

Chapitre 4

Désignation et propriétés des matériaux

Introduction

Les matériaux utilisés sont rarement purs ou des mélanges parfaitement homogènes, mais le plus souvent sous forme d'alliages qui ont des désignations normalisées. La désignation des matériaux est soumise à des « normes » qui permettent de retenir un codage utilisé par les industriels. Ces normes évoluent et il faut évoluer avec elles.

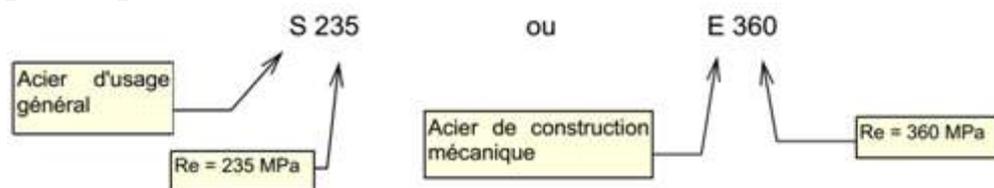
2. Désignation normalisée des alliages

2.1-Alliages ferreux

2.1.1-Les aciers (norme NF EN 10025)

- Aciers d'usage général (ex. : S235, E360)
- Aciers à outils (ex. : 42Cr Mo 4, 100 Cr 6)
- Les aciers de traitement thermique (ex. : C 50, 20 Ni Cr 6, 42 Cr Mo 4)
- Aciers inoxydables (ex. : X 30 Cr 13, X 5 Cr Ni 18-10)

❖ Classification par emploi

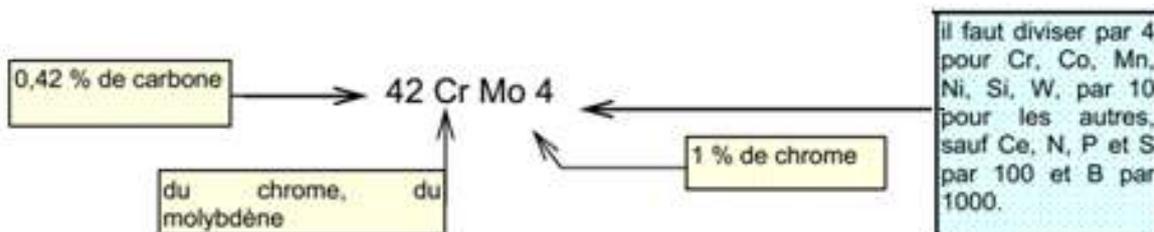


❖ Classification par composition chimique

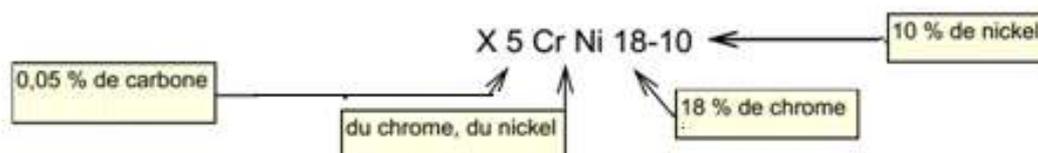
Les aciers non alliés (teneur en manganèse inférieure à 1 %)



Les aciers faiblement alliés (teneur en manganèse supérieure à 1 %, teneur de chaque élément d'alliage inférieure à 5 %)



Les aciers fortement alliés (teneur d'au moins 5 % pour un élément d'alliage)



2.1.2-Les fontes

• Les fontes à graphite lamellaire

Désignation numérique : EN-JL 1020 ← Code numérique

Désignation symbolique : EN-GJL 100 ← Résistance minimale à la rupture en traction en MPa

• Les fontes malléables et les fontes à graphite sphéroïdal

Désignation numérique : EN-JM 1050, EN-JS 1020

Désignation symbolique : EN-GJMW-450-7 Fonte malléable à cœur blanc

450 : Résistance minimale à la rupture en traction en MPa

7 : pourcentage de l'allongement après rupture

EN-GJMB-300-6, Fonte malléable à cœur noir

EN-GJS-700-2 Fonte à graphite sphéroïdal

2.2-Alliages non ferreux

2.2.1 Aluminium et ses alliages

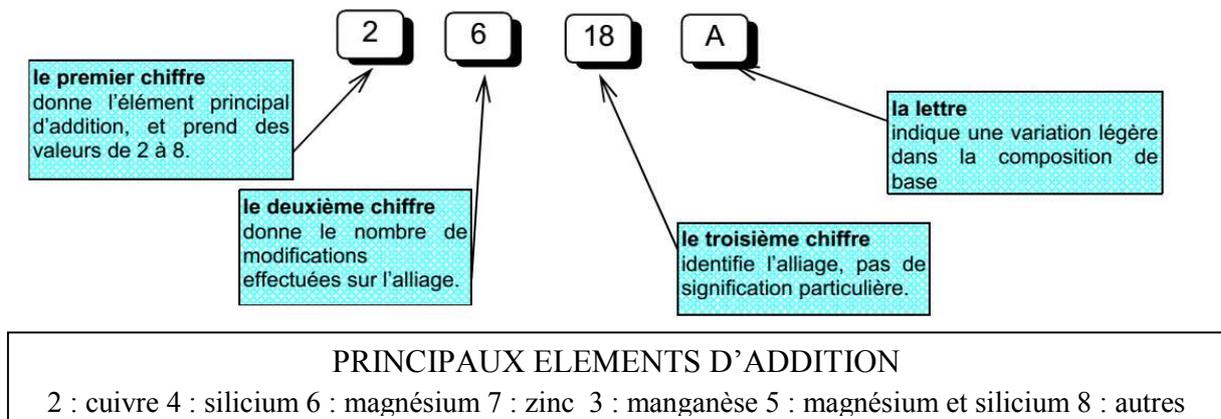
❖ La désignation des alliages d'aluminium de fonderie

La norme NF EN 1780 impose une désignation numérique des alliages d'aluminium de fonderie qui peut être éventuellement suivie d'une désignation par symboles chimiques.

Exemple : EN AB 44 200 [Al Si 12]

❖ La désignation des alliages d'aluminium corroyés (corroyage : forgeage à chaud de barres ou de tôles)

La norme NF EN 573 définit les règles de désignation des produits destinés à être transformés par corroyage. La désignation des alliages d'aluminium comprend un nombre de 4 chiffres et une lettre dont la définition est donnée ci-après :



2.2.2 - Cuivre et ses alliages

Les principales qualités du cuivre sont : une très bonne conductibilité électrique et thermique, une résistance convenable à l'usure. Ils sont cependant sensibles à la corrosion et sont chers. Ses domaines d'application exploitent directement ces propriétés puisqu'on utilise presque la moitié de la production mondiale de cuivre pour du matériel électrique (conducteur, transformateur, moteurs électriques...).

Le reste de la production est principalement utilisé pour les tuyaux à eau, la plomberie, les pompes et les vannes...

Associé à l'étain ou à l'aluminium, il possède de bonnes propriétés de surface (résistance à l'usure et au frottement), on l'utilise comme palier de guidage, comme pignon...

Température de fusion : 1 080 °C,

Désignation : code numérique (exemple : CW453K) ou symboles chimiques (Cu Sn 8)

• Quelques alliages de cuivre

noms	désignation	R (MPa)	remarques
Laitons	Cu Zn20	200-260	bonnes qualités de frottement - mise en œuvre aisée
	Cu Zn23 Al4	500	excellentes caractéristiques mécaniques - fonderie
Cupro-aluminiums	Cu Al11 Ni5 Fe5	740-800	excellente résistance à la corrosion - inoxydable à haute θ° utilisé en construction navale
	Cu Al9	500	
Cupro-nickels	Cu Ni10 Fe1 Mn	300-350	utilisé en construction navale
Bronzes	Cu Sn 5	340-390	très bonne tenue aux frottements
	Cu Sn7 Pb6 Zn4	220	aptitude à l'étanchéité - excellentes propriétés de fonderie

2.2.3 - Zinc et ses alliages

Les principaux avantages des alliages de zinc sont leur faible température de fusion ($\sim 420^\circ\text{C}$) et leur excellente coulabilité. Ils sont donc principalement destinés à la fonderie, ce qui permet d'obtenir des pièces de forme très complexe et d'épaisseur très mince ($\sim 0,4\text{mm}$). Leur faible coût de revient permet de concurrencer les alliages d'aluminium ou de cuivre et même souvent les matières plastiques. On utilise largement les alliages de zinc dans l'automobile (carburateur, pompe à essences...), dans l'électroménager, en quincaillerie et en mécanique de précision (appareils photographiques, horlogerie...)

Les principaux alliages de zinc sont les zamaks qui contiennent 4 % d'aluminium, 0,04 % de magnésium et 1 % de cuivre ou pas du tout.

Exemple de désignation du zamak 3 : Z - A4G, et du zamak 5 : Z - A4 U1 G.

2.3. Les plastiques :

Un plastique est un mélange dont le constituant de base est une résine ou polymère, à laquelle on associe des adjuvants (plastifiants, antioxydants...) et des additifs (colorants, ignifugeants).

1. Les thermoplastiques :

Très nombreux, ils sont les plus utilisés. Ils ramollissent et se déforment à la chaleur. Ils peuvent en théorie, être refondus et remis en œuvre un grand nombre de fois (comportement thermique comparable aux métaux).

Exemples : **ABS**, **PMMA** (poly méthacrylate de méthyle), **PTFE** (polytétrafluoroéthylène), **PP** (polypropylène), **PS** (polystyrène).

2. Les thermodurcissables :

Ils ne ramollissent pas et ne se déforment pas sous l'action de la chaleur. Une fois créés, il n'est plus possible de les remodeler par chauffage.

Exemples : **EP** (époxyde), **UP** (polyester), **PUR** (polyuréthane).

3. Les élastomères :

On peut les considérer comme une famille supplémentaire de polymères aux propriétés très particulières. Ils sont caractérisés par une très grande élasticité.

Exemples : **NBR** (nitrile), **EPDM** (éthylène propylène), **SBR** (styrène butadiène).

2.4. Les composites :

Ils sont composés d'un matériau de base (matrice ou liant) renforcé par des fibres, ou agrégats, d'un autre matériau.

En renfort, on utilise la fibre de verre (économique), la fibre de carbone (plus coûteuse) et enfin les fibres organiques (kevlar).

Mais comme exemples familiers de matériaux composites, on peut citer le béton armé (béton + armature en acier), les pneumatiques (élastomère + toile et fils d'acier), ...

3-Préparation métallographique et microscopie optique

3.1- Définition

La métallographie est la technique consistant à déterminer la structure d'un métal en l'observant avec un microscope optique.

On peut déterminer ainsi, selon les cas :

- la taille et la forme des cristallites (ou grains) ;
- la répartition des phases ;
- la direction des lignes de glissement (intersection des plans de glissement avec la surface),.

3.2-Méthode de préparation

Pour avoir des informations sur la microstructure, il faut généralement une préparation soignée qui comporte plusieurs étapes.

➤ Débitage

L'échantillon est coupé à l'aide d'une scie ou d'une meule. le plus doucement possible en lubrifiant un maximum de telle sorte que l'échantillon ne présente pas d'échauffement ou de déformation qui peuvent brouiller ou modifier la microstructure et qui donc rend l'échantillon non-représentatif de la vraie microstructure de celui-ci.

L'échantillon doit être représentatif du matériau de l'objet qu'il représente. L'objet doit être découpé, afin que l'on puisse le mettre en place sur le microscope, mais aussi pour observer la structure en un endroit voulu.

➤ Pré polissage et Polissage

On cherche généralement à observer des détails de l'ordre du micromètre, il faut donc polir pour que les rayures soient plus petites. On utilise successivement pour cela des papiers abrasifs de plus en plus fins, puis on utilise une pâte ou une solution contenant du diamant, de l'alumine ou de la silice ; si les détails sont encore plus petits, on peut recourir à un polissage électrolytique.

➤ Mise en évidence de la microstructure

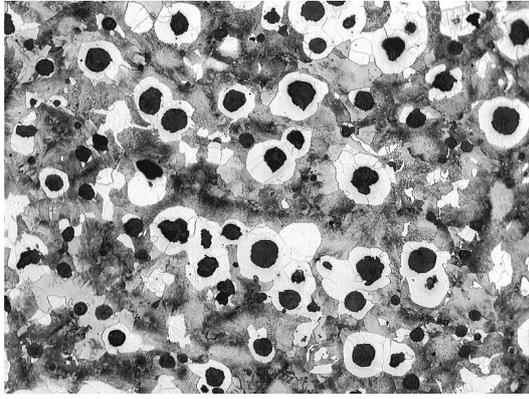
En général, on effectue une attaque chimique de la surface pour révéler la structure, notamment les joints de grains, les phases, les inclusions, etc. On utilise fréquemment des acides forts ou des procédés électrochimiques, dans des conditions telles que la réaction est plus rapide ou plus forte aux joints de grain (en raison de la tension superficielle). Pour révéler la structure, on peut aussi utiliser une oxydation anodique : si la couche d'oxyde croît de manière différente selon l'orientation cristalline, on peut facilement distinguer les différents cristallites. On utilise aussi parfois un choc thermique pour provoquer des fissures entre les grains (rupture inter granulaire) visibles au microscope.

➤ Analyse et interprétation de la microstructure

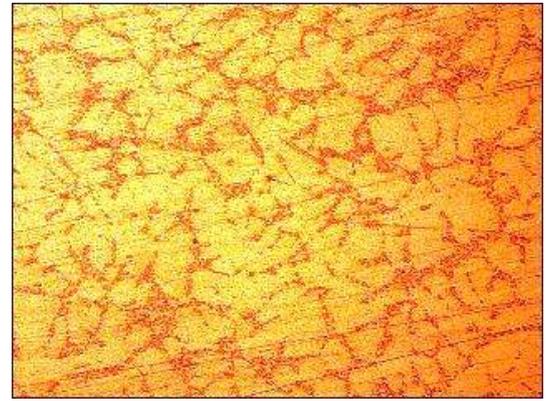
Mettre l'échantillon sous la loupe de microscope optique , régler et positionner l'échantillon sur la zone à observée , l'observation optique peut être suivie d'une observation au microscope électronique à balayage.

Le grossissement adopté pour ce type d'examen est de l'ordre de : x100 , x200,x400....

On peut utiliser des atlas métallographiques de référence pour caractériser la pièce à contrôler par rapport à des images types.



Micrographie d'une fonte à graphite sphéroïdal.



Micrographie (grossissement x122) d'un alliage d'aluminium EN AC-ALSi7Mg0,6

4- Méthodes de sélection des matériaux.

Lors de la conception du produit, le concepteur va choisir un matériau qui répond aux critères imposés par le cahier des charges fonctionnelles.

