**LES METAUX FERREUX**

1. **MINERAIS DE FER**

Le fer est un, métal qui entre dans une forte proportion dans la constitution de notre planète. Le fer se rencontre dans la nature sous forme d’oxydes, c'est-à-dire d’un mélange riche d’un seul ferreux et de gangue terreuse formée de silice, de chaux, d’alumine, de soufre, de phosphore, de manganèse. Cette gangue suivant sa composition peut être soit acide (silice), soit basique (chaux).

Les principaux minerais exploités sont :

1. Les sulfures : pyrite de fer FeS2, marcassite
2. Les carbonates : fer spathique ou sidérose FeCO2 cristallisé, fer lithoïde FeCO3 non cristallisé
3. Les oxydes :

 a) oxyde magnétique ou magnétite Fe3O4 ;

 b) oxyde ferrique Fe2O3, Hématite

c) oxyde ferrique hydraté 2 Fe2O3 3H2O

Les minerais de fer sont exploités soit à ciel ouvert, soit dans des mines. Cette exploitation est rentable lorsque le minerai contient plus de 30% de fer.

1. **PRINCIPE DE LA METALLURGIE DES PRODUITS FERREUX**

**1°** les minerais sont tous transformés en oxydes :

Les sulfures par grillage à l’air

**2FeS2 +HO Fe2O3 Fe2O3 + 4SO2**

Les carbonates par calcinations soit à l’air soit dans des fours

**2FeCO3 +O Fe2O3 + 2CO2**

**-2°** Les minerais sont ensuite concassés, broyés, triés, puis agglomérés en briquettes pour faciliter leur manutention et leur chargement dans les hauts fourneaux.

**3°** Les oxydes sont réduits à haute température par un réducteur. Le carbone, sous forme de coke ou d’oxyde de carbone, est le seul réducteur pouvant être utilisé industriellement à bon compte.

**Fonte (mélange fer + carbone**

**Gangue terreuse + impuretés(S,P)**

**Gaz CO, CO2, H, N**

 **On a : oxydes + réducteur =**

**4°** La gangue (silicates, silice, calcaire) et les impuretés sont éliminées par la présence d’un fondant qui est un corps transformant la gangue en silicates fusibles

**Gangue + fondant = laitier fusible**

Le laitier est décanté par différence de densité avec la fonte liquide.

Le fondant est à base de silice pour les minerais calcaires et du carbonate de calcium (castine) pour les minerais siliceux.

1. **ELABORATION DE LA FONTE**

La réduction des oxydes de fer donne un mélange de fer et de carbone appelé fonte de première fusion. Cette opération se fait dans un four vertical : **le haut fourneau**

Gueulard

**Creuset**

**Etalage**

**Ventre**

**Cuve**

 Description

**Différentes parties d’un haut fourneau**

 Extérieurement il est enveloppe par une armature métallique et entouré de passerelles qui rendent accessibles ses différents étages. Des ascenseurs et de multiples appareils de levage permettent d’amener les matières premières, minerais, combustibles, fondants, à la partie supérieure.

L’intérieur a la forme d’un double tronc de cône dont les éléments se raccordent par leur grande base sur une partie cylindrique.

En haut se trouve le gueulard obturé par l’appareil de chargement, puis la cuve où s’élabore la réduction du minerai.

Dans la partie la plus large, le ventre, commence la carburation du fer et sa transformation en cémentite Fe3C.

Au dessous, dans les étalages, s’opère la fusion. Celle-ci est activée par l’air provenant des tuyères au niveau desquelles la température atteint 1800°C.

Enfin, au fond, le creuset cylindrique reçoit le métal en fusion. La fonte s’écoule par son orifice inférieur et le laitier qui surnage est évacué plus haut par une tuyère spéciale.

Les gaz s’échappent par des conduits latéraux situés à la partie supérieure.

Le haut fourneau repose sur un massif en maçonnerie ; il est soutenu par des colonnes.

Le fond et les parois sont faits en briques réfractaires.

LES FONTES

Les fontes produites dans le haut fourneau sont des alliages fer/carbone, dont le pourcentage de ce dernier est supérieur à 1,7% selon la norme AFNOR.

Classification des fontes

Selon l’interprétation des diagrammes fer/ cémentite et des diagrammes fer/graphite, on distingue deux types de fontes :

A- Fonte blanche

En se basant sur l’interprétation du diagramme fer/ cémentite Elle est obtenue suite à un refroidissement relativement rapide.

La fonte blanche a une faible teneur en silicium (inférieure à 1%). De ce faite le carbone de la fonte ne cristallise plus au refroidissement sous forme de graphite, mais s’allier au fer pour donner du carbure de fer. Sa cassure est blanche en raison de la présence des cristaux de fer et de carbure de fer.

Très dure et très fragile, la fonte blanche sert surtout à la fabrication de pièces travaillant au frottement et ne peut s’usiner qu’à l’outil en carbure, ou à la meule. Elle se transforme facilement en fonte malléable.

Fonte malléable.

Les pièces en fonte malléable, d’abord coulées en fonte blanche, subissent un traitement destiné à leur donner la malléabilité et la résilience des aciers.

***Premier procédé : Malléable européenne à cœur blanc.***

Les pièces coulées sont transformées en acier par l’action à chaud de l’oxygène d’un oxyde de fer qui brule une grande partie du carbone. Pour que l’action de l’oxygène puisse s’exercer, les pièces doivent être minces.

Ces pièces sont mises dans des caisses en fonte, bien enrobées d’oxydes de fer.

Les caisse sont ensuite introduites dans des fours portés à des températures de 950°C pendant 90heures, puis refroidies lentement.

***Deuxième procédé : Malléable américaine à cœur noir***

Les fontes choisies sont à faibles carbone (2 à 2,5%) et leur pourcentage de silicium est assez élevé (1 à 1,2%).

Les pièces sont mises au contact avec des matières neutres ( vieux minerais, scories broyées) dans des caisses maintenues dans des four à la température de 875°c pendant 60heures.

Le carbone, sous l’action de ce recuit, précipite à l’état de graphite extrement fin et très uniformément réparti entre les cristaux de fer. Le cœur de la pièce apparait noir. Le métal est devenu malléable.

Par ce procédé, on peut donc malléabiliser des pièces de plus forte épaisseur

B- Fontes Grises ou mécaniques.



La fonte grise contient une assez forte proportion de carbone (de 3 à 4%) ; elle a une teneur en silicium assez élevée ( 1,5 à 2,5 %).

Grace à la présence du silicium, le carbone de la fonte se trouve, en majeure partie à l’état de graphite. C’est la présence des cristaux de graphite qui donne sa teinte grise à la cassure de la fonte.

Les fontes grises sont assez peu résistantes aux efforts de traction, mais elles peuvent supporter des efforts de compression élevés. Elles se moulent très bien et s’usinent facilement. La présence du graphite explique que l’on puisse travailler la fonte à l’outil sans lubrification.

Ces fontes, fragiles et peu malléables, ne peuvent ni se forger, ni se laminer.

Au refroidissement dans le moule, la surface extérieure (la croûte) se durcie et devient très difficile à attaquer à l’outil. Ce phénomène peut être expliqué par la formation au moment du refroidissement rapide, de cristaux de carbure de fer Fe3C. Comme tous les carbures, Fe3C est très dur et cassant.

Lorsqu’on usine la pièce la pièce, il faut éviter de faire frotter les outils sur cette partie durcie, aussi :

1° le dessinateur doit prévoir une surépaisseur d’usinage de 3mm, supérieure à l’épaisseur de la croûte.

2° l’ouvrier devra faire une passe d’ébauche assez épaisse pour enlever la prtie durcie d’un sel coup, diminuer la vitesse de coupe avec l’utilisation des outils en carbure métallique.

**Désignation normalisée des alliages ferreux (AFNOR)**

1. **Fontes**
2. Fontes grises

Désignation exemple **: Ft 20**

 Symbole de la fonte grise Résistance à la rupture

1. Fontes malléables

**Désignation** exemple **MB 35 10**

Symbole de la fonte malléable Allongement %

Désignation de la texture

B à cœur blanc Résistance à la rupture

N à cœur noir