

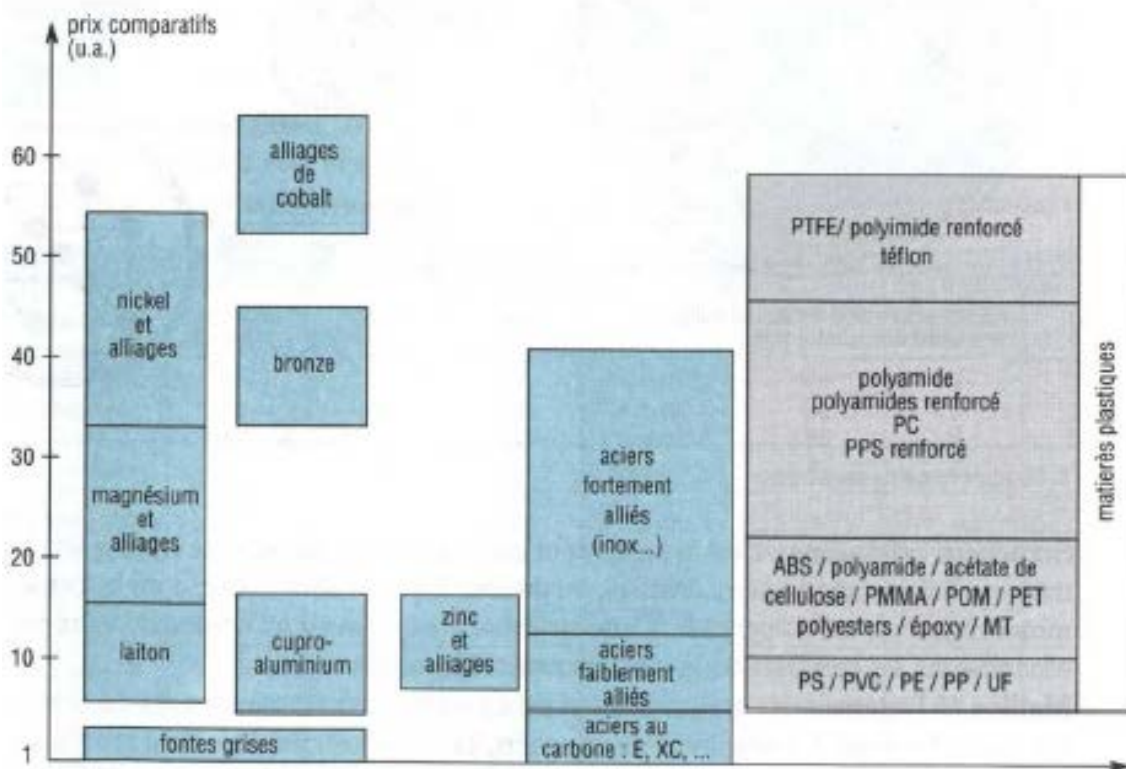
Les objets qui nous entourent, que nous manipulons quotidiennement sont tous constitués d'une matière choisie pour sa bonne adaptation à la fonction de l'objet en question et au procédé utilisé pour conférer à l'objet la forme souhaité.

La réussite technique et le succès commercial d'un produit dépendent en grande partie des matériaux choisis.

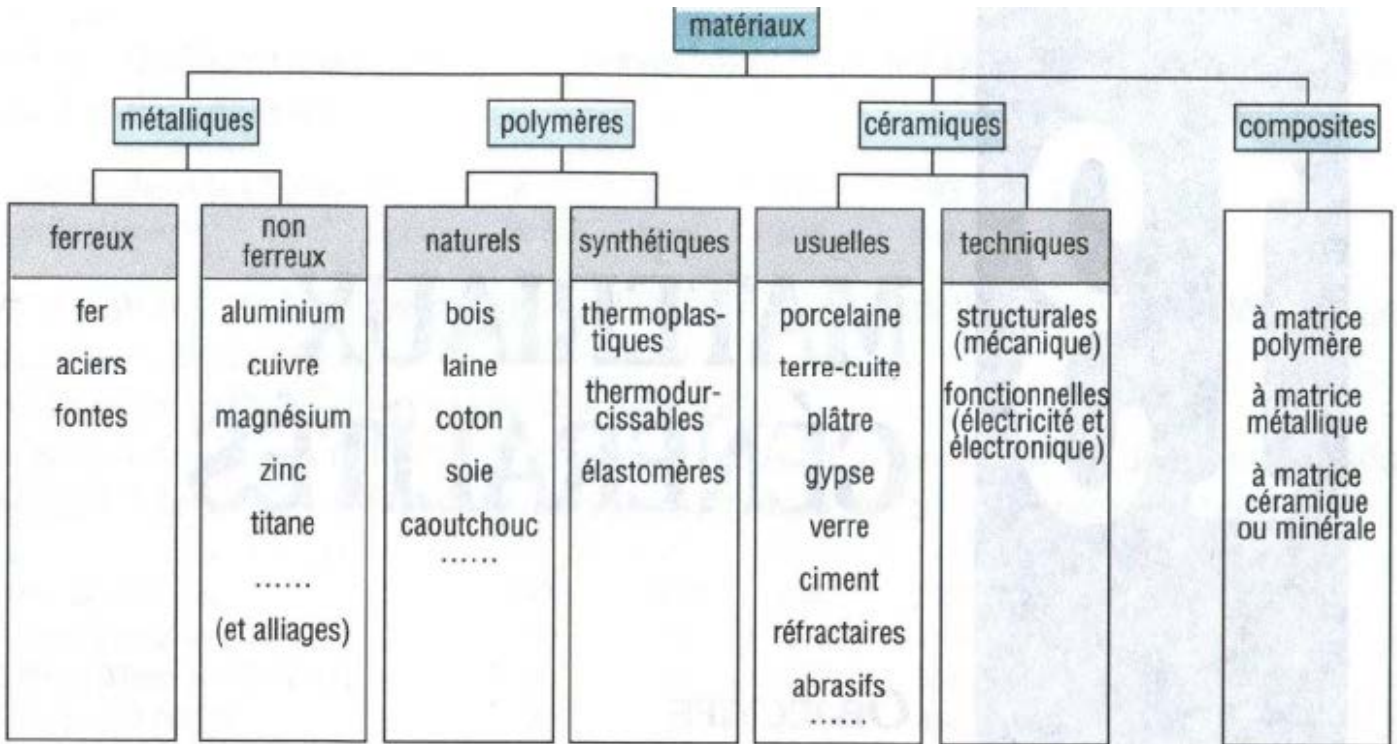
### 1 Critères de choix des matériaux :

Caractéristiques mécaniques	Caractéristiques physico-chimiques	Caractéristiques de mise en œuvre	Caractéristiques économiques
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limite élastique.</li> <li>- Module d'élasticité.</li> <li>- Masse spécifique.</li> <li>- Limite de fatigue.</li> <li>- Ténacité,</li> <li>- etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comportement à la corrosion.</li> <li>- Vieillessement.</li> <li>- Neutralité vis-à-vis d'un agent chimique,</li> <li>- etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formabilité.</li> <li>- Usinabilité.</li> <li>- Soudabilité.</li> <li>- Trempabilité.</li> <li>- Cycles de polymérisation,</li> <li>- etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prix.</li> <li>- Disponibilité.</li> <li>- Expérience industrielle,</li> <li>- etc.</li> </ul>

Prix comparatif (au kilo) des principaux matériaux (usa : unité arbitraire) :

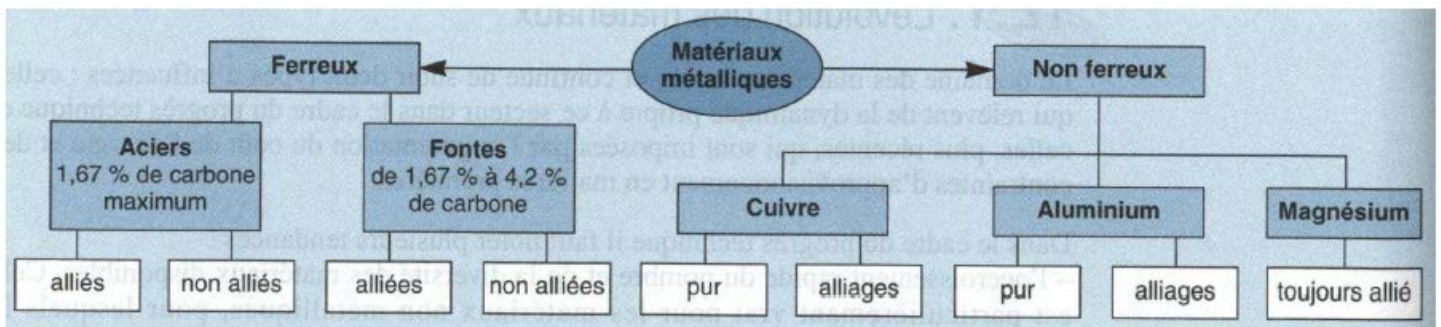


## 2 Principales familles de matériaux.



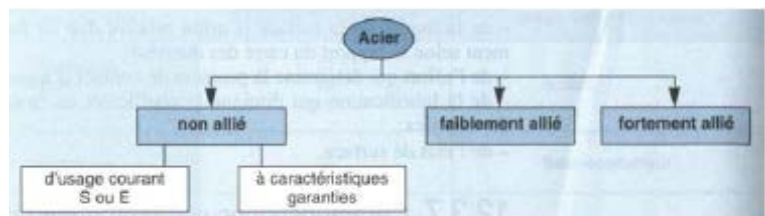
## 3 Les matériaux métalliques.


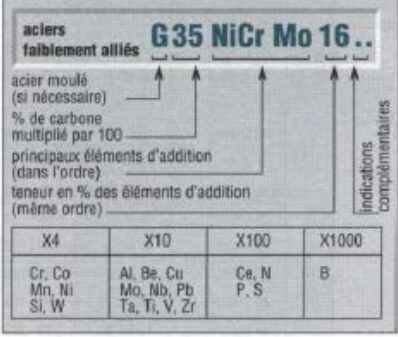
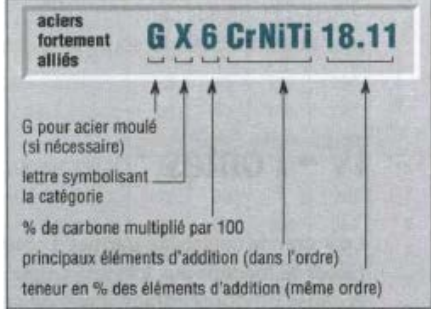
Les matériaux métalliques sont rarement utilisés "purs", nous les rencontrons plus souvent sous forme d'alliage. Un alliage est réalisé par combinaison d'atomes de métal différent. Cela a pour effet de modifier la structure cristalline du métal de base.



### 3.1 Les matériaux Ferreux

#### 3.1.1 Les aciers



Aciers non alliés au carbone d'usage Général	Aciers faiblement alliés	Aciers fortement alliés
<p>Classification par emplois (S, E):</p> 	<p>Pour ces aciers, aucun élément d'addition ne peut dépasser 5%. Ils sont choisis là où une grande résistance est exigée. Ils peuvent être utilisés en l'état ou avec un traitement thermique.</p> 	<p>Pour ces aciers, un élément d'addition au moins, dépasse la teneur de 5%. Ils sont destinés à des usages particuliers (Inoxydables, aciers rapides.....)</p> 

### 3.1.2 Les fontes

Leur grande coulabilité permet d'obtenir des pièces de fonderie aux formes complexes. Du fait du pourcentage élevé en carbone (entre 2 et 4%), elles sont généralement assez fragiles, peu ductiles et difficilement soudables.

a- Les fontes à graphite lamellaire : EN-GJL (ex "FGL")

- Bonne coulabilité
- Bonne usinabilité.
- Grande résistance en compression
- Grande capacité d'amortissement des vibrations.



b- Les fontes à graphite sphéroïdal: EN-GJS (ex "FGS")

- Ductilité
- Usinabilité
- Résilience.

c- Les fontes malléables : EN-GJMW et GJMB (ex "FMB" et "FMN")

- Propriétés mécaniques proche de celles de l'acier.
- Moulage en faibles épaisseurs. Usinabilité.

### 3.2 Les métaux non ferreux

Ils jouent un rôle essentiel en technologie et leurs diverses propriétés intéressent de nombreux concepteurs. Bien que plus coûteux, ils se distinguent des aciers par les propriétés suivantes :

- Résistance à la corrosion,
- facilité de fabrication,
- conductivité électrique,
- conductibilité thermique,
- légèreté,
- résistance aux températures élevées,
- couleur.

Chacun des métaux non ferreux possède au moins deux de ces propriétés en même temps.

Ils sont souvent caractérisés par une température de fusion basse, ce qui facilite le moulage ; une grande ductilité avec une limite élastique peu élevée, ce qui favorise la déformation à froid et une bonne usinabilité (basses vitesses de coupe...). Seules, la résistance mécanique et la soudabilité sont inférieures à celles des aciers.

#### Les principales familles (avec leurs alliages) sont :

L'aluminium, le magnésium, le titane, le cuivre, le zinc (alliages : Zamak, ..), le nickel, le cobalt.

Les métaux réfractaires (le tungstène (W), le molybdène (Mo), le tantale (Ta), le niobium (Nb)).

Les métaux précieux (l'or (Au), l'argent (Ag) et le platine (Pt)).

La plupart de ces matériaux sont commercialisés sous plusieurs formes ou dans des états métallurgiques différents (brut, recuit, écroui, durci), l'utilisateur choisissant l'état de livraison qui lui convient.

#### 3.2.1 L'aluminium et ses alliages

Principales applications : transports (aéronautique, automobile...), génie civil, génie électrique, containers, emballages, composants mécaniques (fonderie...), etc. Par exemple, près de 70% de la masse d'un avion de ligne est constitué d'aluminium.

Principales caractéristiques :

- bas point de fusion 658°C
- assez léger : densité 2,7
- de bonnes propriétés électriques
- bonne conductibilité thermique
- bon résistance/poids, résistance à la corrosion.



**Inconvénients :** faibles résistances à l'usure et à la fatigue.

**Avantages :** Sa mise en œuvre est assez facile par un grand nombre de procédés : laminage, moulage, forgeage, formage, filage, étirage, extrusion, métallurgie des poudres, usinage...

Deux grandes familles :

- les aluminiums corroyés, obtenus par déformation plastique (laminage...)

- EN AW ....

- les aluminiums pour la fonderie :

EN AB ... (B : lingot de refusions) , EN AC .. (C : pièce moulée)

EN AM... (M : Alliage mère)



### 3.2.2 Le cuivre et ses alliages

Utilisé depuis plus de 6 000 ans, c'est la plus importante famille de métaux non ferreux après l'aluminium. Le cuivre est utilisé pur principalement pour des usages électriques mais aussi thermiques.



La plupart des nuances sont faciles à mouler (moule métallique permanent ou moulage sable) et en grande série et en pièce unitaire.

Il existe plus de 200 alliages de cuivre, les principales familles sont :

→ Les laitons : Cu + Zn (jusqu'à 42%).

L'addition de zinc, diminue le prix de base, augmente la résistance à la rupture (Rr) et l'allongement pour cent A%, et diminue la température de fusion.

→ Les bronzes : Cu + Sn (de 4 à 22%).

Propriétés : résistance à la corrosion, bonnes qualités frottantes et aptitude au moulage.

→ Les cupronickels: Cu + Ni

Utilisations : pièces de monnaie, résistances électriques...

→ Les cuproaluminiums: Cu + Al (entre 10 et 11%).

Surtout utilisés en fonderie, ils ont de bonnes caractéristiques mécaniques et une bonne résistance à la corrosion (applications en génie maritime).

→ Les maillechorts: Cu + Ni + Zn

Utilisations : articles ménagers, pièces d'orfèvrerie et de décoration, argenterie, appareillages électriques (relais, contacts...), etc...



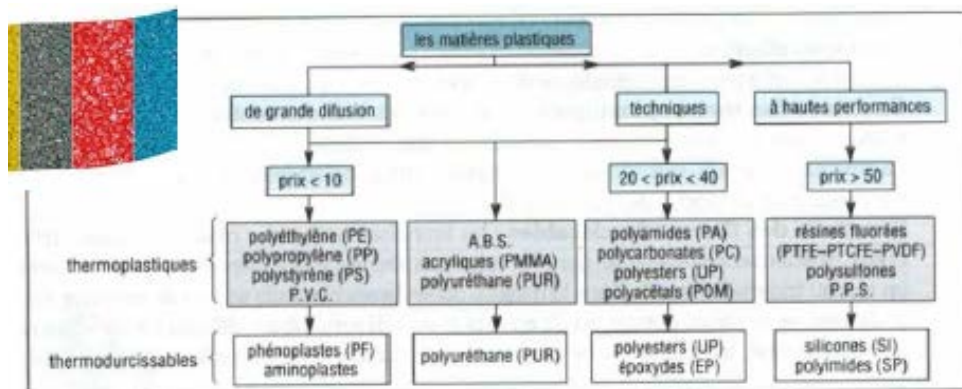
## 4 Les polymères.

Produite essentiellement à partir du pétrole les matières plastiques sont présentes

Partout (automobile, aéronautique, biens de consommation et d'équipement, bureautique, emballages, ...).

La bakélite (1909) est le plus ancien des plastiques entièrement synthétiques.

Les plastiques ou "polymères" sont élaborés par synthèse chimique à partir de molécules de base : les monomères.



Remarque : ABS : acronytrile-butadiène-styrène.

Principales caractéristiques :

- Faible densité (0.9 à 2.2). Pas d'oxydation.
- Bonnes qualités d'isolation électrique et thermique.
- Rapport volume/prix intéressant.



→ Bonne résistance à un grand nombre de produits chimiques.

Le comportement mécanique des plastiques est différent de celui des métaux. Il dépend de la structure, de la composition, du mode de fabrication, de la forme de la pièce de la température et de l'humidité.

**Inconvénients** : Parfois inflammables. Sensibles aux ultraviolets, à l'humidité.

Le recyclage n'est pas très facile.

#### 4.1 Les thermoplastiques :

- C'est la famille la plus utilisées. Ils représentent près de 90% des applications des matières plastiques. Ils ramollissent et se déforment à la chaleur.
- Ils peuvent en théorie, être refondus et remis en œuvre un grand nombre de fois.
- En les comparant aux thermodurcissables, les thermoplastiques sont moins fragiles, plus faciles à mettre en œuvre (machine à injecter et cadences élevées) et permettent de réaliser des pièces ayant des formes complexes. Ils sont insensibles à l'humidité, aux parasites et peuvent être fabriqués dans une gamme de couleurs très étendue. Par contre ils ont tendance à fluer, génère des retraits lors du moulage, sont combustible et sensible aux UV.

Exemple : polyéthylène, polypropylène, polystyrène, PVC.

#### 4.2 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. Au moment de la mise en œuvre, ils ramollissent dans un premier temps, puis durcissent de manière irréversible sous l'action prolongée de chaleur.
- Ils présentent une bonne tenue aux températures élevées (> 200°C), aux attaques chimiques, une meilleure résistance au fluage que les thermoplastiques, faible retrait au moulage et une bonne rigidité pour un prix de matière première peu élevé.



Cependant leur mise en œuvre moins pratique et plus lente que les thermoplastiques (pas de moulage par injection et cadences de fabrications assez faibles).

**Exemple** : phénoliques, époxydes...

**Remarque** : certaines matières comme le polyester existent sous la forme de thermoplastique et de thermodurcissable.



#### 4.3 Les élastomères ou "caoutchoucs"

Ils sont caractérisés par une très grande élasticité.

Ils sont également obtenus par synthèse chimique.

Ils possèdent des propriétés comparables à celles du caoutchouc naturel.

Applications : pneumatiques, courroies, tapis, tuyaux, amortisseurs, joints d'étanchéité, ...

Principales familles :

Les élastomères vulcanisés :



Ce sont les plus traditionnels.

La vulcanisation consiste à incorporer du soufre dans le caoutchouc afin d'améliorer la résistance tout en maintenant l'élasticité. Ils peuvent être extrudés ou moulés.

Les élastomères thermoplastiques : plus récents, ils ont les qualités des élastomères vulcanisés haut de gamme avec en plus la simplicité de mise en œuvre des plastiques thermoplastiques (moulage par injection, pas de vulcanisation).

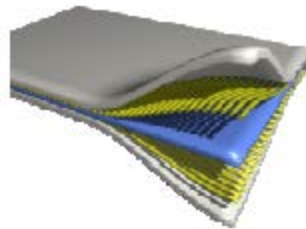
## 5 Les matériaux composites

Le matériau composite est un assemblage d'au moins deux matériaux non miscibles (mais ayant une forte capacité d'adhésion).

Les deux corps, de structure différente, ne se mélangent pas (structure hétérogène) au contraire d'un alliage (structure homogène). Le nouveau matériau ainsi constitué possède des propriétés que les éléments seuls ne possèdent pas.

Néanmoins, la description fine des composites reste complexe du point de vue comportement mécanique.

→ Le matériau de Composite :  
**Matrice + Renfort.**



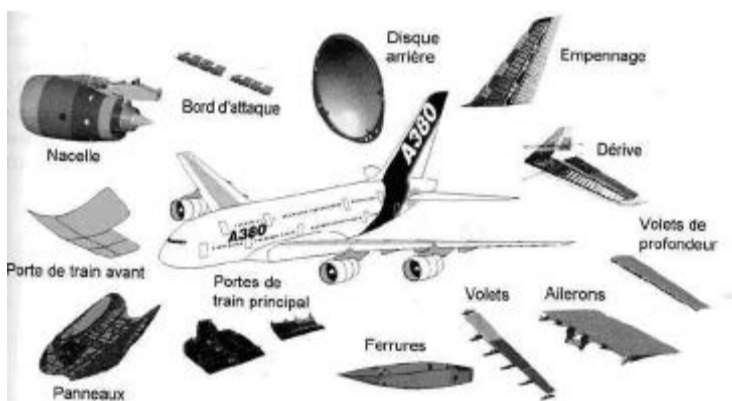
→ Par exemple, le béton armé :  
**Ciment et ossature en acier**

Un matériau composite est constitué d'une ossature appelée renfort qui assure la tenue mécanique et d'une protection appelée matrice qui est généralement une matière plastique (résine thermoplastique ou thermodurcissable) et qui assure la cohésion de la structure et la retransmission des efforts vers le renfort.

Il existe aujourd'hui un grand nombre de matériaux composites que l'on classe généralement en trois familles en fonction de la nature de la matrice :

- les composites à matrices organiques (CMO) qui constituent, de loin, les volumes les plus importants aujourd'hui à l'échelle industrielle,
- les composites à matrices céramiques (CMC) réservés aux applications de très haute technicité et travaillant à haute température comme le spatial, le nucléaire et le militaire, ainsi que le freinage (freins céramique)
- les composites à matrices métalliques (CMM).

Les composites trouvent leurs principales applications dans le transport aérien (civil et Militaire), maritime et ferroviaire, le bâtiment, l'aérospatial ainsi que les sports et loisirs, notamment grâce à leur bonne tenue mécanique comparable aux matériaux homogènes comme l'acier et leur faible masse volumique.



## 6 Les céramiques

Ni métalliques, ni polymères, ce sont les matières premières les plus abondantes de la croûte terrestre et les matériaux les plus anciens utilisés par l'homme.

Nous nous intéresserons principalement aux céramiques industrielles (ou techniques) qui conservent les propriétés des céramiques classiques mais qui ont acquis des capacités mécaniques nouvelles.

Cette nouvelle génération de céramiques est capable de subir des contraintes sévères : protection thermique de pièces exposées à de hautes températures, composants de moteurs à explosion, pièces d'usure.

Outre leurs capacités thermiques, leurs qualités sont nombreuses : faible densité, dureté élevée, résistance à l'usure, à l'abrasion, aux agents chimiques et à la corrosion, transparence optique, perméabilité magnétique.

→ Leur principal inconvénient est la fragilité.

Les matières de base sont d'origine minérale et préparées sous forme de poudres, la mise en œuvre passe par une double étape :

- une mise en forme (pressage, moulage, extrusion, ...).
- un traitement thermique (cuisson ou frittage).

