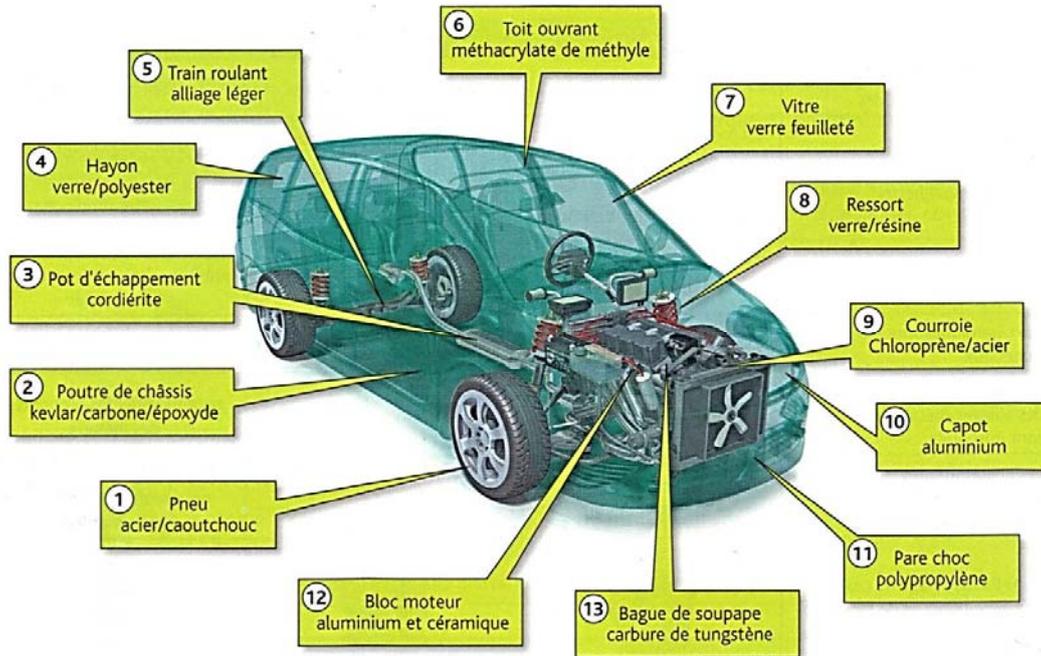


**Matériaux**

**Activité 1 : Quels matériaux pour les véhicules ?**

**Document 1 : Différentes familles de matériaux**

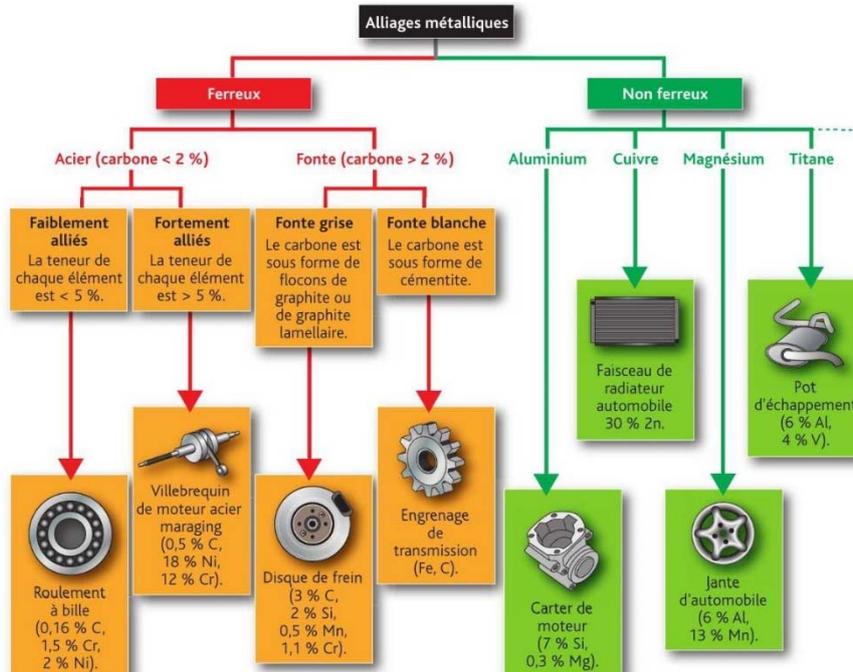
Certaines pièces et matériaux d'une automobile ont été identifiés ci-dessous :



**Document 2 : Une classification des matériaux**

**Les métaux :** Les métaux sont des matériaux dont les atomes sont unis par des liaisons métalliques. Ils sont le plus souvent durs, opaques, brillants, bons conducteurs de la chaleur et de l'électricité. Ils sont généralement malléables, c'est-à-dire qu'ils peuvent être martelés ou pressés pour leur faire changer de forme sans les fissurer ni les briser (fer, cuivre, aluminium...)

**Les alliages :** ils sont obtenus en additionnant des atomes étrangers en plus ou moins grande quantité à des métaux ; on obtient alors des matériaux répondant à des propriétés mécaniques, chimiques (corrosion) ou de mises en œuvre supérieures. Exemple : acier (Fer / carbone de 0,2 à 1,7%),

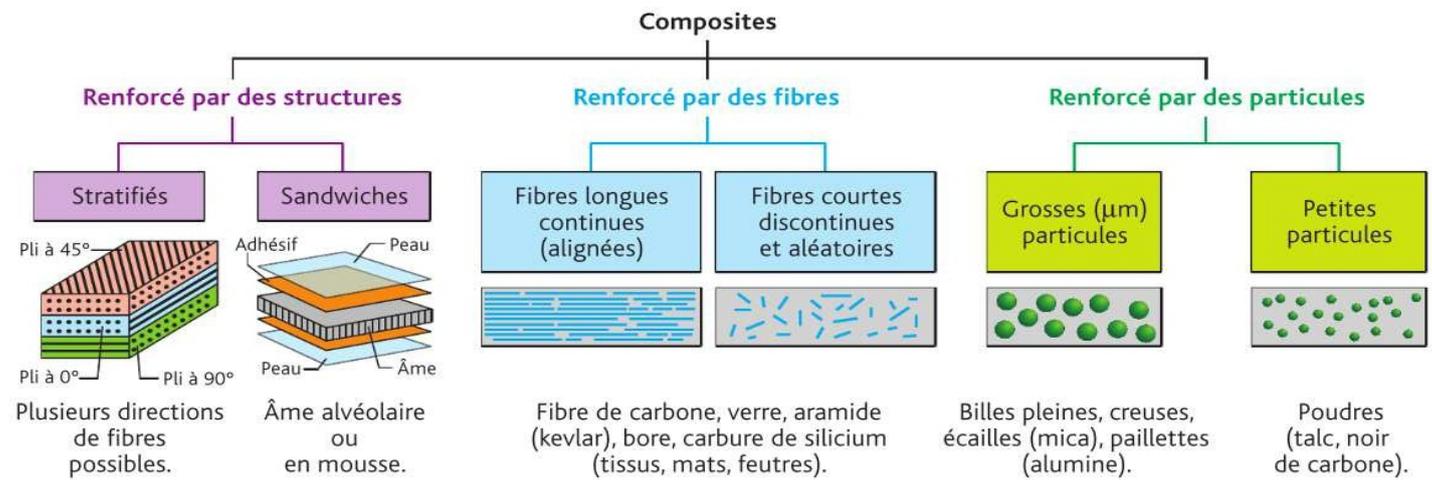


**Les céramiques :** Ce sont des **matériaux** inorganiques, non métalliques, nécessitant de hautes températures lors de leur fabrication. Il s'agit en général d'oxydes métalliques, et plus généralement de métaux oxydés, mais pas uniquement (vaisselle, fonte...)

**Les matériaux composites :**

Les **matériaux composites**, constitués par l'assemblage d'au moins deux matériaux non miscibles ayant une bonne aptitude à l'adhésion, comportent une matrice et un renfort.

Le **renfort** est un matériau résistant qui supporte les efforts. Il est noyé pendant la fabrication dans une **matrice** qui assure la liaison et la transmission des efforts. Celle-ci peut être faite de polymères CMO (matrice organique), de céramiques CMC (matrice céramique), de métaux CMM (matrice métallique).



Ils permettent une amélioration des **performances mécaniques**, un **gain de poids** (économies d'énergie), une **longévité accrue** (meilleur amortissement), une **corrosion inexistante** (économie de maintenance), ce qui les rend particulièrement adaptés aux besoins de l'industrie aéronautique.

1. Quelles sont les différentes classes de matériaux ?
  
2. Pourquoi a-t-on longtemps utilisé préférentiellement l'acier pour les véhicules ?
  
3. Qu'est-ce qu'un matériau composite ?
  
4. Pourquoi utilise-t-on de plus en plus des matériaux composites ?

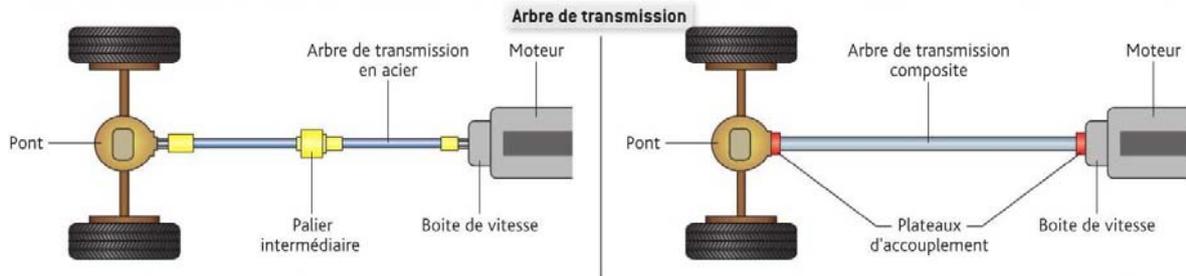
Conclusion sur les matériaux utilisés dans les transports :

On utilise différents types de matériaux dans les transports .....

.....

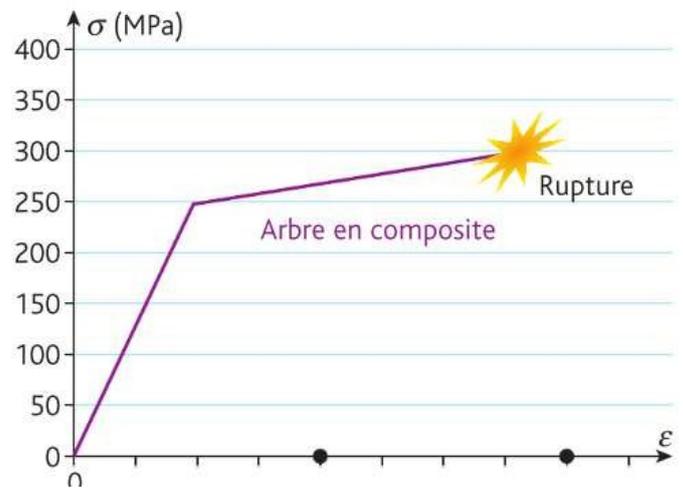
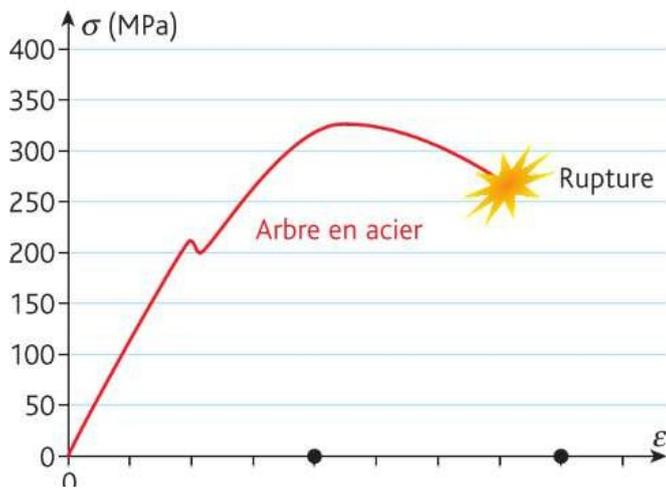
Les matériaux sont utilisés selon leurs .....et leurs .....

Document 3 : Les contraintes mécaniques



On soumet deux barres, une d'acier et une de matériau composite à des forces de traction croissante.

On mesure la contrainte des forces de traction  $\sigma$  ( $\sigma = F/S$ ,  $F$  étant la force de traction et  $S$  surface de la section du matériau) et la déformation engendrée  $\epsilon$  ( $\epsilon = \Delta l/l$ ,  $\Delta l$  étant l'allongement et  $l$  la longueur de la barre sans contrainte). On obtient les graphiques ci-dessous :



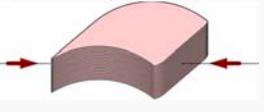
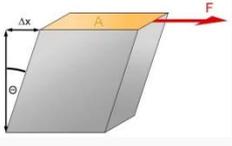
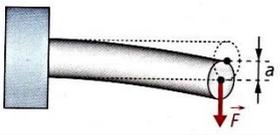
Un matériau est dit élastique si la déformation est proportionnelle à la contrainte. Au-delà de cette zone, il devient plastique (il n'a plus alors sa forme initiale) puis il va céder (rupture).

La longévité et le bon fonctionnement des arbres imposent de rester dans le domaine élastique.

1. Quel comportement doit avoir un matériau utilisé pour un arbre de transmission ?
2. Pourquoi remplace-t-on les arbres de transmission en acier par des arbres de transmission en matériaux composites ?
3. Placer sur les graphiques des valeurs possibles de contraintes mécaniques entraînant la rupture.

Lorsqu'un matériau est soumis à un grand nombre de cycles d'utilisation, la rupture va apparaître pour une contrainte mécanique plus faible que celle indiquée sur les graphiques : c'est le phénomène de fatigue qui a lieu dans le domaine élastique.

Un matériau peut subir différentes contraintes mécaniques qui peuvent l'user. Selon l'utilisation à laquelle est destiné le matériau, il devra présenter une bonne résistance à tel ou tel type de contrainte mécanique.

Type	Commentaire	Exemple	
<u>Traction</u>		Allongement longitudinal, on <i>tire</i> de chaque côté	barre de remorquage
<u>Compression</u>		Raccourcissement, on <i>appuie</i> de chaque côté	poteau supportant un plancher
<u>Cisaillement</u>		Glissement relatif des sections	goujon de fixation
<u>Torsion</u>		Sous l'action des deux couples opposés M et M', le solide se tord.	arbre de transmission d'un moteur
<u>Flexion</u>		Sollicité à une extrémité par une force, le solide fléchit.	planche de plongeur partie de poutre entre deux charges concentrées ou soumises à un couple

Le matériau subit une déformation élastique s'il revient à son état initial lorsque cesse la contrainte. Un matériau subit une déformation permanente s'il ne revient pas à son état initial lorsque cesse la contrainte. Une pièce présente de bonnes propriétés mécaniques lorsqu'on reste dans le domaine élastique.

### Document 5 : Contraintes thermiques

#### • Dilatation-Contraction

Un changement de température entraîne une modification de la distance interatomique : la plupart des matériaux se dilatent en se réchauffant et se contractent en se refroidissant.

La modification de la longueur s'exprime avec la loi :

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta \theta \quad \text{ou} \quad \varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} = \alpha \cdot \Delta \theta$$

avec :

- $\varepsilon$ , allongement relatif;
- $\Delta l$ , variation de longueur (m),  $l_0$  longueur initiale (m);
- $\alpha$ , coefficient de dilatation linéaire (linéique) ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ );
- $\Delta \theta$ , variation de température ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Un matériau amené à chauffer lors de son utilisation devra présenter une bonne résistance aux contraintes thermiques et devra donc présenter le coefficient de dilatation linéaire  $\alpha$  le plus ..... possible.

Matériaux	$\alpha$ ( $^{\circ}\text{C}^{-1} \times 10^{-6}$ )
Aluminium	23,6
Acier	11,7
Invar	1,6
Fibre de carbone	$\approx 0$
Pyrex	3,3
Nylon 6.6	144
Béton	11,6

Quelques coefficients de dilatation linéique.

4. Quel matériau va-t-on privilégier pour la réalisation des coques aéronautiques où les écarts de températures sont très importants ? (page 2)

### **Conclusion sur les contraintes mécaniques et thermiques**

Un matériau doit résister à des contraintes ..... et garder ses .....

pour un grand nombre .....

La rupture au bout de N cycles d'utilisation s'appelle la .....

Il doit également résister à des contraintes .....

### Vieillessement dû au rayonnement

Le rayonnement solaire et en particulier ses composantes *UV* entraînent des réactions chimiques qui vieillessement les plastiques et altèrent les couleurs des peintures ...

**Matériaux**

**Activité 2 : Comment trier les emballages plastiques chez vous ?**

Sur les emballages en plastique figure un logo en forme de triangle avec 3 flèches. Ce pictogramme indique que le produit est recyclable. Le chiffre indique la nature du plastique dont l'objet est constitué.

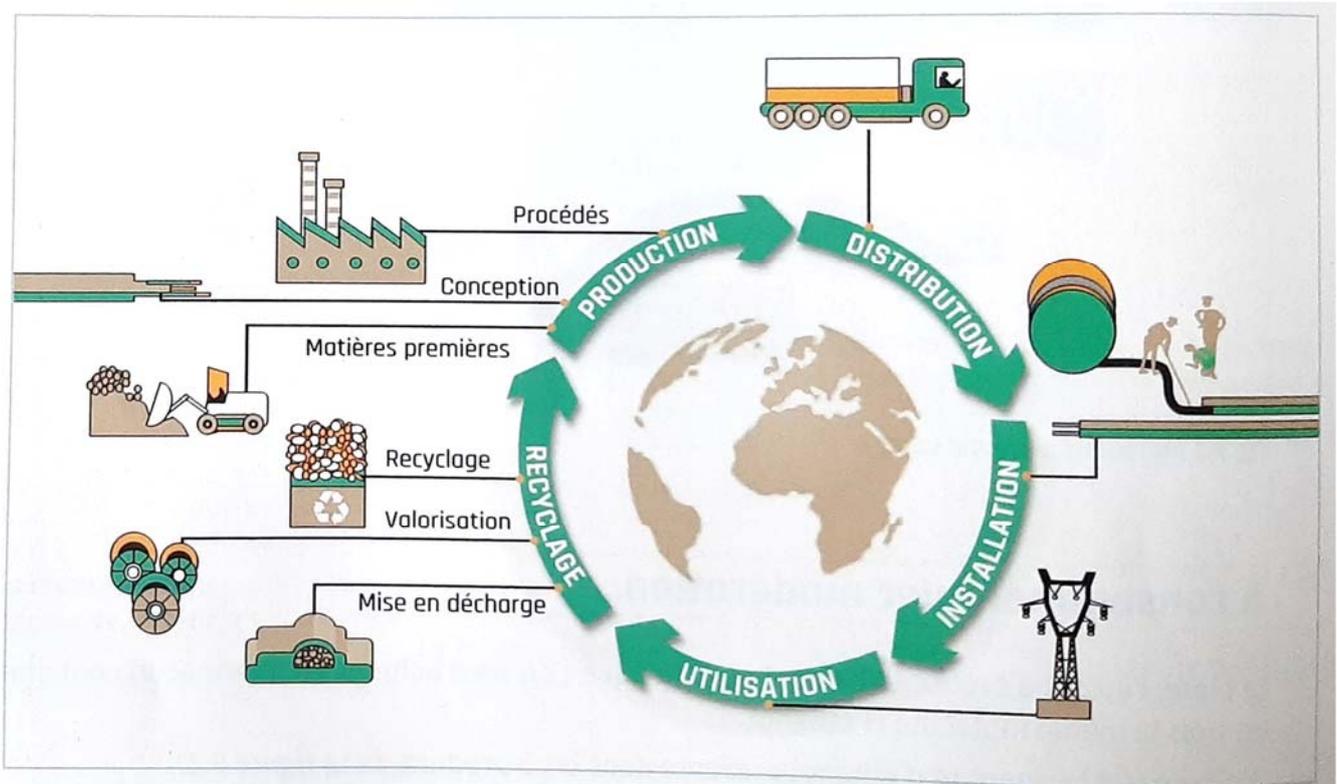
**Tableau 9.1** Le recyclage des emballages en plastique.

Nom du polymère	Symbole de recyclage	Quelques caractéristiques	Exemples d'utilisation	Exemples de recyclage
Polytéréphtalate d'éthylène (PET ou PETE)	 PETE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entièrement recyclable.</li> <li>Peut être réutilisé plusieurs fois car conserve ses caractéristiques physico-chimiques.</li> <li>Son recyclage exige une extrême pureté de la matière collectée.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bouteilles d'eau et de boissons gazeuses, bouteilles d'huile et de vinaigre.</li> <li>Sacs de cuisson, barquettes alimentaires, tasses.</li> <li>Flacons, bouteilles de shampoing.</li> </ul>	Bouteilles d'eau et de boissons gazeuses, vêtements, tapis.
Polyéthylène à haute densité (HDPE)	 HDPE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opaque.</li> <li>Résistant aux chocs.</li> <li>Imperméable à l'eau, à certains produits chimiques, aux gaz et aux arômes.</li> <li>Utilisé dans les secteurs alimentaire, médical et chimique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réservoirs.</li> <li>Équipements sportifs.</li> <li>Prothèses.</li> <li>Bouteilles de lait, bouteilles de shampoing, de produits cosmétiques.</li> <li>Poubelles.</li> <li> Tubes et tuyaux.</li> <li>Emballages semi-rigides.</li> </ul>	Flacons ménagers, bouteilles de détergent, caisses, sacs poubelles, poubelles.
Polychlorure de vinyle (PVC)	 V	<ul style="list-style-type: none"> <li>Constitué de plus de 50 % de matières premières d'origine minérale (sel).</li> <li>Utilisé dans les secteurs de la construction et de l'emballage.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tuyaux de canalisations.</li> <li>Revêtements de sol.</li> <li>Encadrements de fenêtre.</li> <li>Revêtements de piscine.</li> <li>Fils, feuilles, boîtes alimentaires.</li> </ul>	Tuyaux, classeurs, tapis, revêtements de sol, toiles cirées, meubles de jardin.
Polyéthylène à basse densité (LDPE)	 LDPE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Souple.</li> <li>Résistant aux chocs.</li> <li>Imperméable à l'eau.</li> </ul>	Sacs poubelles, sacs réutilisables de supermarché, sacs de congélation, bâches.	Non recyclable dans les poubelles de tri.
Polypropylène (PP)	 PP	Utilisé dans l'industrie automobile et dans l'industrie alimentaire.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vaisselle en plastique, récipients alimentaires réutilisables, gourdes, emballages de beurre ou de margarine, pots de yaourts, pailles.</li> <li>Pare-chocs.</li> <li>Jouets.</li> </ul>	Non recyclable en dehors de l'industrie.
Polystyrène expansé (PS)	 PS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dur.</li> <li>Cassant.</li> <li>Un des plastiques les plus répandus dans nos maisons.</li> </ul>	Barquette alimentaires, isolant thermique, boîtes de congélation, couverts et gobelets jetables, ustensiles de cuisine, stylos, étuis de CD.	Non recyclable dans les poubelles de tri.
Regroupe tous les autres plastiques ; notamment les plastiques à base de polycarbonates.	 OTHER		CD, nylon, lunettes de protection.	Équipements électroniques, accessoires automobiles.

Le plastique a envahi nos vies. Vivre sans plastique semble quasiment impossible. Il faut reconnaître que les matières plastiques sont très faciles à utiliser. Malheureusement, elles sont beaucoup moins faciles à détruire. On en retrouve dans les océans, les forêts et même dans l'air qui sort des incinérateurs à déchets. Peut-on les recycler pour diminuer cette pollution ?



Les matières plastiques



1. Lors de l'étude du cycle de vie d'un matériau, quelles sont les 5 phases à prendre en compte ?
2. Quels plastiques peuvent être utilisés pour fabriquer des bouteilles ?
3. Quel est l'inconvénient du recyclage du PET ?
4. Quels objets peuvent être réalisés à partir d'anciennes bouteilles en plastiques ?
5. Presque tous les plastiques sont recyclables. Cependant, en pratique, le recyclage n'est pas toujours possible. Quels sont les polymères que vous pouvez trier à la maison ?

## Exercices

## Exercice 1 : QCM

	A	B	C
<b>Les bons conducteurs thermiques sont :</b>	Les matériaux organiques	Les métaux	Les matériaux minéraux
<b>Une bonne résistance mécanique est constatée pour :</b>	Les métaux	Les matériaux organiques	Les matériaux minéraux
<b>Les atomes étrangers des alliages métalliques sont introduits :</b>	En quantité limitée	Par insertion ou substitution	Pur modifier les propriétés des matériaux
<b>Les pneumatiques sont essentiellement des composites :</b>	Formés d'acier et d'élastomères	Ayant de l'acier pour renfort et des élastomères pour matrices	Ayant des élastomères pour renfort et de l'acier pour matrices
<b>Quand un matériau est soumis à des contraintes mécaniques répétées, il est alors soumis à des contraintes :</b>	Qui dépendent du temps	Dites élastiques	Dites de fatigues
<b>La corrosion d'un métal correspond à :</b>	La formation d'une demi-pile au niveau du métal	Une oxydation de ce métal	Un gain d'électron par ce métal
<b>Les oxydants courants rencontrés sont :</b>	L'oxygène de l'air	Les pluies acides	La sueur des mains parce qu'elle est souvent acide
<b>Pour réaliser des électrodes sacrificielles qui protègent la coque en acier (assimilé à du fer) d'un navire, on peut utiliser :</b>	Des anodes en magnésium	Des cathodes en cuivre	Des anodes en cuivre

## Exercice 2 : Déformation du kevlar

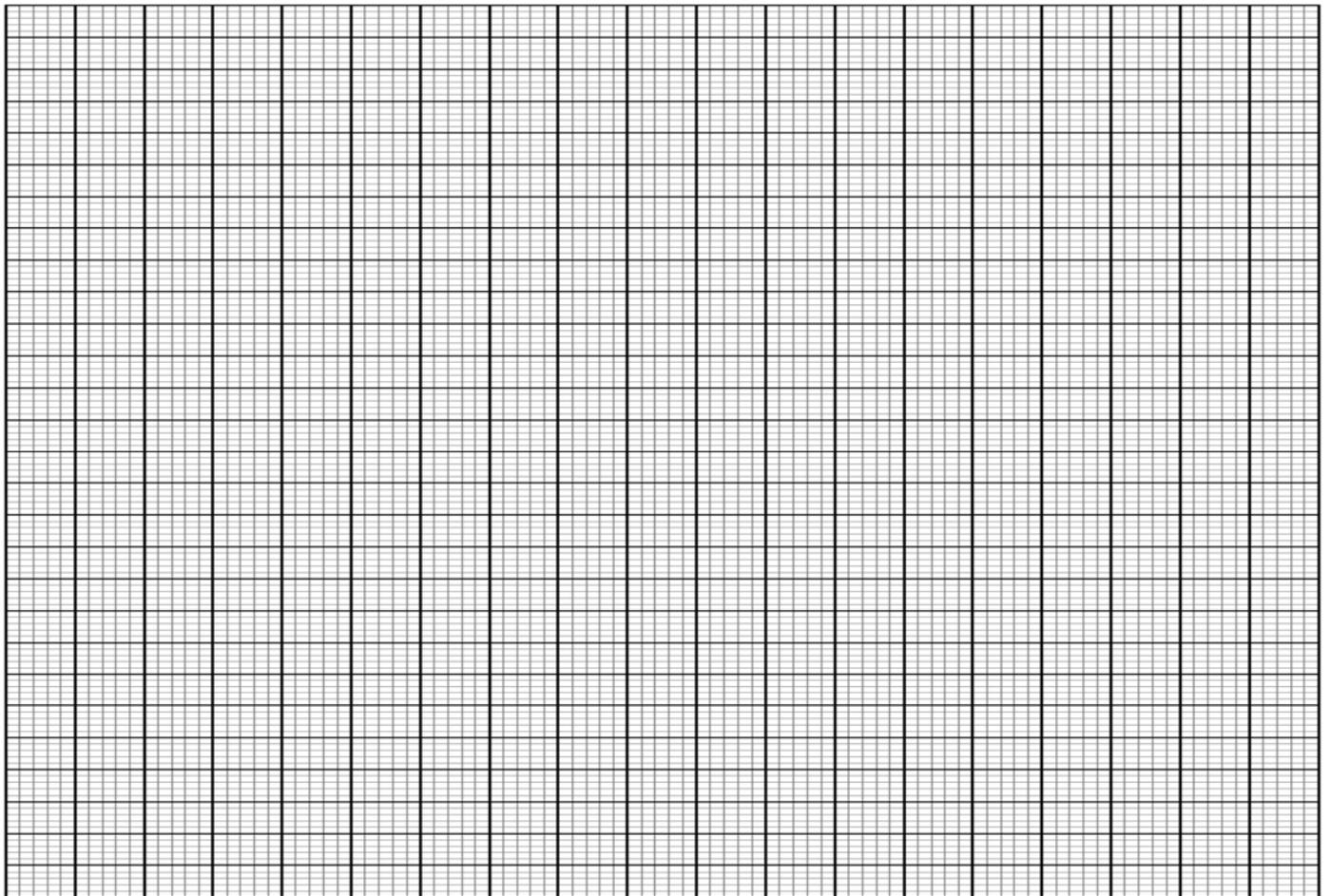
Un échantillon de Kevlar a les dimensions suivantes : longueur 200 mm, largeur 5 cm, épaisseur 1 mm. On l'étire (essai de traction) dans le sens de la longueur et on mesure la force  $F$  de traction en fonction de l'allongement  $\Delta l$ . On obtient le tableau suivant :

Allongement $\Delta l$ (mm)	0	3	6	10	15	18	20
Force de traction $F$ (kN)	0	101,25	202,5	335,5	506,25	607,5	675

1. Représenter la force de traction en fonction de l'allongement.
2. Calculer le module d'élasticité  $E$  du Kelvar (module de Young).

On rappelle la loi de déformation :

$$\frac{F}{S} = E \cdot \Delta l$$



### Exercice 3 : Famille de matériaux

**Associer les matériaux à leurs familles :**

Matériaux	Familles
céramique	
cuivre	• Matériaux métalliques
polyéthylène	
Béton armé	• Matériaux organiques
bois	
bronze	• Matériaux minéraux
silice	
aluminium	• Matériaux composites
verre	
PVC (Polychlorure de Vinyle)	

### Exercice 4 : La barre de cuivre

Une tige de cuivre de module de Young  $E = 100 \text{ GPa}$ , de longueur  $l_0 = 305 \text{ mm}$  et de surface  $S = 0,1 \text{ cm}^2$  est étirée à l'aide d'un treuil. La force de traction vaut  $F = 27,5 \text{ kN}$ .

1. Déterminer la valeur de la contrainte  $\sigma$
2. Si la déformation est élastique, quelle sera son élongation  $\Delta l$  ?