

Comportement mécanique des matériaux métallique *Corrigé-Série d'exercice*

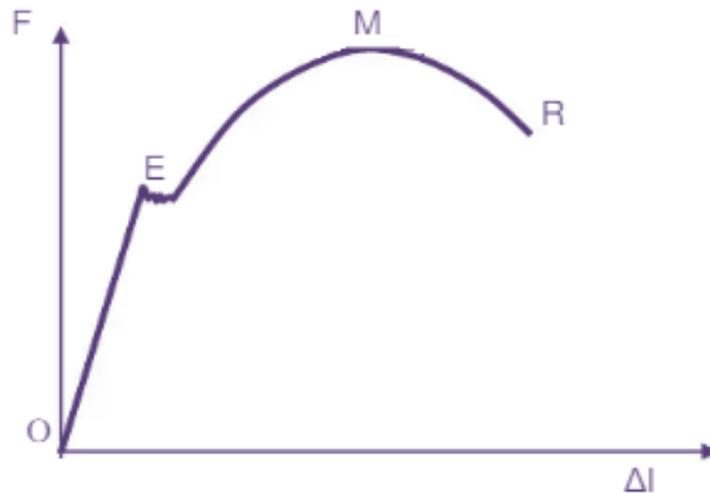
Exercice 1 :

- Les matériaux solides notamment les matériaux métalliques se dégradent ou se cassent à cause de l'application de sévères efforts (contraintes et pressions). Généralement, les différents types d'effort appliqués à ces objets dans l'industrie sont variés selon la variation de techniques et de méthodes d'application et qui appartiennent aux essais (traction, compression, flexion, torsion, choc ou résilience, indentation comme dureté, fatigue, fatigue, fluage, usure, frottement etc...). Ces essais peuvent intervenir dans ceci soit à l'échelle individuel (une seule technique) ou soit à l'échelle multiple (deux essais ou plus à la fois)
- Les effets chimiques et thermiques peuvent avoir des influences sur l'endommagement et la dégradation des matériaux métalliques surtout sur leurs régions superficielles. Comme les effets mécaniques, les effets thermiques et chimiques peuvent affecter les matériaux de différentes manières selon les milieux environnants. On peut citer quelques exemples à propos de ceux-ci. Pour le côté chimique, l'environnement pourra être un milieu gazeux (oxygène, nitrogène, ...) ou un milieu humide ou liquide (l'eau naturelle, l'eau de pluie, l'eau de mer, liquide basique ou agressif). La même chose pour l'effet thermique. Ils se trouvent des paramètres conditionnant les milieux entourant les matériaux. A titre d'exemple, le temps de séjour ou de maintien appliqué sur les matériaux dans un climat chaud ou froid. Je peux tirer de ceci qu'il y a plusieurs paramètres qui rentrent dans la mise en jeu. Parmi lesquels le temps et la température jouent des rôles importants. Les effets mécaniques, chimique et thermique dans leurs états agressifs dégradent ou abîment obligatoirement les matériaux. Ces

derniers peuvent s'endommager par un seul effet ou par plusieurs. On prend l'exemple de fluage considéré comme un seul essai mécanique. Mais en fait, il porte un effet mécanique qui est l'essai de traction et un effet thermique qui correspond au climat très chaud du four où on applique cet essai.

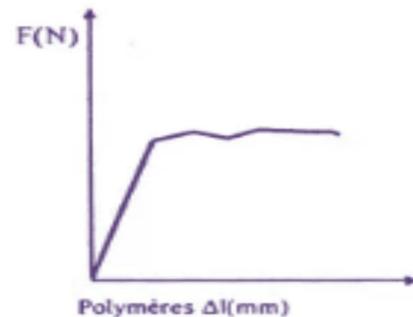
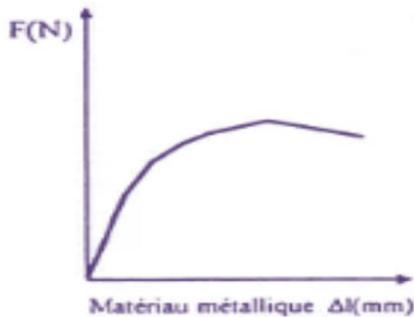
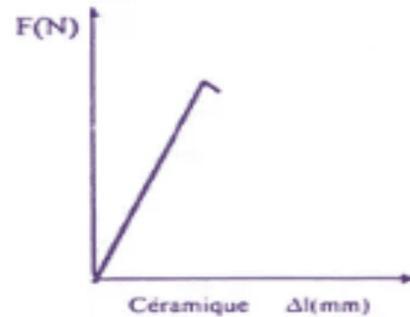
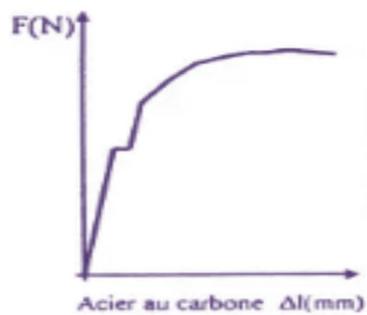
Exercice 2:

- la courbe de traction classique (brute) $F = f(\Delta l)$ est indiquée ci-dessous. La courbe de traction classique ou brute définie par ses coordonnées la force F et l'allongement Δl présente deux domaines : un domaine élastique (réversible) de forme linéaire dont l'éprouvette reprend sa position initial lorsqu'elle est libérée de force appliquée. Un domaine plastique (irréversible) de forme parabolique.



- L'allure de la courbe de traction soit classique ou autre dépend fortement de la géométrie de l'éprouvette. Elle dépend aussi de la nature du matériau à analyser. Pour le premier cas, les éprouvettes de même matériau doivent être standard c à d elles doivent avoir la même forme (cylindriques, prismatique, ..) et les mêmes dimensions ce qui résultent de vrais résultats de caractérisation. Pour le deuxième cas, la nature et l'état du matériau joue un rôle très important sur l'allure de la courbe de traction. Sur la figure ci-dessous, on voit l'essai de traction de l'acier au carbone présente une allure importante sur le domaine élastique. Ce domaine est considéré inférieur par

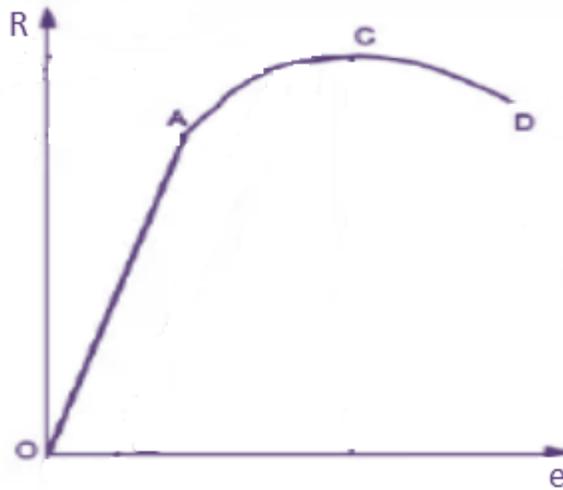
rapport à ce du matériau céramique qui possède d'une part la propriété de dureté élevée qui favorise l'augmentation de la limite d'élasticité et d'autre part la propriété de fragilité qui exempt la partie plastique dans la courbe. Cette zone plastique est clairement apparue pour les autres types de matériaux notamment les polymères. L'état du matériau (même matériau) tend vers les traitements thermiques du matériau (traitements thermiques ou vieillissements) qui peuvent influencer sur le comportement des matériaux. Ces derniers pourront être changés par des traitements mécaniques comme le cas de l'écroutissage. Ce dernier est considéré un phénomène intéressant, car il permet d'augmenter artificiellement le domaine élastique d'un matériau



- La relation entre les coordonnées de la courbe classique $F = f(\Delta l)$ et la courbe conventionnelle $R = f(e)$.

$$R = F / S_0$$

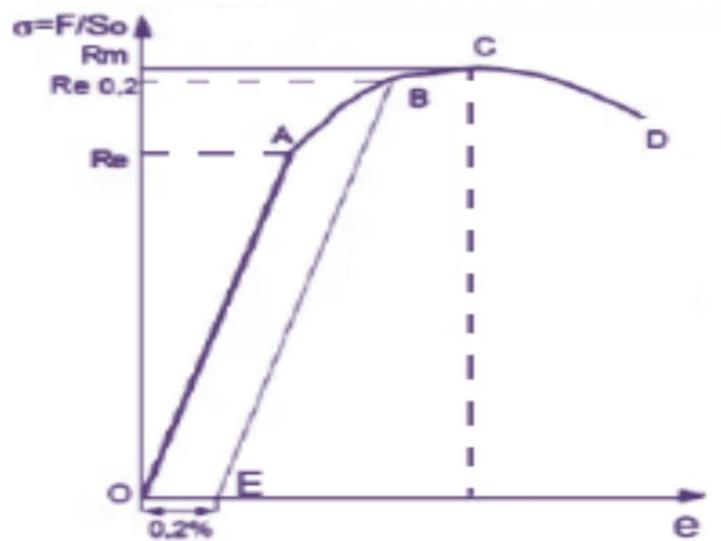
$$e = (L - L_0) / L_0$$



L'allure de la courbe est représentée par le chemin OACD. La zone linéaire OA représente le domaine élastique : Si l'on diminue l'application de la charge à partir d'un point quelconque entre O et A, on revient en O suivant le même chemin. La zone parabolique ACD représente le domaine plastique. En point C où la charge est maximale, l'apparition de la striction (diminution visible d'une section) et en point D, il résulte la rupture.

Exercice 3:

- Toujours dans la courbe de traction conventionnelle et juste dans le domaine plastique dans sa partie de charge avant d'arriver au point où la charge est maximale. Si en choisissant un point B situé entre A et C, on diminue l'application de la charge, on revient en E suivant un chemin parallèle à OA. La déformation obtenue s'appelle déformation rémanente OE. Si, à partir de E, on augmente à nouveau la charge, on suit le chemin EB : augmentation de la zone linéaire. C'est le phénomène d'écrouissage.



- La limite élastique, la résistance max, le module d'élasticité, l'allongement, le coefficient de striction et la résistance pratique ceux sont les propriétés mécaniques celles sont les propriétés que l'on peut les extraire de courbe de traction. Ces donner les expressions de ces propriétés sont :

Limite élastique R_e [MPa]	$R_e = \frac{F_e}{S_0}$
Résistance à la traction R_m [MPa].	$R_m = \frac{F_m}{S_0}$
Module d'élasticité longitudinale E [Mpa].	$E = \frac{F_e \cdot L_0}{S_0 \cdot \Delta l}$
Allongement pourcent $A(\%)$	$A(\%) = \frac{l_u - l_0}{l_0} \times 100$
Coefficient de striction $Z(\%)$	$Z(\%) = \frac{S_0 - S_u}{S_u} \times 100$
Résistance pratique à l'extension R_{pe} [Mpa].	$R_{pe} = \frac{R_e}{s}$