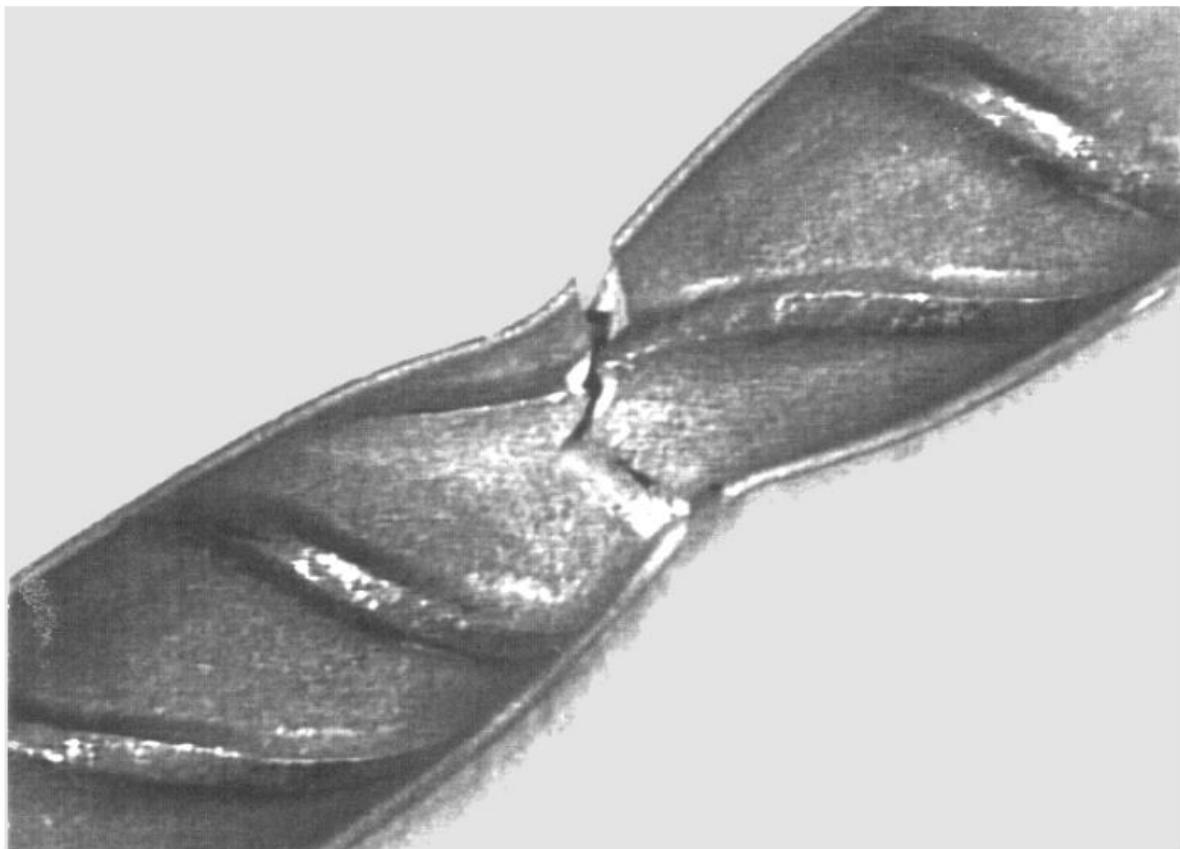


## Matériaux II – travaux pratiques

### Essai de traction sur barres d'armature



*GC2 printemps 2024*

## Partie théorique

### Introduction

Parmi tous les essais mécaniques, l'essai de traction est certainement le plus courant. Il permet de déterminer les principales caractéristiques mécaniques d'un matériau, telles que : la limite d'élasticité, la résistance à la rupture, l'allongement après rupture et le coefficient de striction. Avec de l'équipement adéquat (utilisation d'extensomètre) il est également possible de mesurer le module d'élasticité ainsi que le coefficient de Poisson. C'est un test dont l'exécution est facile et qui donne des résultats servant au dimensionnement de toute sorte de pièce ou structure mécanique, allant du tout petit au très grand. Dans la recherche, il est utilisé pour la caractérisation de nouveaux matériaux alors qu'il est appliqué dans l'industrie pour contrôler la qualité d'alliages métalliques, polymères ou céramiques.

### Caractéristiques mécaniques

Les valeurs directement mesurées lors d'un essai de traction sont la force  $F$  et l'allongement  $\Delta L$ . Elles sont généralement rapportées dans un diagramme force-allongement tel que ci-dessous.

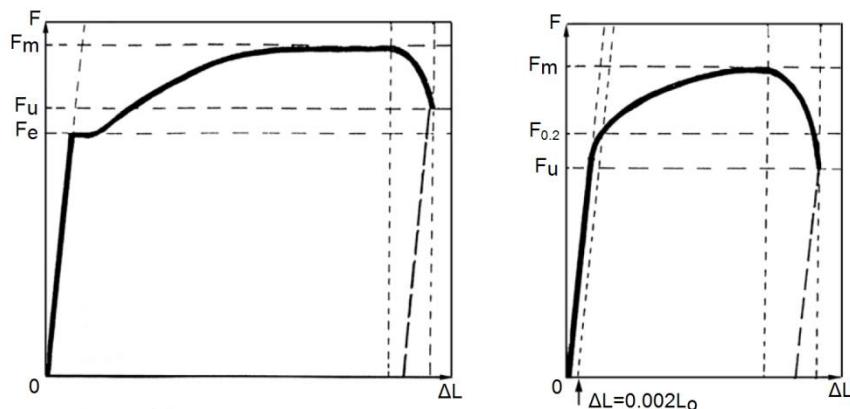


Fig. 1 Courbes de traction force-allongement de 2 différents matériaux

La contrainte  $\sigma$ , rapportée dans un diagramme de traction est la force divisée par la section initiale  $S_0$  de l'éprouvette (contrainte nominale).

$$\sigma = \frac{F}{S_0} [\text{N/mm}^2]$$

De même la déformation  $\varepsilon$ , se réfère à la longueur initiale  $L_0$  de la partie délimitée de l'éprouvette (déformation nominale)

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \cdot 100 [\%]$$

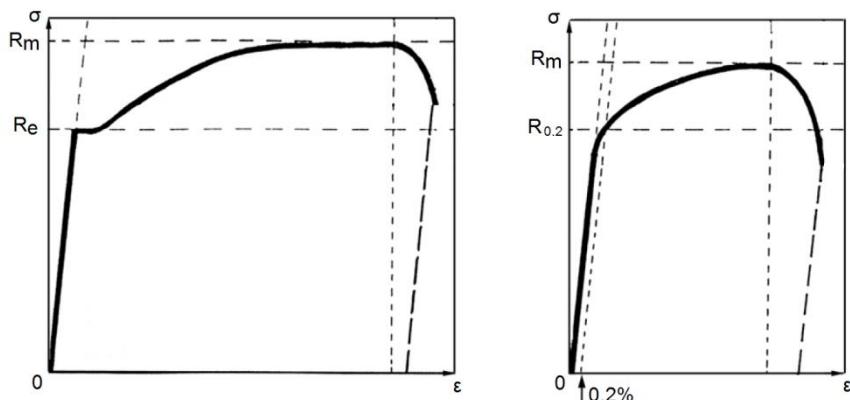


Fig. 2 Courbes de traction contrainte-déformation de 2 différents matériaux

## Définition des grandeurs données par l'essai de traction

**Limite apparente d'élasticité :**

$$R_e = \frac{F_e}{S_0} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Contrainte correspondant à l'ordonnée du premier palier de la courbe, à condition que ce palier ne soit pas le maximum absolu du diagramme.

**Limite conventionnelle d'élasticité :**

$$R_{P0.2} = \frac{F_{0.2}}{S_0} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Contrainte conduisant après décharge à un allongement de 0.2% de  $L_0$ .

**Résistance à la traction :**

$$R_m = \frac{F_m}{S_0} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Contrainte correspondant à l'ordonnée du maximum absolu du diagramme

**Résistance à la rupture (n'est pas normalisé) :**

$$R_u = \frac{F_u}{S_u} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Contrainte vraie correspondant au dernier point (rupture) du diagramme.  $S_u$  = aire minimale de la section après rupture.

**Allongement après rupture :**

$$A = \frac{L_u - L_0}{L_0} \cdot 100 \quad [\%]$$

Allongement spécifique après rupture mesuré entre repères définissant la longueur initiale  $L_0$ . Dans le cas d'éprouvettes proportionnelles, on en distingue deux principaux dépendant de la longueur initiale choisie :

$$\begin{aligned} A_5 &\text{ correspondant à : } L_0 = 5 \cdot D_0 = 5.65 \cdot \sqrt{S_0} \\ A_{10} &\text{ correspondant à : } L_0 = 10 \cdot D_0 = 11.3 \cdot \sqrt{S_0} \end{aligned}$$

$L_u$  = longueur ultime entre repères au moment de la rupture

**Allongement régulier :**

$$A_g = \frac{L_{gu} - L_{g0}}{L_{g0}} \cdot 100 \quad [\%]$$

Allongement spécifique après rupture mesuré hors de la zone de striction, correspondant approximativement à l'allongement sous charge maximale  $F_m$ .  $L_{g0}$  est la même valeur numérique que  $L_0$ .

**Coefficient de striction :**

$$Z = \frac{S_0 - S_u}{S_0} \cdot 100 \quad [\%]$$

Contraction locale à l'endroit de la rupture (Fig. 3).

**Le module d'élasticité ou module de Young** est défini comme étant la pente de la partie linéaire partant de l'origine du diagramme. Sa détermination par un essai de traction nécessite impérativement un extensomètre de bonne précision car la rigidité finie, même de la machine la plus robuste, est susceptible de modifier cette pente.

$$E = \frac{\Delta F \cdot L_0}{\Delta L \cdot S_0} = \frac{\Delta \sigma}{\Delta \varepsilon} \quad [\text{GPa}]$$

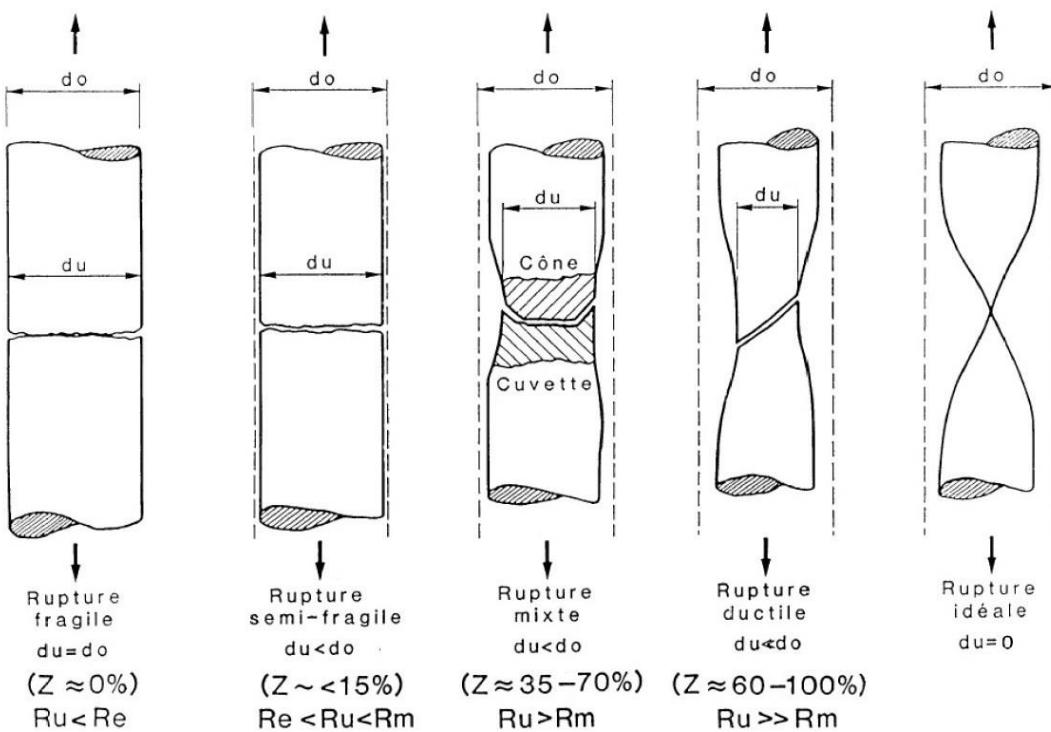


Fig. 3 Relation entre types de ruptures et coefficient de striction

## Partie expérimentale

### Objectifs

- Comprendre le fonctionnement d'un essai de traction.
- Connaitre les grandeurs que l'on peut obtenir avec un essai de traction.
- Savoir lire et utiliser une courbe conventionnelle de traction.
- Savoir déterminer les caractéristiques d'un échantillon à l'aide d'un test de traction.

### Instruments à disposition

- Dispositif de marquage pour barres d'armature
- Machine de traction Schenck Rm 600 kN
- Pieds à coulisse et divers petits matériels

### Echantillons

- Barre d'armature de longueur approximative 800 mm,  $D_0=26$  mm,  $S_0=531$  mm<sup>2</sup>.
- Barre d'armature de longueur approximative 800 mm,  $D_0=30$  mm,  $S_0=707$  mm<sup>2</sup>.

Acier	LSW 500 S, B500B, Lech-Stahlwerke GmbH	LSW 500 S, B500B, Lech-Stahlwerke GmbH
Composition chimique [% poids]	$\leq 0.22\%C$ , $\leq 0.05\%P$ , $\leq 0.05\%S$ , $\leq 0.012\%N$ , $\leq 0.80\%Cu$	
Limite d'élasticité [N/mm <sup>2</sup> ]	$R_e \geq 500$	$R_e \geq 500$
Classe de ductilité	B	B
Rapport $R_m/R_e$ relatif à la classe de ductilité [-]	$\geq 1.08$	$\geq 1.08$
Allongement régulier [%]	$\geq 5$	$\geq 5$
Etat	Laminé à chaud, trempé-revenu	

Tab. 1 Matière fournie pour le TP

### Travail à faire

- Déterminer la longueur initiale  $L_0$  de chaque barre selon le critère  $A_5$ .
- A l'aide du dispositif de marquage, tracer des repères tous les 10 mm le long des deux barres.
- Pour la barre de  $\emptyset 26$  mm, estimer la charge maximale  $F_m$  qui devrait être atteinte lors de l'essai.
- Procéder à l'essai de traction de la barre de  $\emptyset 26$  mm avec l'assistant. Attention à respecter la vitesse de mise en charge décrite dans la norme, soit entre 3 et 30 N/mm<sup>2</sup>·s<sup>-1</sup>. Une vitesse d'environ 10 kN/s permet d'être dans la norme pour les deux dimensions de barres.
- Sur le diagramme force-allongement tracé par la machine, déterminer les points  $F_e$ ,  $F_m$  et  $F_u$  puis calculer les contraintes correspondantes  $R_e$ ,  $R_m$  et  $R_u$ .  $F_m$  est donné par la machine.
- Recomposer l'échantillon cassé et mesurer l'évolution du  $L_0$  autour ( $L_u$ ) et en dehors ( $L_{gu}$ ) de la zone de striction. Calculer les allongements  $A_5$  et  $A_g$ .
- Mesurer le diamètre de l'échantillon au niveau de la rupture  $D_u$ , puis calculer  $S_u$  ainsi que le coefficient de striction  $Z$ .
- A l'aide de la valeur  $F_m$  de la première barre, estimer la valeur  $F_m$  de la seconde barre.
- Procéder au test et aux mesures de la seconde barre comme précédemment.

### Bibliographie

L. Weber, J.-M. Drezet, Travaux pratiques – Matériaux TPI (MX2) et Métaux et alliages (GM2), Polycopié EPFL, édition 2010

Norme NF EN ISO 6892, Matériaux métalliques — Essai de traction, 2009

GKS-CCNA, Programme de vente-aciers/métaux, fiche matière