

## COURS N°8

### Chapitre IV: Fabrication des pièces par déformation plastique

#### IV.1. Introduction :

Les procédés de fabrication des pièces par déformation plastique a une incidence directe sur les caractéristiques morphologiques et mécaniques des pièces, il est nécessaire de connaître les principes physiques et technologiques de ceux-ci afin de concevoir efficacement les produits.

Le choix d'un procédé de mise en forme est fonction du matériau retenu et des caractéristiques du produit. En effet, chaque procédé dépend d'une famille de matériaux et impose ses règles. De la même manière, les caractéristiques pièces peuvent imposer un procédé.

Exemple :

- Le procédé de forgeage est retenu pour la fabrication d'essieu de camion car il améliore les caractéristiques mécaniques du matériau.
- Le procédé d'injection plastique est retenu pour la fabrication de coque de téléphone portable car il permet de grande cadence de production à faible coût.

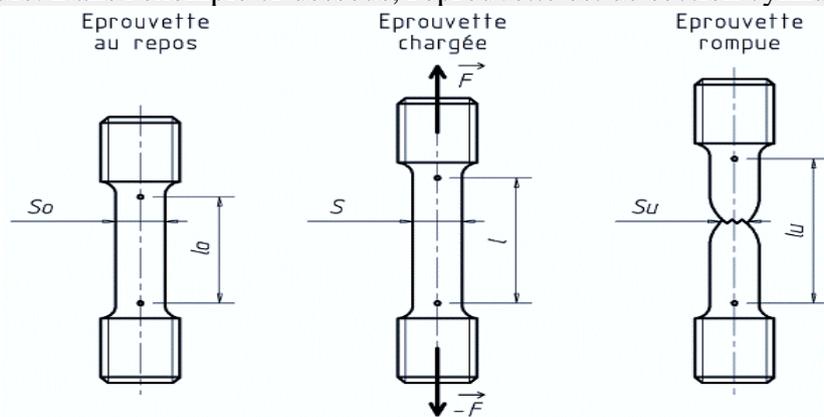
D'autre part, les procédés peuvent être associés :

Exemple :

- Une obtention de pièce en fonderie, puis une reprise en usinage.
- Une obtention de pièce en frittage laser métal puis rectification.

#### IV.2. Principe de déformation par l'essai de traction

Essai consiste à exercer sur une éprouvette une force de traction  $F$  croissante et progressive, jusqu'à la rupture. Dans l'exemple ci-dessous, l'éprouvette est de section cylindrique.



$F$  : Force de traction exercée sur l'éprouvette, en N.

$l_0$  : Longueur entre deux repères réalisés sur l'éprouvette au repos, en mm.

$l$  : Longueur entre les deux repères sur l'éprouvette chargée, en mm.

$l_u$  : Longueur ultime entre les deux repères sur l'éprouvette rompue, en mm.

$S_0$  : Section de l'éprouvette au repos, en  $\text{mm}^2$ .

$S$  : Section de l'éprouvette chargée, en  $\text{mm}^2$ .

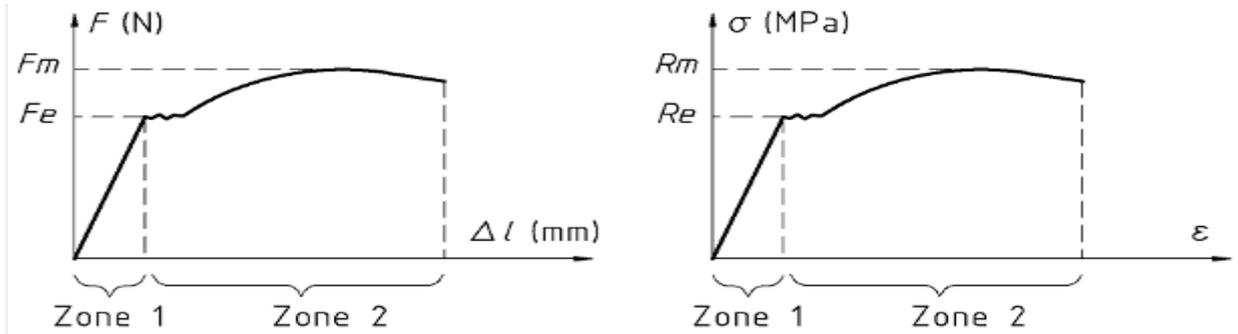
$S_u$  : Section ultime de l'éprouvette rompue, en  $\text{mm}^2$ .

##### IV-2.1. Courbes obtenues

Les courbes obtenues à partir de l'essai de traction comportent généralement deux zones.

- Zone 1 : Zone de déformation élastique dans laquelle les déformations sont réversibles. L'éprouvette reprend sa longueur initiale si on relâche la force de traction.
- Zone 2 : Zone de déformation plastique dans laquelle les déformations sont irréversibles. La longueur de l'éprouvette reste supérieure à sa longueur initiale si on relâche la force de traction.

Deux courbes de même forme peuvent être tracées. La courbe *force-allongement* dépend du matériau et des dimensions de l'éprouvette. La courbe *contrainte-déformation* ne dépend que du matériau constituant l'éprouvette.

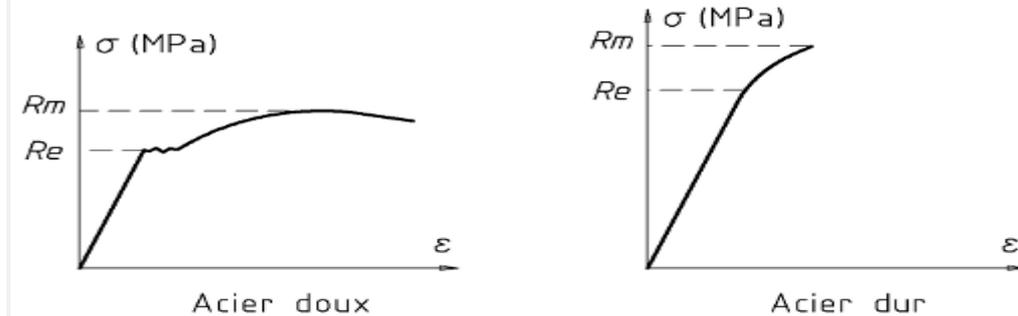


$\Delta l = l - l_0$  : Allongement, en mm.

$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$  : Déformation (sans unité).

$\sigma = \frac{F}{S_0}$  : Contrainte, en MPa ou N/mm<sup>2</sup>.

En général, plus un matériau est dur, plus la zone de déformation plastique est réduite.



#### IV-2.2. Caractéristiques mécaniques déduites de l'essai de traction

$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$  : Module d'élasticité longitudinal ou module d'Young, en MPa ou N/mm<sup>2</sup>.

$Re = \frac{Fe}{S_0}$  : Résistance limite élastique, en MPa ou N/mm<sup>2</sup>.

$Rm = \frac{Fm}{S_0}$  : Résistance limite à la rupture, en MPa ou N/mm<sup>2</sup>.

$A\% = \frac{l_u - l_0}{l_0} \cdot 100$  : Allongement (sans unité).

#### IV.3. Loi de Hooke

L'allongement d'une poutre chargée, subissant une déformation élastique, se calcule avec la relation ci-dessous.

$$\frac{F}{S_0} = E \cdot \frac{l - l_0}{l_0} = E \cdot \frac{\Delta l}{l_0}$$

$F$  : Force de traction exercée sur la poutre, en N.

$S_0$  : Section de la poutre au repos, en mm<sup>2</sup>.

$E$  : Module d'Young, en MPa.

$l$  : Longueur de la poutre chargée, en mm.

$l_0$  : Longueur de la poutre au repos, en mm.

$\Delta l$  : Allongement de la poutre, en mm.

#### IV.4. Valeurs indicatives du module d'élasticité longitudinal

Matériaux	Module d'Young (MPa)
Acier	200 000
Alliage d'aluminium	70 000
Béton	30 000
Bois (sens fibre)	17 000
Plastique	3 000 à 11 000

#### IV.5. Évolution avec la température, de l'allongement à la rupture en traction.

Alliages	Température (°C)	Ordre de grandeur de l'allongement (%)
d'aluminium	20	7 à 14
	150	17 à 31
	300	48 à 82
	400	110 à 160
de cuivre	20	35 à 65
	700	≥ 60
de fer <sup>(*)</sup>	20	45 à 55
	800	65 à 105
	1000	75 à 110
de nickel	20	33 à 57
	800	42 à 95
	1000	60 à 135
de titane	20	10 à 40
	700	40 à 97
	800	65 à 130