

**TP : Essai de traction uniaxiale**

**1. Introduction**

Les essais mécaniques sont des expériences qui permettent de définir les caractéristiques mécaniques des matériaux. On établit ainsi une relation entre les contraintes et les déformations, c'est ce qu'on appelle « loi de comportement ».

Cependant, la déformation d'une pièce dépend de sa forme et de la manière dont sont exercés les efforts extérieurs sur cette pièce. Il faut donc normaliser les essais. A cet effet, les normes définissent :

- la forme de la pièce dont est fait le matériau ; on parle d'éprouvette normalisée ;
- Comment sont exercés les efforts sur l'éprouvette ; on parle d'essai normalisé.

**2. But de l'essai de traction:**

Dans cet essai, on détermine les caractéristiques mécaniques de différents types d'alliages en utilisant l'essai de traction.

**3. Principe :**

L'essai de traction consiste à soumettre l'éprouvette à une charge d'extension qui augmente de manière monotone jusqu'à la rupture. Dans une première étape, la charge nécessaire pour l'allongement de l'éprouvette augmente assez rapidement jusqu'à atteindre la limite élastique du matériau. Le reste de la déformation est obtenu sans que la charge augmente de manière aussi importante ; c'est la phase plastique de la déformation. Dans une dernière étape, la déformation se concentre dans une région du corps de l'éprouvette jusqu'à ce que la rupture ait lieu, c'est la striction.

**4. Dispositif expérimental**

**a. Eprouvette**

Pour les essais de traction, on utilise des éprouvettes normalisées de forme cylindrique ou prismatique (voir figure 1). La partie centrale de l'éprouvette est réalisée avec soin c'est la zone qui va subir la déformation sous l'action de la charge appliquée. Les extrémités de l'éprouvette sont plus larges et servent pour la fixation sur le banc d'essai. Le passage entre les dimensions de la partie centrale et les extrémités de l'éprouvette se fait de manière graduelle pour éviter la concentration des contraintes.

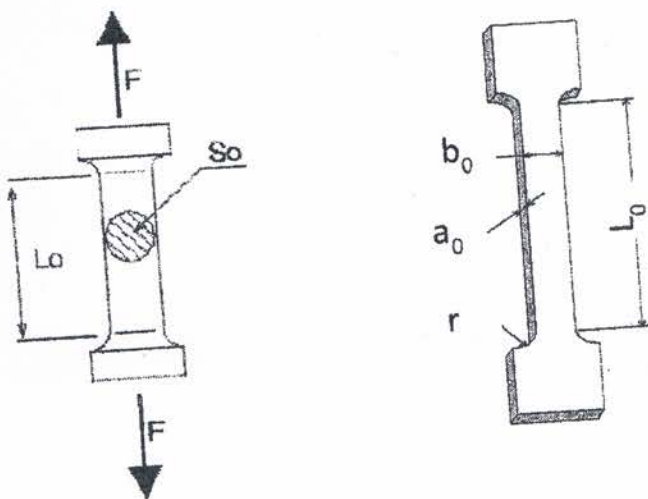


Figure 1 : Eprouvette de traction

Lo : longueur initiale  
So : section initiale

Pour une éprouvette conventionnelle, on a :  
 $L_0 = 5,65 \cdot \sqrt{S_0}$

### b. Machine de traction :

L'essai est réalisé sur une machine hydraulique universelle (figure 2). L'éprouvette utilisée est de forme cylindrique ou prismatique. L'une des extrémités de l'éprouvette est fixée sur une pièce spéciale montée sur le bâtis de la machine (partie fixe) et la deuxième est liée à une autre pièce montée sur la traverse mobile. Le mouvement de la traverse est commandé par un vérin hydraulique. Celui-ci est actionné par la pression d'huile fournie par un groupe moto pompe. Un indicateur de force permet de lire la valeur de la charge appliquée. Un dispositif monté sur la machine permet de tracer la courbe d'évolution de la charge en fonction du déplacement de la traverse.

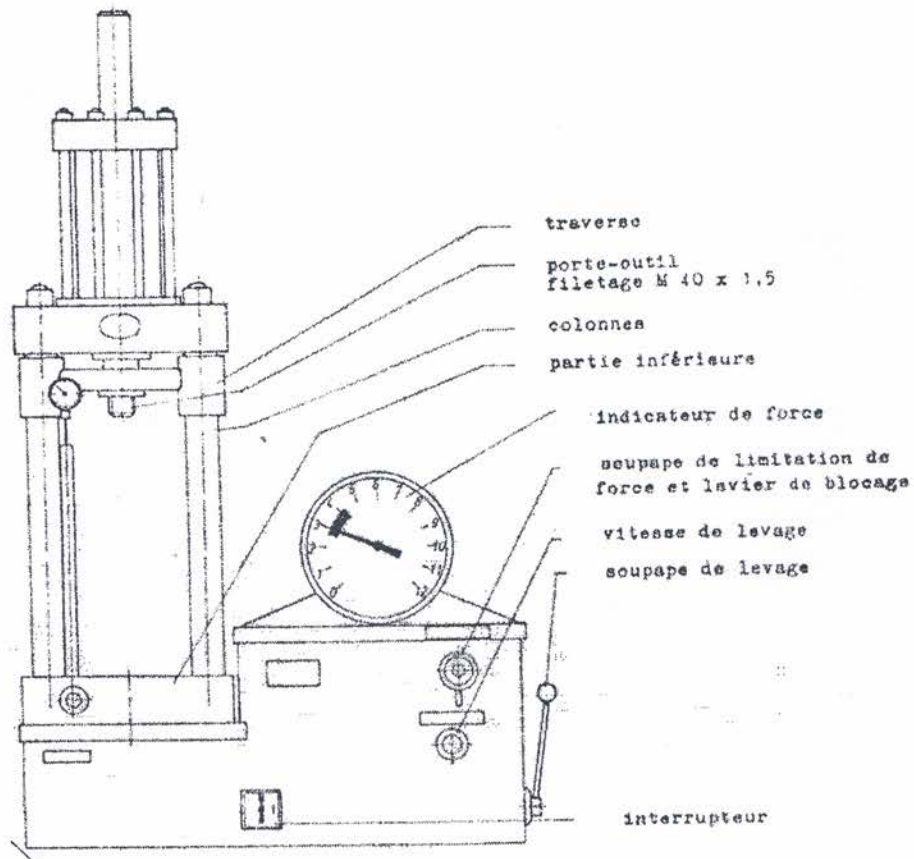


Figure 2 : Schéma de la machine de traction

### 5. Courbe de traction :

L'essai de traction permet de tracer la courbe qui montre l'évolution de la contrainte appliquée ( $\sigma$ =force/section) en fonction de la déformation ( $\epsilon$ =allongement relatif) (voir figure 3). Cette courbe est appelée courbe de traction à partir de laquelle les caractéristiques suivantes peuvent être déduites :

- la déformation élastique en fonction de la contrainte appliquée d'où on peut déduire, connaissant les dimensions de l'éprouvette, le module d'Young ;
- la limite élastique souvent notée  $R_e$ , ou bien la limite d'élasticité à 0,2% notée  $R_{e0,2}$  ;
- la déformation plastique ;
- la résistance à la traction ou tension de rupture souvent notée  $R_r$ ,

Selon le matériau, la température et la vitesse de déformation, la courbe de traction peut avoir différentes formes. La figure 3 représente la courbe de traction d'un acier doux.

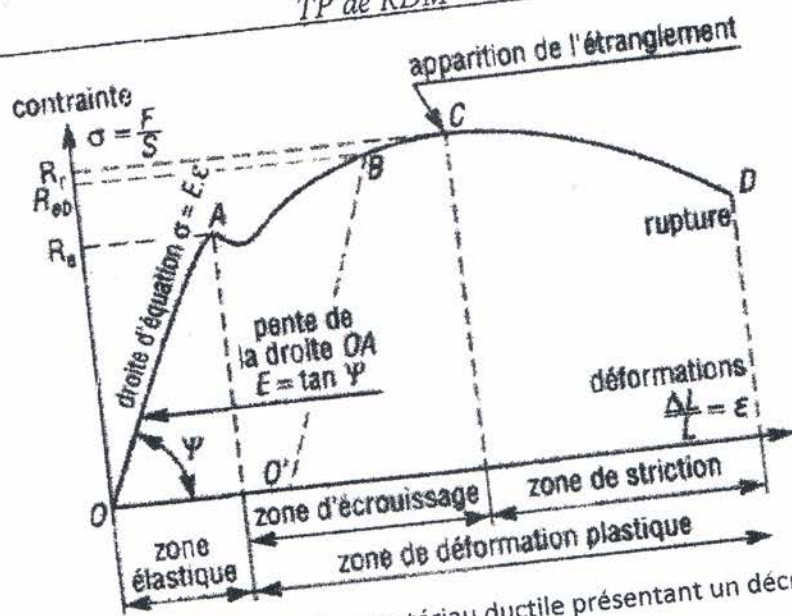


Figure 3 : Courbe de traction d'un matériau ductile présentant un décrochement

- R (ou  $\sigma$ ) : contrainte = F (Force) / S (Surface)
- $R_r$  ( $R_m$ ) : contrainte maximale avant rupture
- $R_e$  : limite apparente d'élasticité
- $\epsilon$  : allongement relatif

Quand il n'est pas possible de déterminer la limite apparente d'élasticité on définit une limite conventionnelle  $R_{p0,2}$  correspondant à un allongement relatif  $\epsilon = 0,2\%$  (voir figure 4).

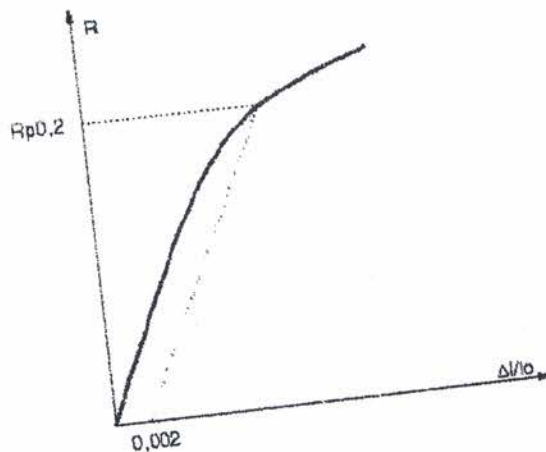


Figure 4 : Détermination de la limite élastique

### 6. Caractéristiques nominales (ou apparentes)

Limite d'élasticité :  $R_e = \frac{F_e}{S_0}$

Résistance à la traction :  $R_m = \frac{F_m}{S_0}$

Allongement à la rupture :  $A\% = 100 \cdot \frac{L_f - L_0}{L_0}$

Dans cette expression,  $L_0$  et  $L_f$  sont respectivement les longueurs initiales et finales après rupture.

Module de Young, représenté par la pente de la courbe dans sa partie linéaire :  $E = \frac{d\sigma}{d\epsilon}$

- Le tableau suivant donne quelques exemples des caractéristiques de matériaux tout en indiquant le type de liaison entre les éléments microscopiques qui assure la cohésion dans ce matériau.

caractéristique matériau	$R_e$	$R_m$	A%	liaison
diamant	50000 MPa	-	0	covalente
verre	3600 MPa	-	0	covalente
acier	150 à 4000 MPa	400 à 4000 MPa	10 à 30%	métallique
aluminium	40 MPa	200 MPa	0 à 40%	métallique
polyéthylène	10 MPa	20 MPa	10 à 1000%	Faible (

Tableau 1 : Exemples de caractéristiques de matériaux

## 7. Conduite de l'essai de traction

- Prendre les dimensions initiales (longueur et diamètre de la zone utile) de l'éprouvette d'essai (utiliser le pied à coulisse)
- Actionner l'interrupteur pour mettre la machine sous tension (la manette de manœuvre doit être en position arrêt).
- Fixer l'éprouvette dans la partie fixe de la machine.
- Descendre la traverse mobile jusqu'à hauteur de l'extrémité supérieure de l'éprouvette en actionnant la manette de manœuvre dans le sens descente (vitesse assez élevée).
- Fixer l'éprouvette sur la traverse mobile.
- Régler la vitesse de la traverse à une valeur assez basse.
- Actionner la soupape de manœuvre en position « montée » et laisser monter lentement.
- Suivre l'évolution des indicateurs de la charge.
- Remettre la manette de la soupape de manœuvre en position « arrêt » lorsque l'éprouvette casse.
- Relever la valeur de la charge de rupture.
- Démonter les deux parties de l'éprouvette et les joindre pour mesurer la longueur finale.
- Calculer les caractéristiques du matériau en utilisant les expressions appropriées.