

# Chapitre 1:

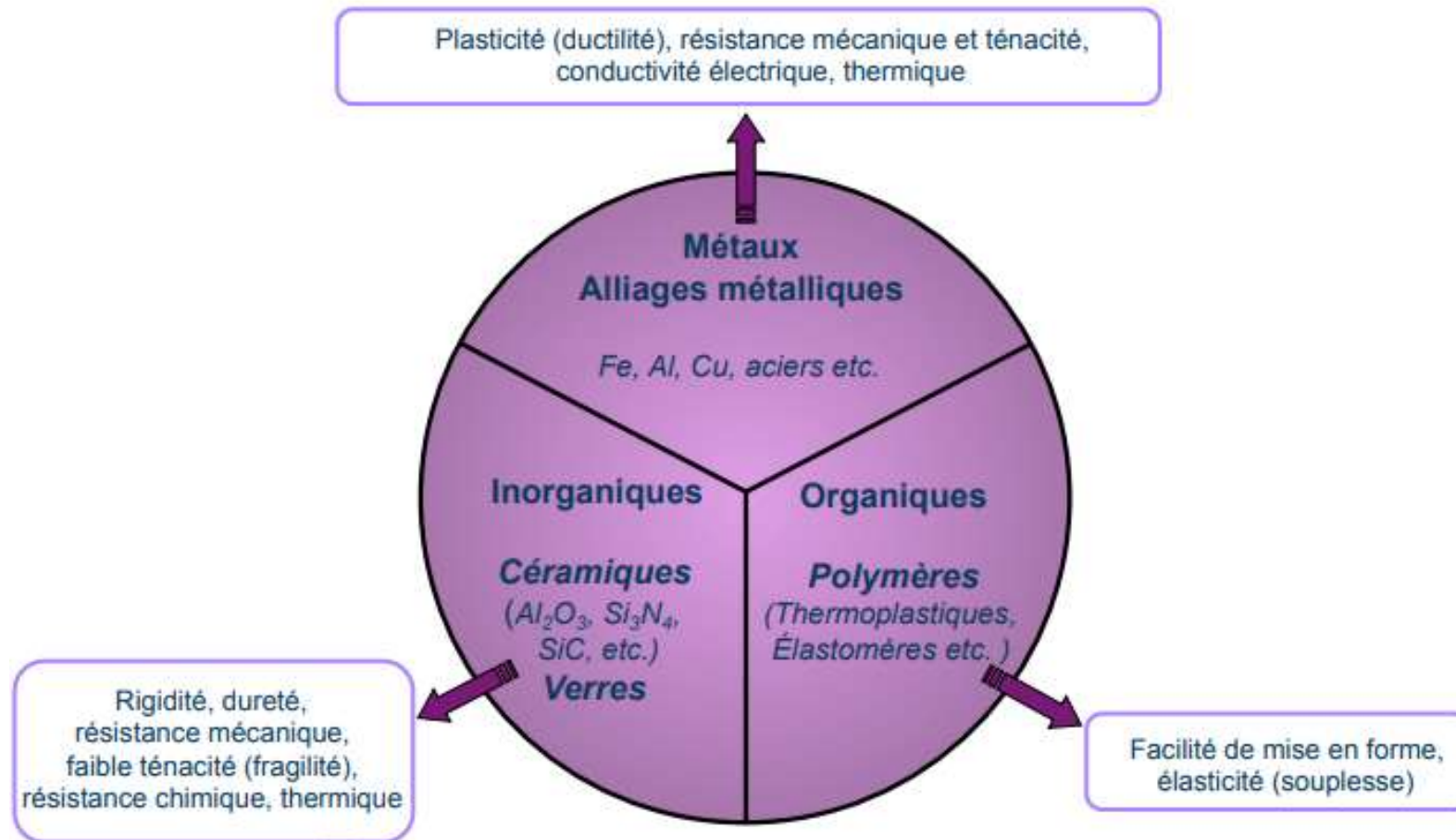
## Introduction sur les matériaux



# Les grandes familles de matériaux

## Définition:

Un matériau désigne toute matière utilisée pour réaliser un objet.



# Les grandes familles de matériaux

## Métaux et alliages métalliques:

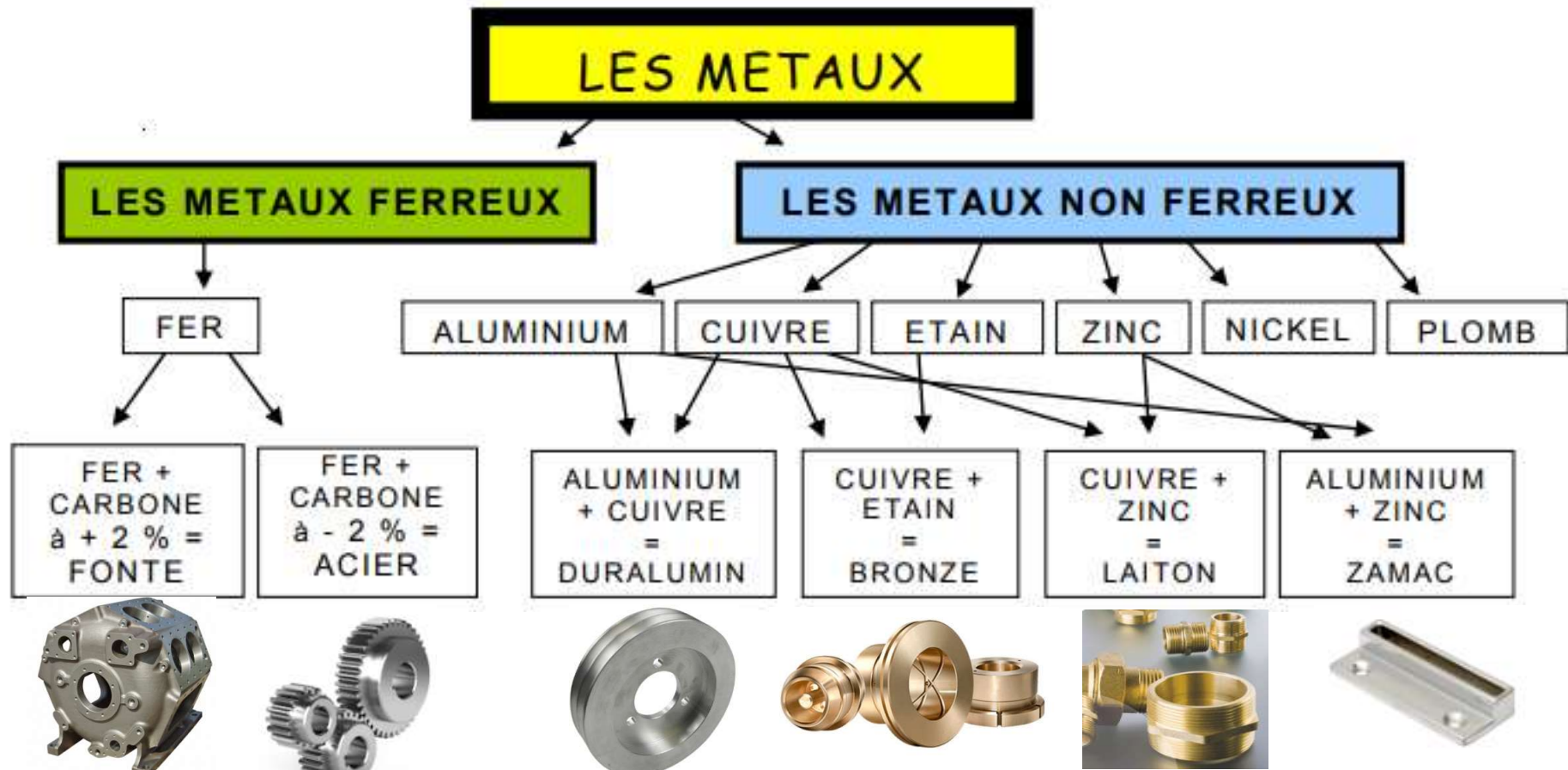
Les métaux sont obtenus à partir de **minerais** souvent piégés dans la roche. Ils peuvent être déformés sans se casser : on dit qu'ils sont **ductiles**. Il faut les chauffer jusqu'à leur **température de fusion** pour les travailler.

Les métaux ont souvent pour propriétés d'être :

- relativement **lourds** (masse volumique),
- de bons conducteurs **électriques**,
- de bons conducteurs **thermiques**,
- relativement **durs**,
- et résistants aux **chocs**.

# Les grandes familles de matériaux

## Métaux et alliages métalliques:



Les métaux ferreux sont attirés par un aimant tandis que les métaux non-ferreux ne le sont pas.

# Les grandes familles de matériaux

## Métaux et alliages métalliques:

Les **métaux purs** sont des matériaux métalliques composés d'un seul élément chimique. Il y a par exemple : **l'aluminium**, **l'argent**, le **chrome**, le **cuivre**, le **fer**, **l'or**, le **plomb** ou le **zinc**...

Les **alliages** sont le mélange d'un métal avec un ou plusieurs éléments chimiques. Ils combinent les **propriétés** de plusieurs éléments et permettent d'obtenir de **meilleures caractéristiques** comme une plus grande dureté ou résistance. On retrouve ainsi : **l'acier**, la **fonte**, **l'acier inoxydable**, le **bronze** ou le **laiton**.

# Les grandes familles de matériaux

## Métaux et alliages métalliques:

### Désignation normalisée :

Elle utilise à la fois des lettres, qui précisent la nature du métal de base et des éléments d'addition, plus des chiffres qui indiquent les indices de pureté et les teneurs.

Symboles chimiques et densité des métaux usuels					
corps	symbole chimique	densité	corps	symbole chimique	densité
aluminium	Al	2,7	manganèse	Mn	7,2
béryllium	Be	1,85	molybdène	Mo	10,2
bore	B	2,35	nickel	Ni	8,9
cadmium	Cd	8	phosphore	P	1,88
carbone graphite	C	2,24	platine	Pt	21,5
carbone diamant	C	3,5	plomb	Pb	11,34
chrome	Cr	7,1	silicium	Si	2,4
cobalt	Co	8,9	soufre	S	2,1
cuivre	Cu	9	titane	Ti	4,5
étain	Sn	6 à 7,5	tungstène	W	19,3
fer	Fe	7,8	vanadium	V	5,9
lithium	Li	0,534	zinc	Zn	7,15
magnésium	Mg	1,75	zirconium	Zr	6,5



# Les grandes familles de matériaux

## Métaux et alliages métalliques:

### Désignation normalisée :

#### ❖ Aciers:

On distingue essentiellement quatre types d'acier :

- Les aciers d'usage général ou de construction mécanique.
- Les aciers non alliés.
- Les aciers faiblement alliés : La teneur de chaque élément d'alliage est strictement inférieure à 5%.
- Les aciers fortement alliés : La teneur d'un élément d'alliage au moins est supérieure ou égale à 5%.

Type d'acier	Exemple de désignation	Commentaire
Acier d'usage général ou de construction mécanique	S 235 ou E 295	235 et 295 correspondent aux résistances élastiques $R_e$ , en MPa.
Acier non allié	C 60	60 correspond au pourcentage de carbone multiplié par 100.
Acier faiblement allié	35 Cr Mo 4	35 est le pourcentage de carbone multiplié par 100. Suivent les symboles des éléments d'alliage et les nombres correspondant aux teneurs, multipliés par un coefficient dépendant de l'élément (1% de chrome dans le cas présent) *.
Acier fortement allié	X 2 Cr Ni 19-11	Même désignation que les aciers faiblement alliés mais commençant par la lettre X.

# Les grandes familles de matériaux

## Métaux et alliages métalliques:

### Désignation normalisée :

#### ❖ Aciers:

Aciers d'usage général			
Nuance	R min.**	Re min.**	Emplois
S 185	290	185	Constructions mécaniques et métalliques générales assemblées ou soudées.
S 235	340	235	
S 275	410	275	
S 355	490	355	
E 295	470	295	Ces aciers ne conviennent pas aux traitements chimiques.
E 335	570	335	
E 360	670	360	
Moulage	GS 235 – GS 275 – GS 355 GS 295 – GE 335 – GE 360		

\*\* R min. = résistance minimale à la rupture par extension (MPa).  
Re min. = limite minimale apparente d'élasticité (MPa).

Aciers non alliés			
Nuance	R min.*	Re min.*	Emplois
C 22	410	255	Constructions mécaniques.
C 25	460	285	
C 30	510	315	
C 35	570	335	Ces aciers conviennent aux traitements thermiques et au forgeage.
C 40	620	355	
C 45	660	375	
C 50	700	395	NOTA :
C 55	730	420	Cette symbolisation ne s'applique pas aux aciers de décolletage.
C 60	HRC ≥ 57		



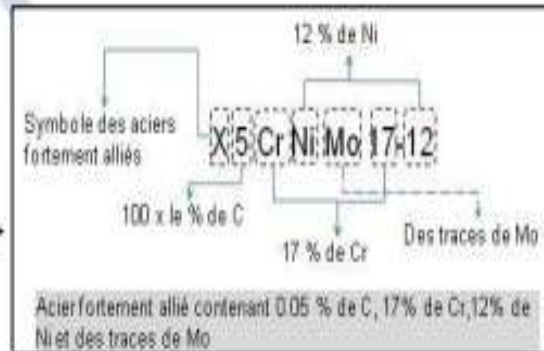
# Les grandes familles de matériaux

## Métaux et alliages métalliques:

Désignation normalisée :

## Aciers:

Aciers fortement alliés		
Nuances usuelles	Traitement de référence	
	R min.*	Re min.*
X 4 Cr Mo 5 18	400	275
X 30 Cr 13	HRC ≥ 51	
X 2 Cr Ni 19-11	460	175
X 5 Cr Ni 18-10	510	195
X 5 Cr Ni Mo 17-12	510	205
X 6 Cr Ni Ti 18-10	490	195
X 6 Cr Ni Mo Ti 17-12	540	215



Acier fortement allié .....

Acier fortement allié ayant une teneur en carbone de 0.04% ainsi que 18% de Cr et des traces de Mo et de S

Aciers faiblement alliés		
Nuances usuelles	Traitement de référence	
	R min. *	Re min. *
38 Cr 2	800	650
34 Cr 4	880	660
37 Cr 4	930	700
41 Cr 4	980	740
55 Cr 3	1 100	900
100 Cr 6	HRC ≥ 62	
25 Cr Mo 4	880	700
35 Cr Mo 4	980	770
42 Cr Mo 4	1 080	850
16 Cr Ni 6	800	650
17 Cr Ni Mo 61	1 130	880
30 Cr Ni Mo 81	1 030	850
51 Cr V 4	1 180	1 080
16 Mn Cr 5	1 080	835
20 Mn Cr 5	1 230	980
36 Ni Cr Mo 16	1 710	1 275
51 Si 7	1 000	830
60 Si Cr 7	1 130	930

Coefficient multiplicateur			
Élément d'alliage	Coef.	Élément d'alliage	Coef.
Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	4	Ce, N, P, S	100
Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	10	B	1 000



Acier faiblement allié .....

Acier faiblement allié .....

Acier faiblement allié contenant 0.42 % de C ; 1 % de Cr, et des traces de Mo

Acier faiblement allié contenant 1 % de C ;  
1.5 % de Cr

Acier faiblement allié contenant 0.16 % de C ; 1.25 % de Mn et des traces de Mo

# Les grandes familles de matériaux

## Métaux et alliages métalliques:

### Désignation normalisée :

#### ❖ Fontes:

Les fontes sont des alliages de fer et de carbone, comportant entre 2% et 6,7% de carbone. Elles ont, en général, une meilleure coulabilité que les aciers, avec un point de fusion plus bas.

On distingue essentiellement trois types de fonte :

- Les fontes à graphite lamellaire.
- Les fontes malléables.
- Les fontes à graphite sphéroïdal.

Type de fonte	Exemple de désignation symbolique	Commentaire
Fonte à graphite lamellaire	EN-GJL-200	200 correspond à la résistance à la rupture $R_m$ , en MPa.
Fonte malléable	EN-GJMB 550-4	550 correspond à la résistance à la rupture $R_m$ en MPa, 4 est le pourcentage de l'allongement après rupture $A\%$ .
Fonte à graphite sphéroïdal	EN-GJS-400-15	400 correspond à la résistance à la rupture $R_m$ en MPa, 15 est le pourcentage de l'allongement après rupture $A\%$ .

# Les grandes familles de matériaux

## Métaux et alliages métalliques:

### Désignation normalisée :

#### ❖ Fontes:

Fontes malléables		
Numérique	Symbolique	Emplois
EN-JM 1010	EN-GJMW-350-4	
EN-JM 1030	EN-GJMW-400-5	Malléabilité améliorée (pièces complexes).
EN-JM 1040	EN-GJMW-450-7	
EN-JM 1050	EN-GJMW-550-4	Bonne résilience.
EN-JM 1110	EN-GJMB-300-6	Bonne usinabilité.
EN-JM 1130	EN-GJMB-350-10	Bon amortissement des vibrations.
EN-JM 1140	EN-GJMB-450-6	
EN-JM 1150	EN-GJMB-500-5	
EN-JM 1160	EN-GJMB-550-4	Très bonnes caractéristiques mécaniques.
EN-JM 1170	EN-GJMB-600-3	
EN-JM 1180	EN-GJMB-650-2	Bonne résistance à l'usure.
EN-JM 1190	EN-GJMB-700-2	

Fontes à graphite lamellaire		
Numérique	Symbolique	Emplois
EN-JL 1020	EN-GJL-100	Bonne moulabilité – Bonne usinabilité.
EN-JL 1020	EN-GJL-150	Bonne résistance à l'usure par frottement.
EN-JL 1030	EN-GJL-200	Bon amortissement des vibrations.
EN-JL 1040	EN-GJL-250	Bonnes caractéristiques mécaniques et frottantes – Bonne étanchéité (blocs moteurs, engrenages...).
EN-JL 1050	EN-GJL-300	
EN-JL 1060	EN-GJL-350	

Fontes à graphite sphéroïdal		
Numérique	Symbolique	Emplois
EN-JS 1010	EN-GJS-350-22	
EN-JS 1020	EN-GJS-400-18	
EN-JS 1030	EN-GJS-400-15	Bonne résilience.
EN-JS 1040	EN-GJS-450-10	Très bonne usinabilité (vannes, vérins...).
EN-JS 1050	EN-GJS-500-7	
EN-JS 1060	EN-GJS-600-3	
EN-JS 1070	EN-GJS-700-2	Très bonnes caractéristiques mécaniques. Bonne résistance à l'usure. Bonnes qualités frottantes.
EN-JS 1080	EN-GJS-800-2	
EN-JS 1090	EN-GJS-900-2	

# Les grandes familles de matériaux

## Métaux et alliages métalliques:

### Désignation normalisée :

#### ❖ Métaux non ferreux:

##### -Aluminium et ses alliages

Ils ont une faible masse volumique et un point de fusion relativement bas ( $< 600^\circ$ ).

##### -Cuivre et ses alliages

Ils sont résistants à la corrosion, bons conducteurs de l'électricité et de la chaleur.

Deux alliages de cuivre sont très utilisés :

Le bronze : C'est un alliage de cuivre et d'étain, son facteur de frottement avec l'acier est faible.

Le laiton : C'est un alliage de cuivre et de zinc, offrant une bonne résistance à la corrosion.

##### -Zinc et ses alliages

Il ont une très bonne coulabilité, un point de fusion particulièrement bas (environ  $380^\circ$ )

Type d'alliage	Exemple de désignation par symboles chimiques
Alliage d'aluminium	Al Si 10 Mg
Alliage de cuivre	Cu Zn 39 Pb 2



# Les grandes familles de matériaux

## Métaux et alliages métalliques:

### Désignation normalisée :

### ❖ Métaux non ferreux:

#### Alliages de cuivre

Nuances usuelles*	R min.**	Re min.**	Emplois
CR004A [Cu – ETP] (cuivre affiné)	200	70	Matériau à très bonne conductibilité électrique ; convient particulièrement pour câbles, bobinages et contacts.
CW004A [Cu – ETP]	350	300	
CW113C [Cu Pb 1 P]	350	300	Utilisé en décolletage. Très haute conductibilité électrique et thermique.
CW453K [Cu Sn 8] (bronze)	490	390	Matériau de frottement pour bagues, douilles, chemises, segments.
CC480K [Cu Sn 10]	–	–	Pièces moulées sans caractéristiques particulières.
CC493K [Cu Sn 7 Zn 4 Pb 7]	210	–	Robinetterie.
CC483K [Cu Sn 12]	200	–	Construction mécanique.
CW460K [Cu Sn 8 Pb P]	290	160	Pièces d'usure : pignons et roues d'engrenages, écrous.
CW101C [Cu Be 2] (cuivre au béryllium)	1 400	1 350	Ressorts (matériels électriques, matériels résistant à la corrosion). Connecteurs.
CW502L [Cu Zn 15] (laiton)	400	–	Alliage de forgeage à froid ; se polit bien et convient aux revêtements électrolytiques.
CC750S [Cu Zn 33 Pb 2]	490	240	Pièces moulées.
CW506L [Cu Zn 33]	590	210	Construction mécanique générale et pièces découpées dans la tôle. Il se polit bien.
CC765S [Cu Zn 35 Mn 2 Al 1 Fe 1]	410	160	Bonnes caractéristiques mécaniques. Bonnes qualités frottantes.

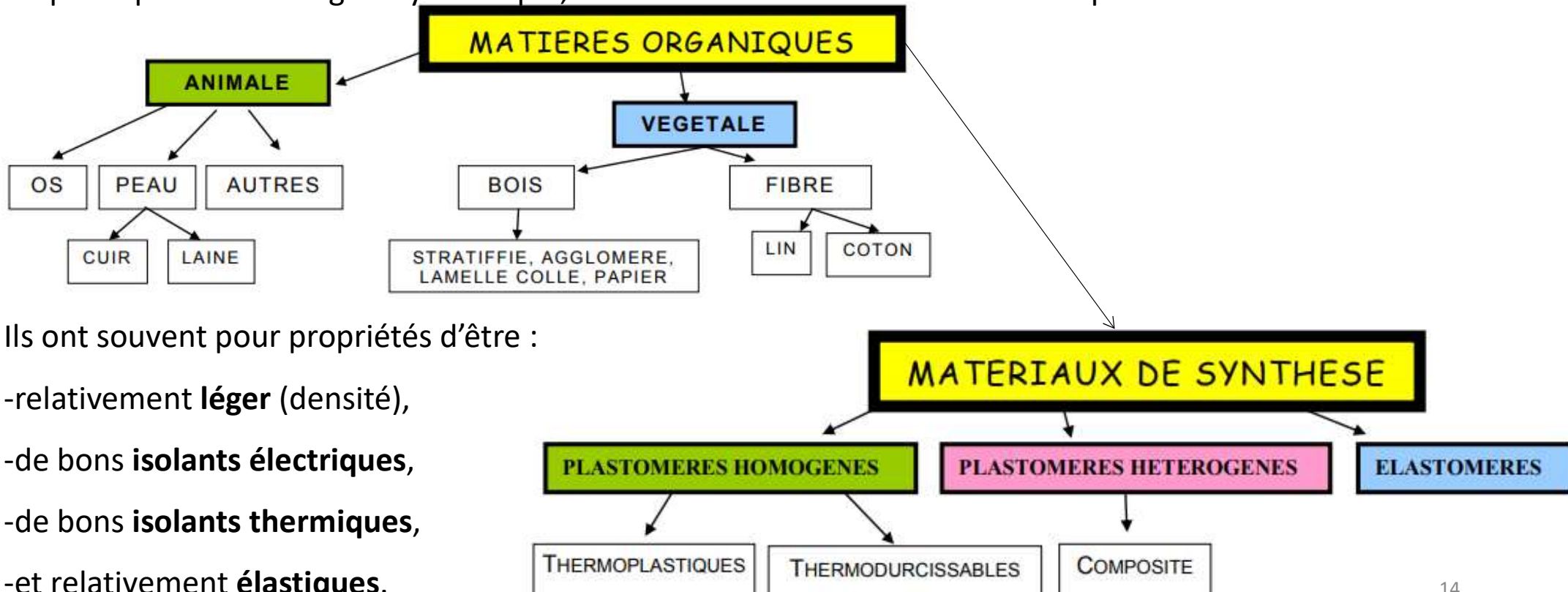
#### Alliages d'Aluminium

Nuances usuelles	R min.*	Re min.*	Emplois
EN AW-1050 [Al 99,5]	80	35	Appareils ménagers. Matériels électriques.
EN AB-21 000 [Al Cu 4 Mg Ti]	330	200	Se moule bien. S'usine très bien. Ne pas utiliser en air salin.
EN AB-43 000 [Al Si 10 Mg]	250	180	Se moule très bien. S'usine et se soude bien. Convient en air salin.
EN AB-44 200 [Al Si 12]	170	80	Se moule et se soude très bien. La forte teneur en silicium rend l'usinage difficile.
EN AB-51 300 [Al Mg 5]	180	100	Excellentes aptitudes à l'usinage, au soudage, au polissage. Résiste très bien à l'air salin.

# Les grandes familles de matériaux

## Matériaux organiques:

Les matières organiques sont issues de la nature, elles sont souvent modifiées pour être utilisées.  
Les plastiques sont d'origine synthétique, souvent issu de la transformation du pétrole.



Ils ont souvent pour propriétés d'être :

- relativement **léger** (densité),
- de bons **isolants électriques**,
- de bons **isolants thermiques**,
- et relativement **élastiques**.



# Les grandes familles de matériaux

## Matériaux organiques:

### ❖ Cuir

Le cuir **traditionnel** est fait de peaux d'animaux. Le cuir **synthétique**, ou **similicuir**, est un produit manufacturé, il est généralement composé d'un mélange de fibres naturelles et de fibres synthétiques enrobées d'un polymère de plastique. Comme le cuir véritable, le similicuir est doux au toucher et imperméable. Bien qu'il ne soit pas aussi durable que le cuir traditionnel, le similicuir est difficile à couper ou à déchirer. Ainsi, il est souvent utilisé dans la fabrication de meubles. Le cuir est utilisé pour fabriquer toutes sortes de choses, qu'il s'agisse de sièges de voiture, de meubles, de ballons de football ou de sacs à main.



# Les grandes familles de matériaux

## Matériaux organiques:

### ❖ Textiles

Les textiles englobent normalement l'ensemble des fils et des étoffes. Ils peuvent être composés de matières naturelles comme la laine et le coton, ou de matières synthétiques comme le polyester. Les textiles sont utilisés dans la fabrication de vêtements, de tapis et de nombreux autres produits.

Les fibres doivent être solides, flexibles, élastiques et durables. Mais ils n'ont pas toutes les mêmes propriétés. Certaines sont plus chaudes, d'autres sont plus durables et d'autres encore sont plus douces ou plus confortables. Parfois, il faut un mélange de fibres pour obtenir les propriétés désirées dans un produit textile fini!



# Les grandes familles de matériaux

## Matériaux organiques:

### ❖ Bois

Différents types d'arbres produisent du bois ayant différentes propriétés. Mais tous les types de bois possèdent certaines caractéristiques physiques communes:

- le bois est solide.
- Le bois a une très grande flottabilité. Cela signifie qu'il peut flotter. C'est pourquoi le bois est souvent utilisé dans la fabrication des navires et des bateaux.
- Mais le bois est aussi **hygroscopique**. Cela veut dire qu'il peut absorber l'eau. Si le bois contient trop d'eau, il pourrait éventuellement **pourrir**. Lorsque le bois pourrit, il se décompose.



# Les grandes familles de matériaux

## Matériaux organiques:

### ❖ Papier

Le papier est fabriqué à partir d'un matériau appelé **pulpe**. La pulpe est faite d'un mélange de fibres de bois et d'eau. Ces fibres proviennent généralement de conifères comme l'épinette et le pin. Pour faire du papier, on coupe des arbres et on en retire l'écorce. Le bois est ensuite broyé en petits morceaux et mélangé avec de l'eau pour créer la pulpe. Ensuite, la pulpe est traitée chimiquement puis pressée à plat et séchée. Le papier peut aussi servir à la fabrication d'autres matériaux, comme le **carton**.



# Les grandes familles de matériaux

## Matériaux inorganiques:

### ❖ Plastique ou polymère

Un plastique est un mélange dont le constituant de base est un **polymère** ( un ensemble de longues chaînes de molécules ) auquel on ajoute des adjuvants (renforts, plastifiants...) et des additifs (pigments, ignifugeants...).

On peut classer les plastiques en trois grandes familles :

- **Les thermoplastiques**: que l'on peut ramollir ou fondre à la chaleur autant de fois que l'on veut.

(Ex : Sac plastique, bouteille d'eau, Emballage...)

PVC



PET



- **Les thermodurcissables**: que l'on moule une fois et qui ensuite deviennent infusibles (qu'on ne peut refondre). Si on les réchauffe, ils finissent par brûler ou se consumer.

On les utilise dans des applications où on exploite leurs propriétés de résistance à la chaleur.

(Ex : Queue de casserole, coque d'écran TV ...)



Polyester

- **Les élastomères**: représentent les matériaux déformables et qui peuvent reprendre leur forme d'origine. Ce sont le plus souvent les caoutchoucs ou les élastiques.

(Ex : Joint de portière, élastiques de bureau ...)



# Les grandes familles de matériaux

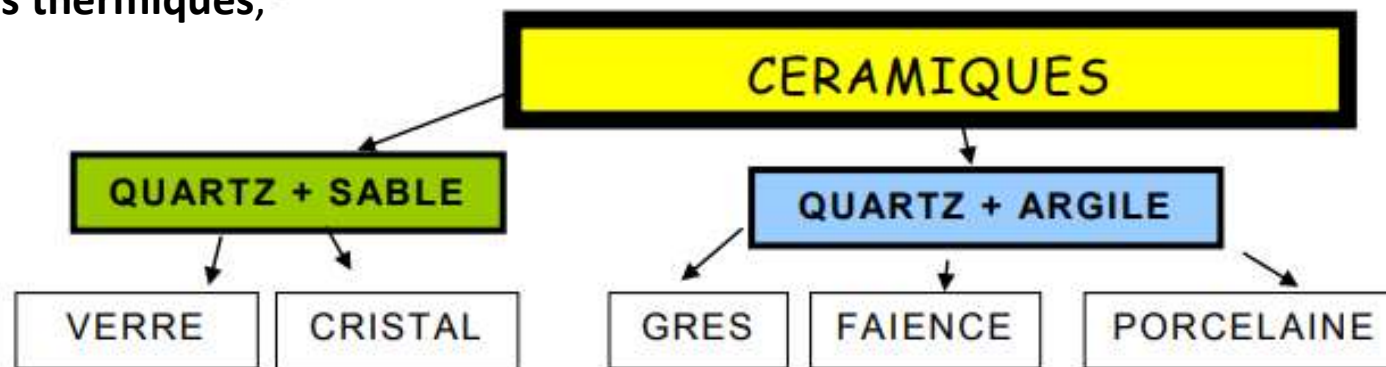
## Matériaux inorganiques:

### ❖ Céramique

Ce sont des solides **non métalliques** et **inorganiques**. Cela signifie qu'elles ne sont pas faites de métal, de bois, de plastique ou de caoutchouc. Elles sont fabriquées à partir d'argile, de sable et d'autres matériaux naturels cuits à des températures très élevées.

Les **céramiques** ont souvent pour propriétés d'être :

- lourds** (masse volumique),
- de bons **isolants électriques**,
- de bons **conducteurs thermiques**,
- très **durs**,
- et très **cassants**.





# Les grandes familles de matériaux

## Matériaux inorganiques:

### ❖ Céramique

#### -Céramiques traditionnelles:

Elles regroupent les ciments, les plâtres, les produits à base d'argile (grès, faïence, porcelaine,...) et les produits à base de silice (verre, cristal...)



#### -Céramiques techniques:

Plus récentes, elles sont soit fonctionnelles, à « usage électrique », soit structurales, à usage mécanique ou thermomécanique.



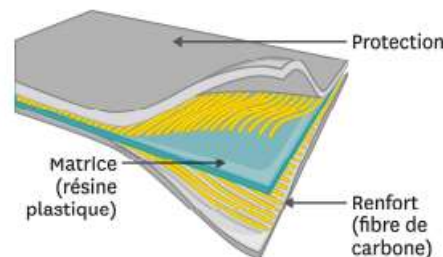
# Les grandes familles de matériaux

## Les matériaux combinés: les composites:

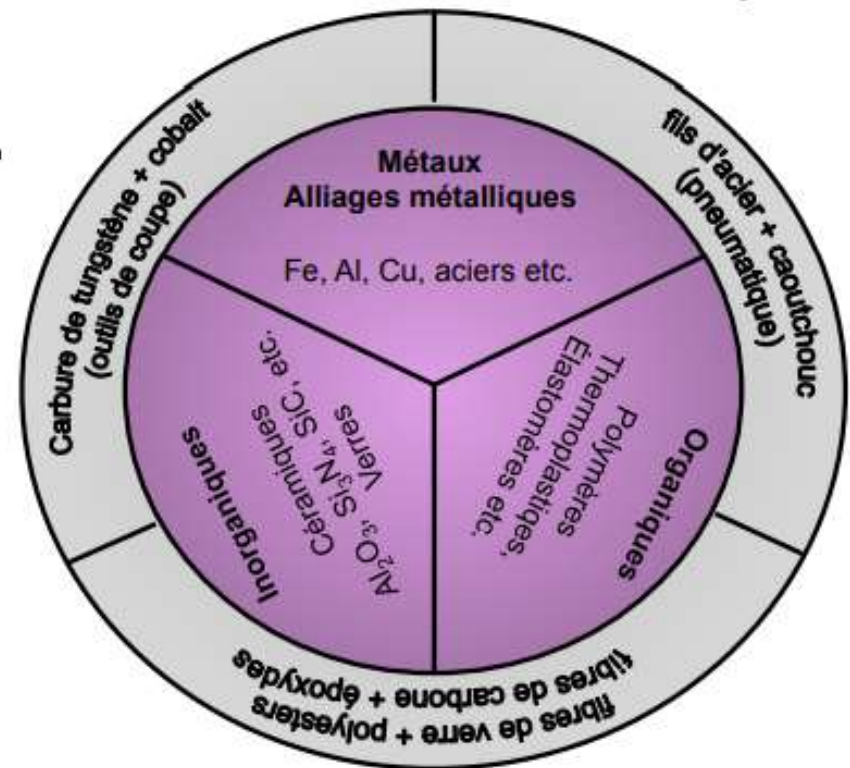
Un **matériau composite** est un **assemblage** de deux ou plusieurs matériaux **non miscibles** (non mélangés) qui possède des propriétés supérieures à ses matériaux constitutifs seuls.

Les matériaux composites se composent de deux ensembles :

- des **renforts** ou **ossatures** assurant la résistance mécanique
- d'une **matrice** constituée de matériaux **organiques, métalliques ou minéraux**.



Type de composite	Exemple
Alliage métallique + céramique	Béton armé (âme en béton et renfort en barre d'acier)
Alliage métallique + plastique	Pneumatiques (âme en caoutchouc et renfort en fil d'acier)
Céramique + plastique	Fibre de verre + résine polyester



# Comment choisir un matériau?

Les matériaux d'un objet technique sont choisis à partir des fonctions techniques énoncées dans le cahier des charges. Les propriétés du matériau choisies doivent répondre à celles attendues pour chaque fonction technique.

On choisit un matériau en fonction de ses **caractéristiques** :

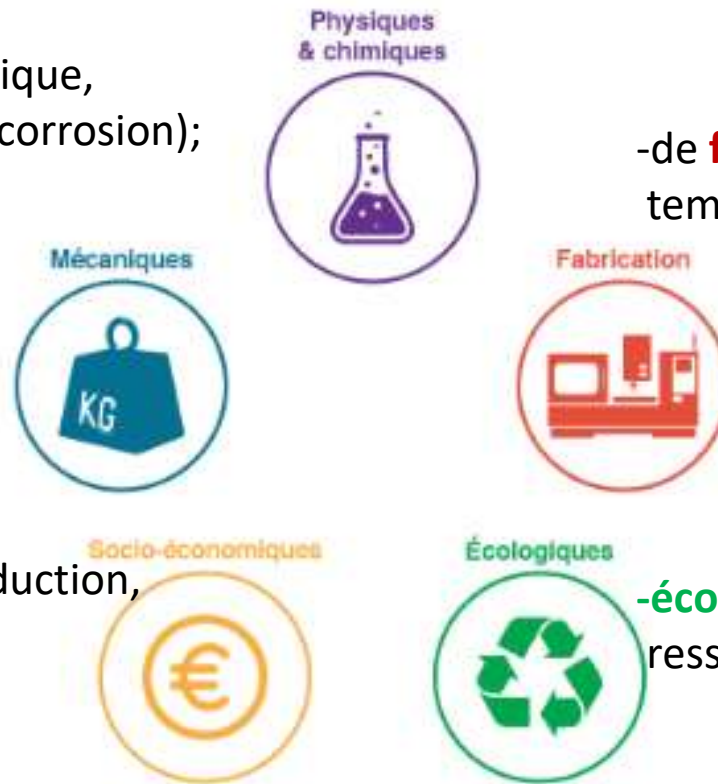
-**physiques et chimiques** (masse volumique, conductibilité électriques, thermique, corrosion);

-**mécaniques** (élasticité, plasticité, dureté, résilience, malléabilité);

-**socio-économiques** (prix, coût de production, disponibilité de la matière première,);

-de **fabrication** (formabilité, soudabilité, température de fusion, thermoplasticité);

-**écologiques** (recyclabilité, durabilité, ressources naturelles).



# Propriétés des matériaux

## Propriétés écologiques :

### ❖ Recyclabilité

Recycler, c'est transformer un matériau pour pouvoir le réutiliser sous une autre forme ensuite.

Les **métaux** sont les plus faciles à recycler.

Pour les matières plastiques c'est un peu plus compliqué car il existe une multitude de variété de matières plastiques. Il n'est pas possible de traiter un lot de matières plastiques. En effet les différents plastiques ne peuvent pas êtres mélangés. Il faut donc les **trier**.

Les matières les plus facilement recyclable sont les matières **organiques**.

# Propriétés des matériaux

## Propriétés socio-économiques :

### ❖ Coût

	<i>COÛT</i>													
	↙							↗						
ACIER	■	■	■											
ALUMINUM	■	■	■	■	■	■	■	■						
CUIVRE	■	■	■	■	■	■								
PLASTIQUE	■	■	■											
COMPOSITE	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

# Propriétés des matériaux

## Propriétés de fabrication:

### ❖ Usinabilité

c'est la capacité du matériau à être travaillé grâce à un outil coupant (ex : percer, couper avec une scie ...)

USINABILITE																
	↙								↗							
ACIER																
ALUMINUM																
CUIVRE																
PLASTIQUE																
COMPOSITE																

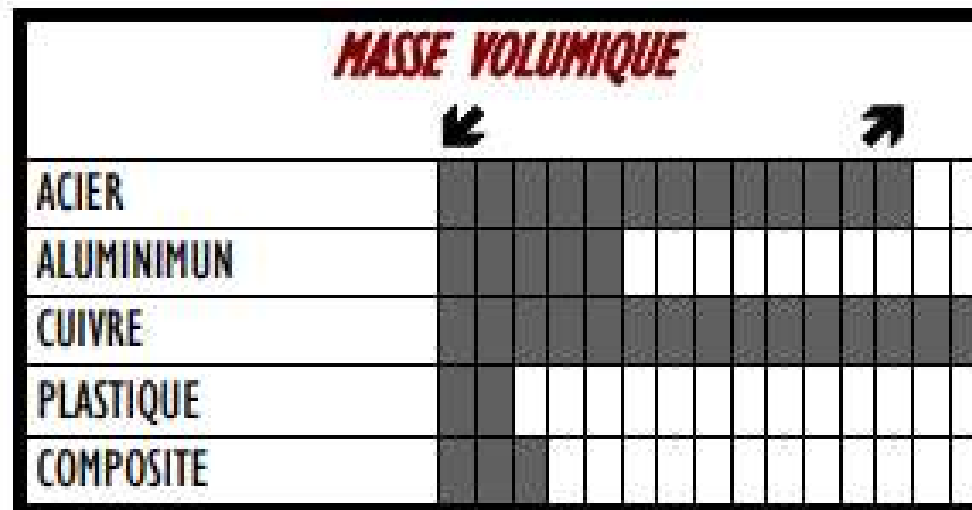


# Propriétés des matériaux

## Propriétés physiques:

### ❖ Masse volumique

Quantité de matière par unité de volume. Pour un même volume, un matériau est d'autant plus lourd que sa masse volumique est élevée. Elle caractérise la densité du matériau et se mesure en  $\text{kg/m}^3$ .



Matériaux	Acier	Alliage d'aluminium	Bronze	Nylon	Fibres de verre	Fibres de carbone
en $\text{kg/m}^3$	7800	2700	8900	1000	2500	1750

# Propriétés des matériaux

## Propriétés physiques:

### ❖ conductibilité électrique

c'est la capacité du matériau à être plus ou moins bon conducteur du courant électrique.

<i>CONDUCTIBILITE ELECTRIQUE</i>																
	↙								↗							
ACIER																
ALUMINUM																
CUivre																
PLASTIQUE																
COMPOSITE																

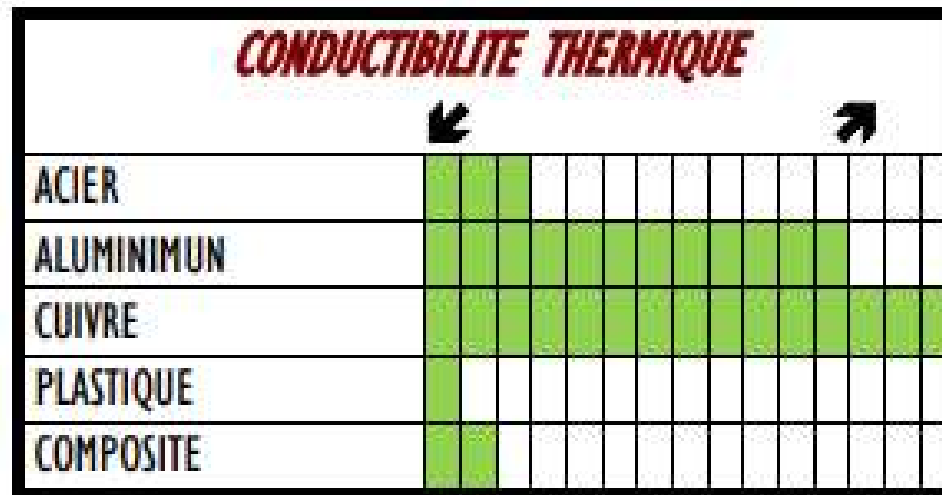
Type de matériau	Résistivité en $\Omega.m$	Comportement électrique
Polystyrène	$10^{20}$	<i>ISOLANT</i>
Nylon	$5.10^{12}$	
Verre	$10^{17}$	
Alliages ferreux	$9.8.10^{-8}$	<i>CONDUCTEURS</i>
Aluminium	$2.8.10^{-8}$	
Cuivre	$1.7.10^{-8}$	

# Propriétés des matériaux

## Propriétés physiques:

### ❖ conductibilité thermique

c'est l'aptitude du matériau à véhiculer la chaleur.



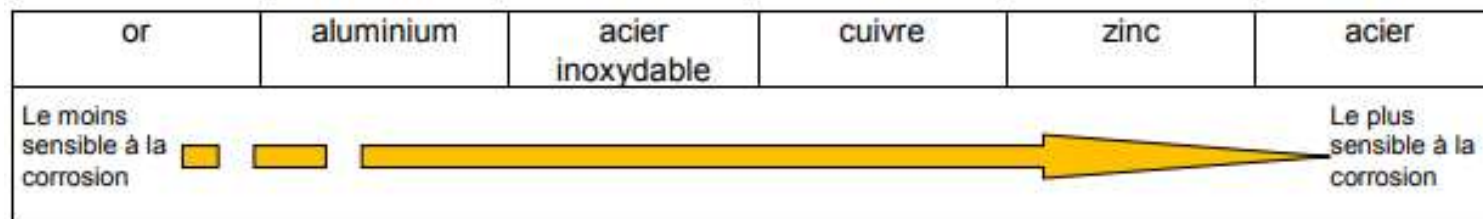
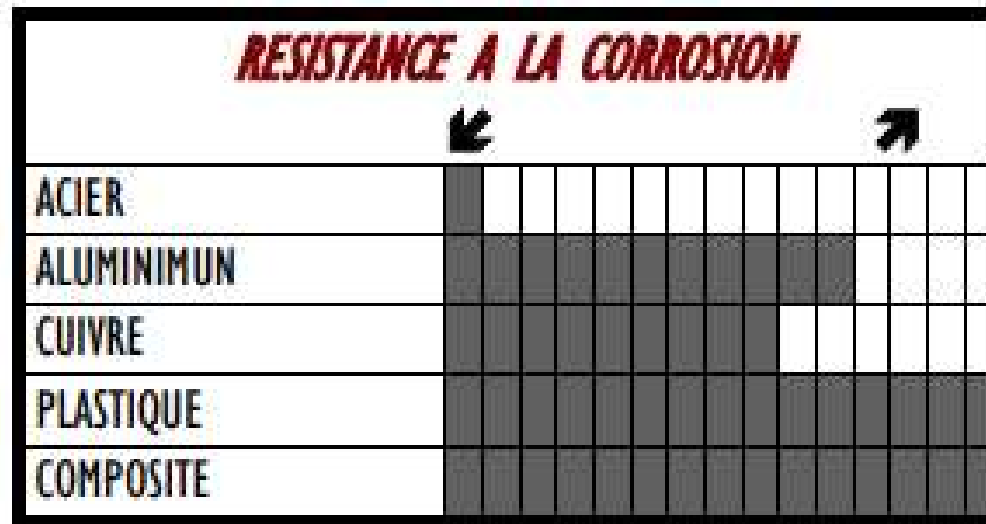
Type de matériau	Conductivité W/(m/K)	Comportement thermique
Laine de verre	0.04	ISOLANT
Béton	1	
Nylon	0.25	
Verre	1.2	
Fer	80	CONDUCTEURS
Aluminium	237	
Cuivre	390	

# Propriétés des matériaux

## Propriétés physiques:

### ❖ Résistance à la corrosion

C'est la résistance à l'attaque d'agents extérieurs (ex : rouille).



# Propriétés des matériaux

## Propriétés mécaniques :

Elles concernent la déformation d'un matériau soumis à une force.

🌐 Les essais mécaniques permettent de déterminer le comportement mécanique des matériaux pour tout type d'effort / nature de contrainte : traction, compression, flexion, torsion, cisaillement pur, pression hydrostatique, ...



# Propriétés des matériaux

## Propriétés mécaniques :

Elles concernent la déformation d'un matériau soumis à une force.

Quand un corps est soumis à l'action de forces extérieures  
des contraintes internes s'établissent

*À ces contraintes sont associées des déformations*



Relations entre contraintes et déformations



# Propriétés des matériaux

## Propriétés mécaniques :

Définition des paramètres:

### Contrainte

$$\sigma(N.m^{-2}) = \frac{F(N)}{S(m^2)}$$

$$1 N.m^{-2} = 1Pa$$

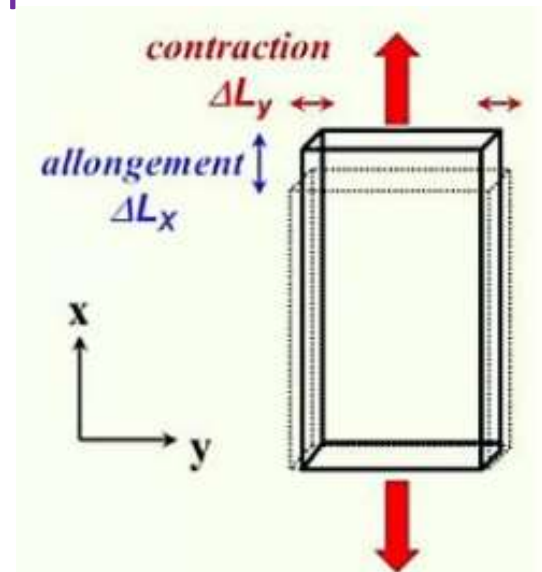
$$1 N.mm^{-2} = 1 Mpa.$$



### Déformation

$$\varepsilon_x = \frac{\Delta L_x}{L_x} > 0$$

$$\varepsilon_y = \frac{\Delta L_y}{L_y} < 0$$



Sans dimensions

# Propriétés des matériaux

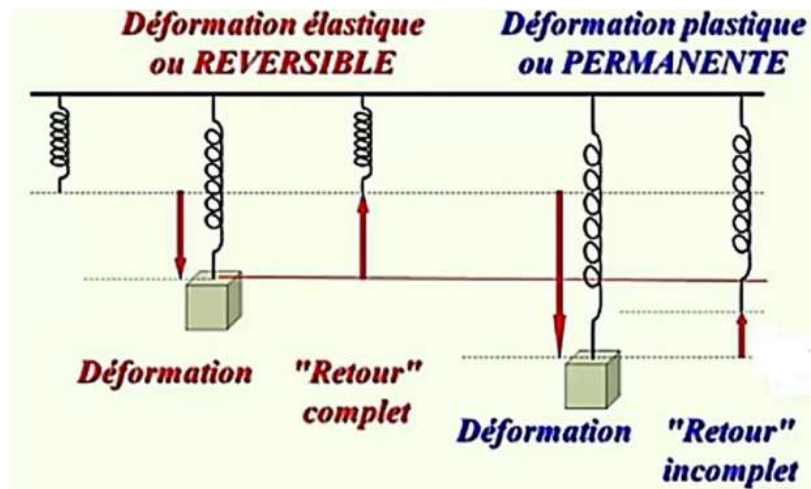
## Propriétés mécaniques :

### ❖ Elasticité

elle caractérise l'aptitude qu'à un matériau à reprendre sa forme et ses initiales après avoir être déformé. La propriété contraire est la plasticité.

### ❖ Plasticité

Un matériau qui ne reprend pas sa forme et ses dimensions initiales après avoir être déformé est dit plastique. La plupart des métaux et des alliages ont un comportement élastique sous charges modérées et plastique sous charges excessives.



# Propriétés des matériaux

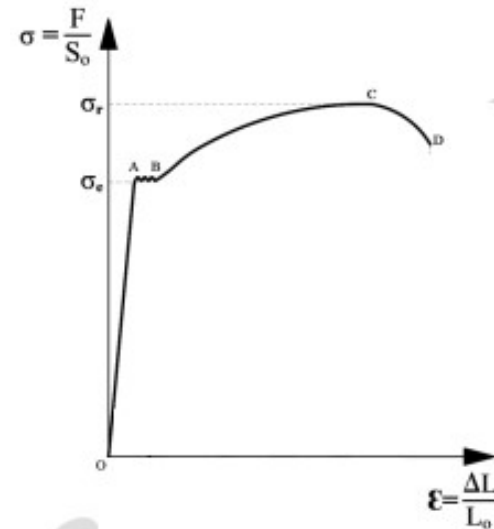
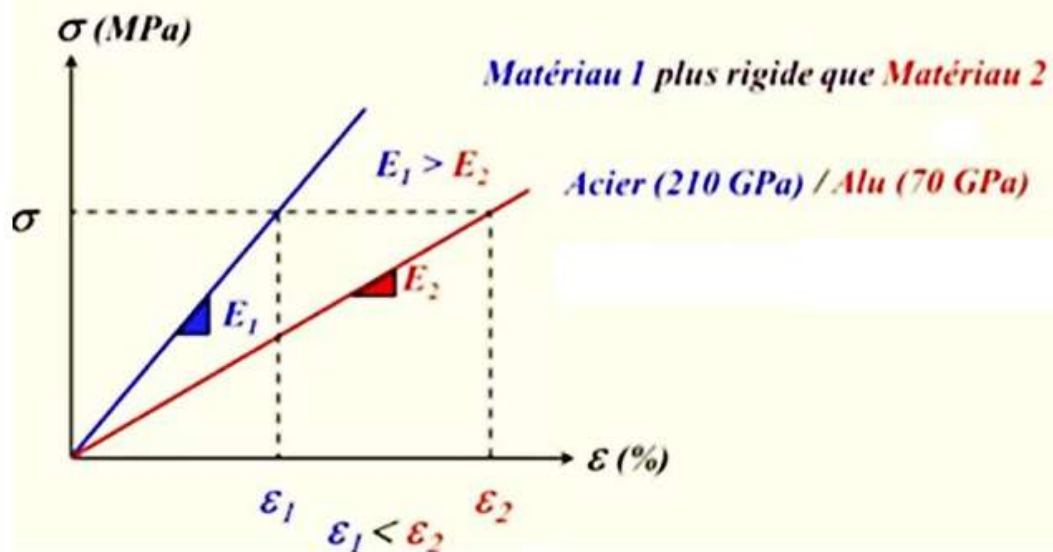
## Propriétés mécaniques :

### ❖ Rigidité

est fonction de l'énergie des liaisons entre les atomes ou les molécules constituant le matériau. On mesure la rigidité principalement par le module d'YOUNG (module d'élasticité)  $E$ . Plus ce module est élevé, plus le matériau est rigide.

### ❖ Résistance

caractérise la contrainte maximale qu'un matériau supporte avant de se rompre.

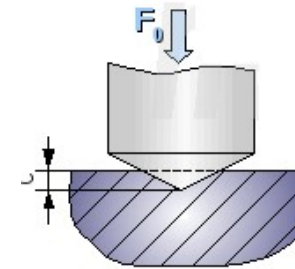


# Propriétés des matériaux

## Propriétés mécaniques :

### ❖ Dureté

Aptitude d'un matériau à résister à la pénétration d'un corps.



### ❖ Résilience

Aptitude d'un matériau à résister au choc. Mesure la résistance à la rupture brutale.

### ❖ Ténacité

capacité d'un matériau à emmagasiner de l'énergie avant sa rupture. Elle caractérise la résistance du matériau à la propagation brutale de fissures.

# Propriétés des matériaux

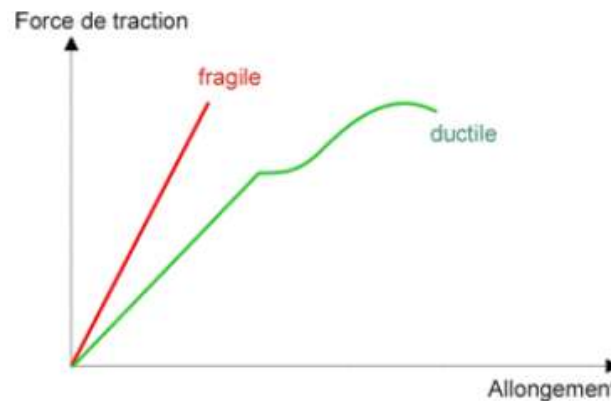
## Propriétés mécaniques :

### ❖ Ductilité

c'est l'aptitude d'un matériau à se déformer plastiquement sans se rompre. (fabrication du fil par exemple) .

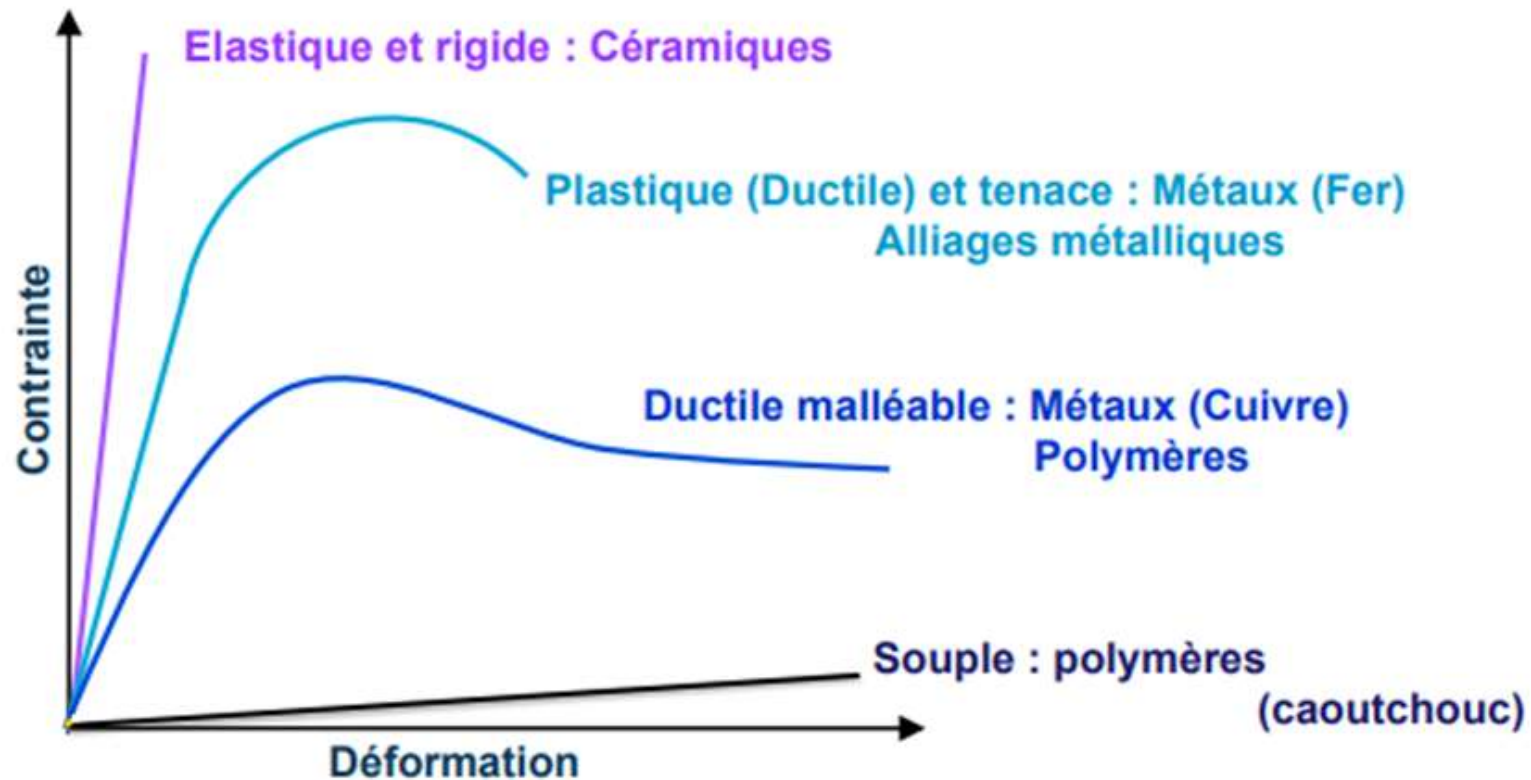
### ❖ Malléabilité

cette propriété est identique à la ductilité mais appliquée à la compression. L'aluminium, le cuivre, l'or, certains laitons et certains aciers inoxydables sont très malléables et acceptent des emboutissages profonds.



# Propriétés des matériaux

## Propriétés mécaniques :





# Propriétés des matériaux

## Propriétés mécaniques :

<i>Tableau 1.1 : Quelques propriétés usuelles des grandes familles de matériaux</i>			
Famille de matériaux	Métaux	Polymères et élastomères	Céramiques et verres
Densité	élevée	faible	faible
Rigidité (module d'Young)	élevée	faible	élevée
Coefficient de dilatation thermique	moyen	élevé	faible
Dureté	élevée	faible à élevée (fibres)	élevée
Ductilité (déformation à la rupture)	élevée (plasticité)	élevée	faible et aléatoire
Conductivité électrique, thermique	élevée	faible (isolants)	électrique : faible thermique : élevée
Résistance à corrosion	faible	en général élevée	élevée
Température max. d'utilisation	élevée	faible (toujours < 200°C)	très élevée
Mise en forme	facile	très facile (moulage)	difficile (frittage)