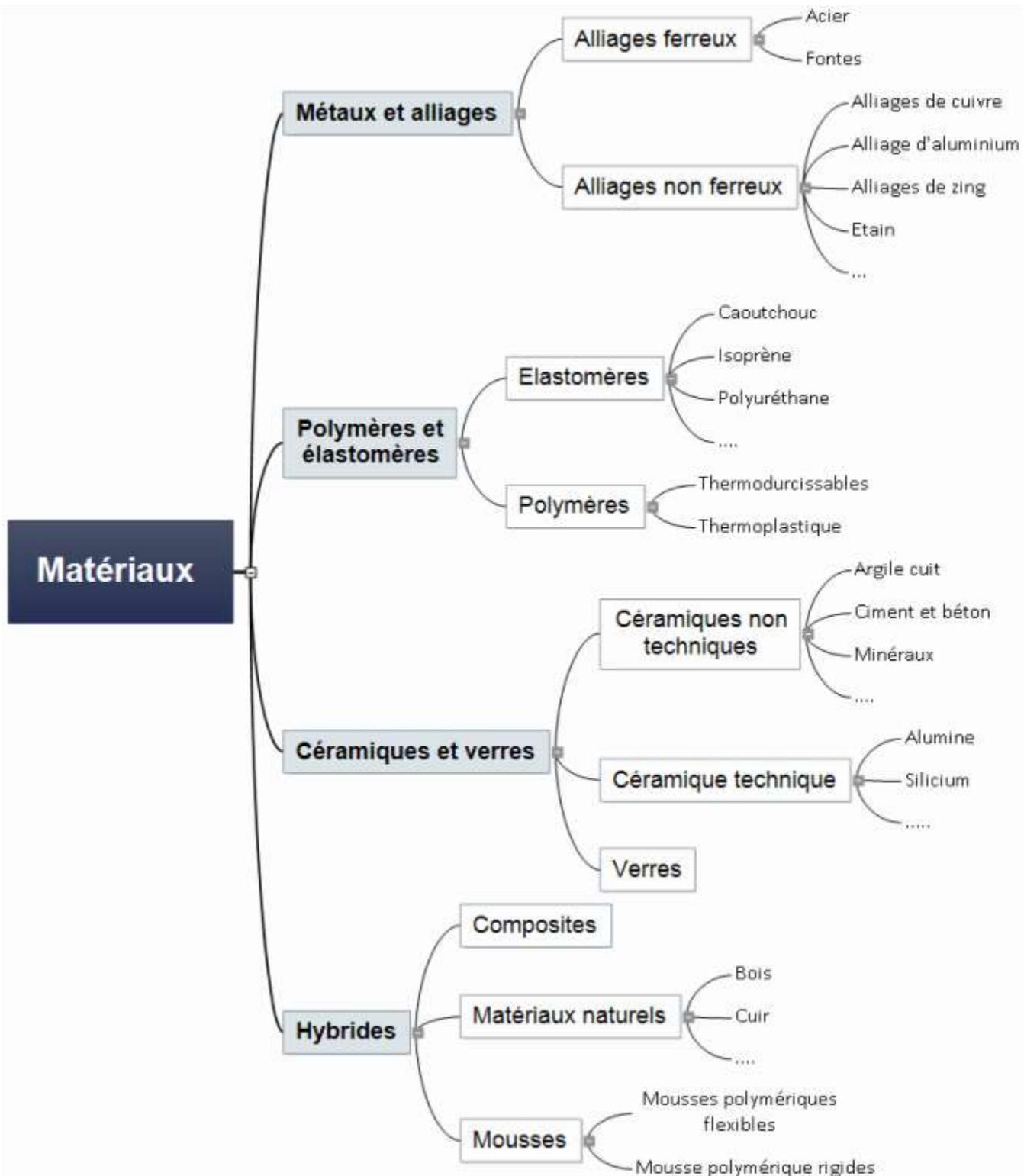


Comment choisir les matériaux pour la conception de son système

I. Les principales familles de matériaux



I-1. Métaux purs

Fer, Or
Argent
Cuivre,
Aluminium



Rarement utilisés à l'état pur en construction mécanique.

I-2. Alliages métalliques

Alliage : métal de base + autres constituants

Métal de base :

Fer, Cuivre,
Aluminium,
Zinc,
Magnésium.

Constituants :

Métalliques :

- o Nickel
- o Chrome,
- o Plomb,
- o Étain,
- o Molybdène.

Non métalliques :

- o Carbone,
- o Silicium,
- o Phosphore,
- o Soufre.



I-3. Matériaux plastiques

Thermoplastiques :

Ramollissent en chauffant, peu de liaisons entre macromolécules,
Recyclables,
Caractéristiques mécaniques limitées.

Thermodurcissables :

Ne ramollissent pas en chauffant, macromolécules liées irréversiblement,
Non recyclables,
Caractéristiques mécaniques élevées.

Élastomères :

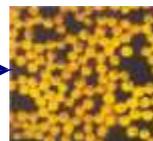
Pneumatiques, joints, chaussures...



I-4. Matériaux composites

Constitution :

Réseau de fibres à haute limite élastique,
Fibres maintenues par un liant (matrice),
La structure est hétérogène.

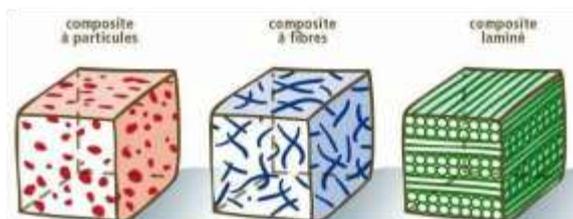


Fibres

de verre,
de carbone,
de kevlar.

Matrice

Polymère,
Métallique
Céramique



Exemples d'application



I-5. Céramiques

Composition :

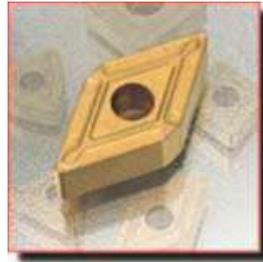
- Agglomérat de grains (poudres),
- Grains métalliques et non-métalliques,
- Grains soudés par frittage.

Outils de coupe :

- Carbure de silicium (SiC),
- Carbure de tungstène (W C).

Abrasifs :

- Oxyde d'aluminium (Al₃O₂).



Pointes carbure pour usinage

II. Les alliages métalliques

Nom	Métal de base	Masse volumique	T° fusion
Aciers et fontes	Fer	7800 kg/m ³	1530°C
Alliages légers	Aluminium	2700 kg/m ³	660°C
Bronzes et laitons	Cuivre	8900 kg/m ³	1080°C

II-1. Aciers et fontes

Acier = Fer + 0,008 % à 1,7 % de carbone + autres constituants métalliques ou non

Fonte = Fer + 1,7 % à 4,6 % de carbone

II-1-1. Typologie des fontes

FGL : Fonte à graphite lamellaire (fonte grise)

- o Carbone cristallisé en fines lamelles,
- o Usinable,
- o Fragile.
- o Moulable,

Graphite :
carbone cristallisé



Radiateurs en fonte



Théière en fonte



FGS : Fonte à graphite sphéroïdal

- o Carbone cristallisé en nodules,
- o Bonnes caractéristiques mécanique.



Disque de fonte



Plaque égout

Malléables : caractéristiques proches des aciers

- o MN : Malléables à cœur noir,
- o MB : Malléables à cœur blanc,
- o MP : Malléables à structure perlitique.

II-1-2. Exemples de désignation des fontes

- FGL 300 : Fonte à graphite lamellaire,
 - o Rm (résistance à la rupture) = 300 MPa (N/mm²).
- FGS 500-7 : Fonte à graphite sphéroïdal,
 - o Rm (résistance à la rupture) = 500 MPa (N/mm²),
 - o Allongement à la rupture = 7 %.
- MN 700-2 : Fonte malléable à cœur noir,
 - o Rm (résistance à la rupture) = 700 MPa (N/mm²),
 - o Allongement à la rupture = 2 %.

II-1-3. Typologie des aciers

Non alliés : uniquement fer + carbone.

Alliés :

- o Faiblement alliés : aucun élément d'addition n'atteint 5 %.
- o Fortement alliés : au moins un élément d'addition atteint 5 %.

Éléments d'addition :

Aluminium	Al (A)	Béryllium	Be (Be)	Chrome	Cr (C)	Cobalt	Co (K)
Cuivre	Cu (U)	Étain	Sn (E)	Magnésium	Mg (G)	Manganèse	Mn (M)
Molybdène	Mo (D)	Nickel	Ni (N)	Phosphore	Ph (P)	Plomb	Pb (Pb)
Silicium	Si (S)	Soufre	S (F)	Titane	Ti (T)	Tungstène	W (W)
Vanadium	V (V)	Zinc	Zn (Z)	Remarque : C K M N S			



II-1-4. Exemples de désignation d'aciers non alliés

- S 355** : Acier d'usage courant (type S),
 - o **Re** (limite élastique) = **355 MPa** (N/mm).
- E 335** : Acier de construction mécanique (type E),
 - o **Re** (limite élastique) = **335 MPa** (N/mm).²
- C 60** : Acier spécial pour traitement thermique,
 - o **60** = pourcentage de carbone $\times 100 \Rightarrow 0,60$ % de carbone.



II-1-5. Exemples de désignation d'aciers faiblement alliés

- 100 Cr 6** : (100 C 6),
 - o **1 %** de carbone,
 - o 6/4 = **1,5 %** de **chrome** (dureté et inoxydabilité),
 - o Acier pour roulement.
- 30 Ni Cr 11** : (30 NC 11),
 - o **0,30 %** de carbone,
 - o 11/4 = **2,75 %** de **nickel**,
 - o Moins de 1 % de **chrome**,
 - o Acier résistant aux chocs.
- 45 Si 8** : (45 S 8),
 - o **0,45 %** de carbone,
 - o 8/4 = **2 %** de **silicium** (élasticité),
 - o Acier pour ressort.
- 40 Cr Al Mo 6 12** : (40 CAD 6 12),
 - o **0,40 %** de carbone,
 - o 6/4 = **1,5 %** de **chrome**,
 - o 12/10 = **1,2 %** d'**aluminium**,
 - o Moins de 1 % de **molybdène**,
 - o Acier pour nituration (pièce d'usure).



II-1-6. Exemple de désignation d'aciers fortement alliés

- X 12 Cr Ni Mo 18 10** : (Z 12 CND 18 10),
 - o **0,12 %** de carbone,
 - o **18 %** de **chrome**,
 - o **10 %** de **nickel**,
 - o Moins de 1 % de **molybdène**,
 - o Acier inoxydable.



II-2. Alliages légers

II-2-1. Alliages d'aluminium

Al Cu 4 Mg : (A U 4 G),

- o 4 % de **cuivre**,
- o Du **magnésium**,
- o Usage général,
- o « Duralumin ».

Al Cu 5 Mg Ti : (A U 5 G T),

- o 5 % de **cuivre**,
- o Du **magnésium**,
- o Du **titane**,
- o Moulabilité et usinabilité.

Al Si 13 : (A S 13),

- o 13 % de **silicium**,
- o Excellente moulabilité,
- o « Alpac ».

Al Mg 6 : (A G 6),

- o 6 % de **magnésium**,
- o Résistant à la corrosion,
- o Construction marine.



II-2-2. Alliages de cuivre

Cu Sn 8 Pb : (U E 8 P),

- o 8 % d'**étain**,
- o Du **plomb**,
- o Bonnes qualités frottantes,
- o « Bronze ».

Cu Zn 40 Pb 3 : (U Z 40 Pb 3),

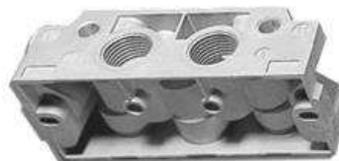
- o 40 % de **zinc**,
- o 3 % de **plomb**,
- o Très bonne usinabilité,
- o « Laiton » de décolletage.



II-2-3. Alliages de zinc

Zn Al 4 Mg : (Z A 4 G),

- o 4 % d'**aluminium**,
- o Du **magnésium**,
- o Petits carters moulés,
- o « Zamak ».



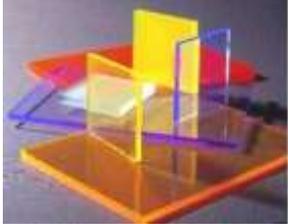
III. Les matériaux plastiques

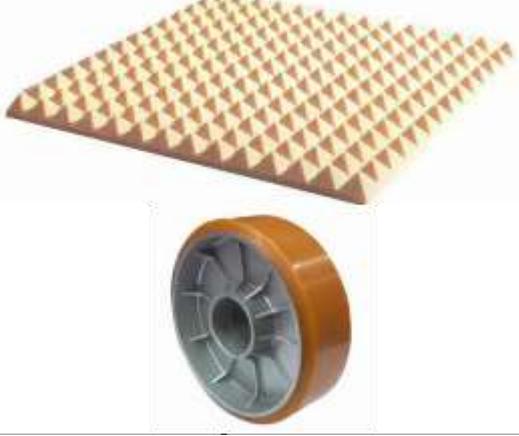
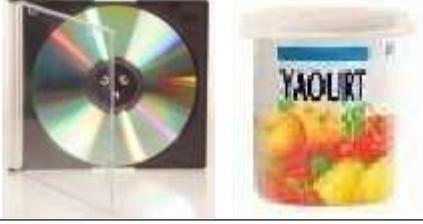
III-1. Composition des matériaux plastiques

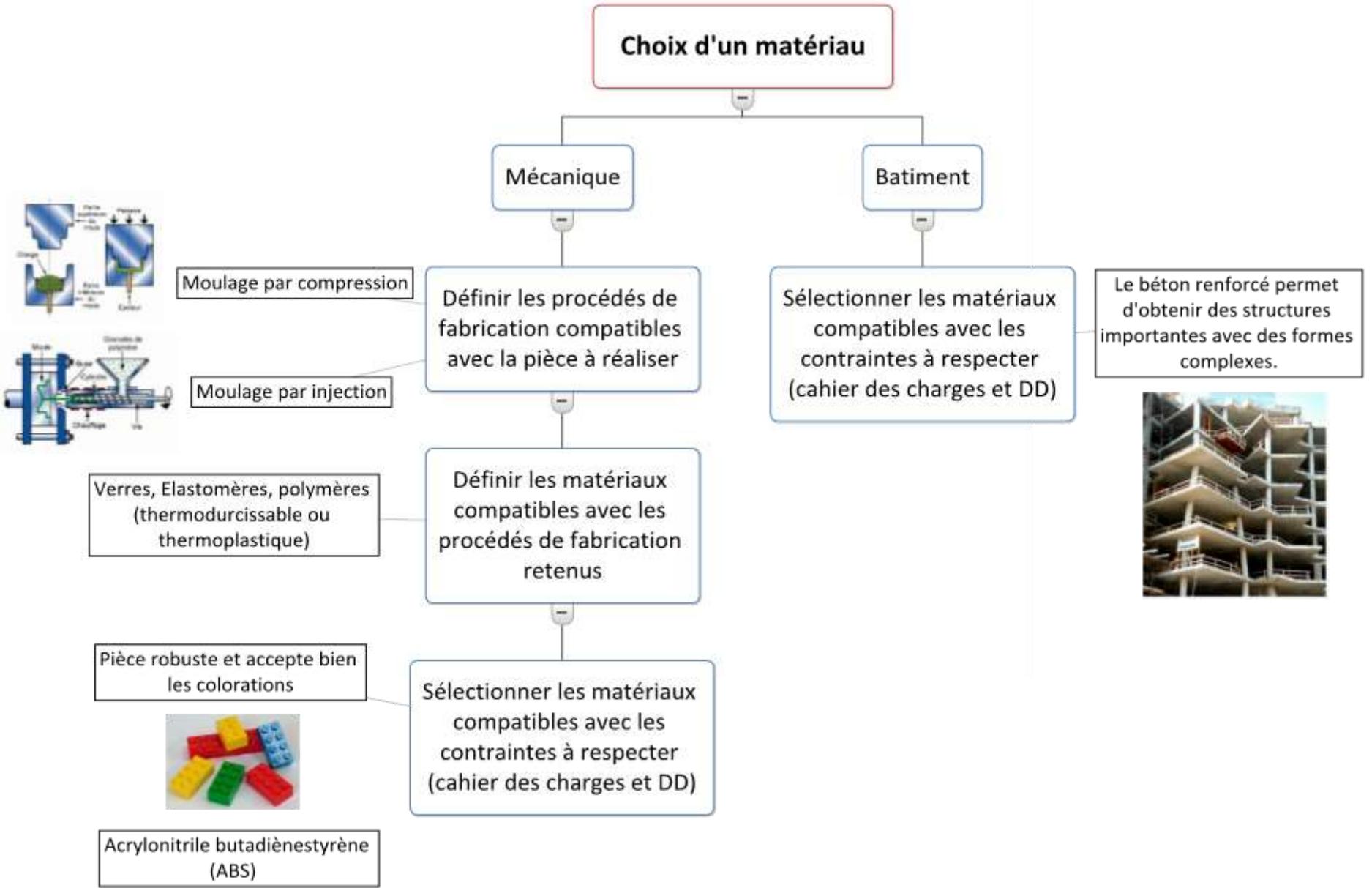
Polymères : macromolécules obtenues par polymérisation

Adjuvants : Colorants, Plastifiants, Antistatiques, A

III-2. Exemples de matériaux plastiques

<p>Polycarbonate (PC) : visière de casque</p>	
<p>Polyméthacrylate (PMMA) : vitres de sécurité (Plexiglas Altuglas)</p>	
<p>Polytétrafluoroéthylène (PTFE) : joints, pièces de frottement (Téflon), moules de cuisine</p>	
<p>Polychlorure de vinyle (PVC) : souple ou rigide pour gainage de fils ou tuyaux, menuiserie</p>	
<p>Polyamide (PA) : petits carters, toiles de parachute (nylon), pièces mécaniques (automobile)</p>	
<p>Polyéthylène (PE) : sachets plastiques, emballages, gants</p>	

<p>Acrylonitrile butadiène styrène (ABS) : appareils électroménagers, carters d'aspirateur, corps de cafetières, jouets LEGO, pare-chocs</p>	
<p>Polypropylène (PP) : mobilier de jardin, pare-chocs, tableaux de bord et habillage intérieur des voitures, pièces mécaniques moulées</p>	
<p>Polyester (PET) : films plastiques, vêtements</p>	
<p>Polyuréthane (PU) : sièges, appuie-têtes, accoudoirs, volants, toits ou tableaux de bord dans l'industrie automobile (mousses pour isolation bâtiment, mousses flexibles), bande de roulement pour petite roue</p>	
<p>Phénoplaste (PF) : cylindres moulés de disques de frein, manches de poêles, prises et interrupteurs de courant, pièces de fer à repasser électriques (bakélite)</p>	
<p>Polystyrène expansé (PS) : boîtiers CD, couverts en plastique, verres en plastique, emballages alimentaires (pots de yaourt), ...</p>	
<p>Néoprène : combinaisons de plongée (caoutchouc synthétique), haltères, ...</p>	



IV. Relations avec les fonctions du cahier des charges

Pour choisir un matériau il est impératif de définir :

☐ Contraintes incontournables

Ce sont les caractéristiques qu'il faut obligatoirement respecter. Elles sont imposées par la sécurité (présence de courant électrique, d'efforts importants, de chocs, ...) mais également par l'usage (volume ou poids minimal, ...).

☐ Les propriétés à optimiser

Ce sont les caractéristiques qui peuvent améliorer la valeur d'usage du produit (masse, ergonomie, performances, ...) ou la valeur d'estime (couleur, profil, ...), mais également diminuer les coûts de production (formes, rugosité...).

