les iodures → rédécomposition thermique assistée
ex : $Ti + 2I_2 \rightarrow TiI_4$

III Procédés électrochimiques

- électrolyse à potentiel contrôlé d'un sel métallique
- technique de l'anode soluble : le métal à purifier constitue l'anode et le métal pur se décompose sur la cathode. ⇒ procédé pour métaux : Cu, Fe, Zn, Pb, Al ...

3. Suraffinage

Trois métaux :

I Fer
II Aluminium
III Titane.

I Le Fer

- 2ème métal utilisé, 1er produit (Al 8%)
- présence importante : 4ème, 9
- rôle biologique (hémo G)
- Métal gris argenté
- Z : 26, [Ar] $3d^6\ 4s^2$ ...

- Métal le ⊙ abondant de l'écorce terrestre
Toujours assez forme oxydée (latérites ...)
Métal réducteur $E^\circ = -0{,}44$ V
Même qlq que Ga ...
Propriétés :
- structure c.f.c, blanc, bleuté
- non toxique, tenace, malléable
- faible mc (7,87 g.cm⁻³)
→ caractéristiques conductivité élec et T
- faible dimensions ⇒ résistant T

Quatre oxydes de fer

1. FeO :
(Fe^{2+} faible qté)

2. Fe_3O_4 :
oxyde conducteur (échange d'e^- entre +II et +III) → magnétique

3. Fe_2O_3 : (r, q)
Oxydation $Fe^{II} \rightarrow Fe^{3+}$
r : bandes magnétiques
q : pigment, polissage

4. Oxydes mixtes
chauffage d'un carbonate métallique avec Fe_2O_3
→ propriétés magnétiques

La métallurgie du Fer

1. La sidérurgie — 1ère industrie de base

métallurgie des alliages à base de fer (aciers)
Fe : métal bon marché, qualités mécaniques, soudage
recyclage : ✓ : corrosion
→ Automobile, bâtiment ...

grisements rides : Cr, Sn, Ni, Au

2. des matières premières

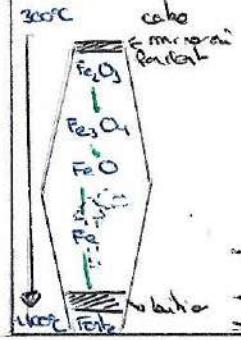
Minerais : + oxydes de fer, associés à gangue
et oxydes Ca, Al, Si, Mg
→ Traitements mécaniques
→ Traitements thermiques → grains ≈ 15-35 mm ✓

- réducteur : coke métallurgique → 1700°C à étalon sensible

3. du haut fourneau

principe : - Réduction des oxydes en fonte
- Transformation de la gangue en laitier

Réduction oxydes à partir de 500°C → incorporation → fonte
gangue → silico-aluminates de Ca (laitier) → épurer la fonte



4. Réduction des oxydes
- 300-400°C :
$3Fe_2O_3 + CO \rightarrow 2Fe_3O_4 + CO_2$
- T > 500°C :
$Fe_3O_4 + CO \rightarrow 3FeO + CO_2$
$FeO + CO \rightarrow Fe + CO_2$

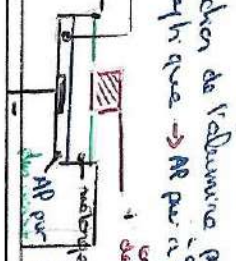
5. Affinage de la fonte
- Élimination de C, Mn, Si ... → oxydation par O_2 pur au bain
- Ajouts éventuels d'additifs (aciers : Cr, Ni, W, Mo, V, Co, Cu, Ti, Nb, B, Zr, Ce, N, S, P) (aciers magnétiques)
- recuit ou trempe

Réduction de l'alumine Al_2O_3 : Procédé électrolytique

Deux étapes

1. obtention alumine → purif. bauxite
→ Procédé Bayer : - broyage bauxite
- attaque NaOH à 150°C
→ transformation en aluminates solubles : $[Al(OH)_4(H_2O)_2]^-$
Précipitation impuretés.

2. Réduction de l'alumine par procédé électrolytique → Al pur à 99,8% à 950°C



Purification :
a. par "chlore" : insufflation de chlore sec → transfert des impuretés qui se combinent à Cl
b. procédé des trois couches : électrolyse d'un bain de cryolithe cathode graphite - Anode Cu (Al pur)
→ Al pur à 99,99% à la sortie du bain
c. fusion de zone : Al très pur (10⁻⁴% d'impuretés)
T° : température ≈ 1100°C. On bombarde par fond petit à petit en chauffant zone par zone

Applications :
- Emballages de produits alimentaires
- Aluminotherme
- peintures
- réflecteurs
- alliages ex : Al-Li
Alumine : réfractaire, abrasif, céramique
→ briquetage, bijoux
Alum : $AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$
papier, textile, épuration des eaux