



# TP N°3 : Essai de traction

## I. Introduction

Tous les matériaux entamés dans la fabrication ou la construction doivent avoir un minimum de solidité pour pouvoir supporter les charges, le poids et bien d'autres efforts. Il est par conséquent nécessaire de caractériser ces matériaux avant son emploi. Parmi les essais les plus répandus dans le domaine de la caractérisation des matériaux l'essai de traction uni-axiale. Cet essai reproduit une sollicitation simple, donc éloignée des sollicitations réelles, mais facilement maîtrisable et reproductible. Grâce à sa méthodologie qui fait intervenir la contrainte et l'allongement relatif, il permet de caractériser les matériaux, indépendamment de la forme de l'objet sollicité, ou la performance d'un assemblage mécanique.

## II. Partie théorique

Cet essai ou expérience consiste à placer une petite barre du matériau à étudier entre les mâchoires d'une machine de traction qui tire sur la barre jusqu'à sa rupture. On enregistre l'allongement et la force appliquée, que l'on convertit ensuite en déformation et contrainte.

### II.1. Objectif

L'objectif principale de cet essai est de tracer la courbe de comportement de matériau en traction uni-axiale contrainte/déformation. Cette dernière permet par la suite de déduire plusieurs paramètres du matériau en question comme :

- Le module de Young,  $E$ , ou module d'élasticité longitudinale, exprimé en mégapascals (MPa) ou en gigapascals (GPa).
- La limite d'élasticité (lorsqu'elle existe),  $R_e$ ,  $\sigma_e$ ,  $\sigma_y$  ou  $f_y$  (*yield stress*), qui sert à caractériser un domaine conventionnel de réversibilité ;
- La résistance à la traction  $R_m$ ,  $\sigma_m$  ou  $f_u$  (limite ultime), qui définit la limite à la rupture ;
- L'allongement à la rupture  $A\%$ , qui mesure la capacité d'un matériau à s'allonger sous charge avant sa rupture, propriété intéressante dans certaines applications ;
- Le coefficient de Poisson  $\nu$ , qui correspond à la proportion entre la déformation transversale (diminution de section) et la déformation longitudinale (allongement relatif) de la pièce dans le domaine élastique.

### II.2. Hypothèse de calcul

L'application quasi statique de chargement évite l'intervention d'autre phénomène dynamique ainsi que la forme de l'éprouvette et la direction transversale du chargement



mènent à une distribution uniforme de l'effort sur la section transversale de l'éprouvette, ce qui rend possible de déterminer la contrainte et l'allongement ainsi que les paramètres suivants :

### II.2.1. La résistance de matériau $\sigma_m$

La force maximale de l'essai correspond à la résistance de matériau, cette résistance est aussi connue par la résistance à la traction  $\sigma_m$  et est calculée par l'intermédiaire de la force maximale observée durant l'essai  $F_m$  et la section transversale initiale de l'éprouvette  $S_0$  comme suite :

$$\sigma_m = \frac{F_m}{S_0}$$

### II.2.2. La limite d'élasticité $\sigma_\epsilon$

La limite d'élasticité est la contrainte correspondante au point à partir de lequel la proportionnalité entre la contrainte et la déformation s'arrête. A cause de la difficulté de sa détermination une manière simple est plutôt conventionnée. Suite à la norme d'essai de traction, cette valeur est prise conventionnellement à une déformation égale à 0.2 %. D'une manière explicite, la limite d'élasticité conventionnelle est prise par l'intersection de la courbe avec la ligne droite parallèle à la phase élastique passant par la déformation 0.2%.

### II.2.3. Déformation et déformation à la rupture (allongement relatif $\epsilon$ et $\epsilon_m$ )

L'allongement relatif ( $\epsilon$ ) caractérise la variation, durant l'essai, de longueur de l'éprouvette comparée à sa longueur initiale (Originale  $L_0$ ). Il est connu par la déformation et est calculé par la formule suivante :

$$\epsilon = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\%$$

Cherchant l'allongement relatif (déformation) de l'éprouvette à la rupture  $\epsilon_u$ , on remplace par la longueur finale ou correspondante à la rupture  $L_u$ .

### II.2.4. Le module de Young $E$

Le module de Young ou module d'élasticité (longitudinale) ou encore module de traction est la constante qui relie la contrainte de traction (ou de compression) et le début de la déformation d'un matériau. Il s'agit du rapport entre la contrainte de traction appliquée à un matériau et la déformation qui en résulte (un allongement relatif) tant que cette déformation reste petite et que la limite d'élasticité du matériau n'est pas atteinte. Il s'agit alors de facteur de proportionnalité entre la contrainte et la déformation, il est à déduire par la formule suivante :

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

Sachant que :

- $\sigma$  est la contrainte (MPa) ;
- $E$  est le module de Young (MPa) ;
- $\epsilon$  est l'allongement relatif, ou déformation.

Nom et prénom	Nom et prénom	<b>Groupe :</b>
Nom et prénom	Nom et prénom	<b>Spécialité :</b>

### III. Partie pratique

Après le choix de l'éprouvette à tester, assurez-vous que celle-ci est correctement mis en place vis-à-vis les mors filetés. Fermez la porte en verre et s'éloignez de la machine.

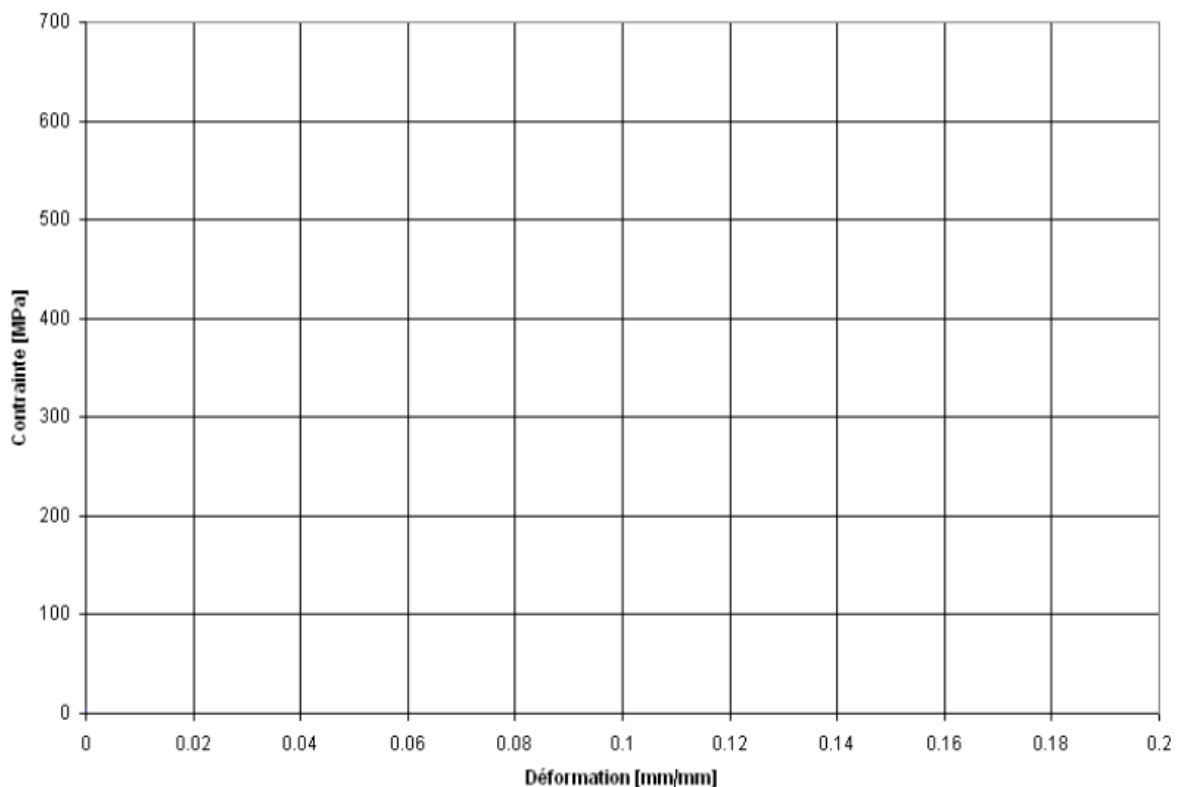
#### III. 1. Mesures et prélèvements

En utilisant le pied à coulisse numérique commencez par mesurer le diamètre en plusieurs endroits et calculer la moyenne. Par la suite, mesurez la longueur totale de l'éprouvette (sachant que cette valeur soit proche de 85mm) ainsi que la longueur de référence entre les fixations de l'extensomètre. Inscrivez ces valeurs au tableau. Après le test, remplissez les champs : allongement ultime après le test et l'effort maximale.

Paramètre	Valeur
Diamètre moyen (mm)	
Longueur totale de l'éprouvette (mm)	
Longueur de référence de l'extensomètre (mm)	
Allongement après l'essai (mm)	
Effort maximale (N)	

#### III. 2. Application numérique

- ✓ Après le test, l'enseignement vous communique les valeurs d'effort et d'allongement obtenues d'après la machine, utilisez ces valeurs pour déduire les valeurs de contraintes et de déformation dans une feuille ailleurs et tracer par la suite la courbe contrainte déformation sur la grille suivante :



Nom et prénom	Nom et prénom	Groupe :
Nom et prénom	Nom et prénom	Spécialité :

- ✓ D'après la courbe établie déterminer la valeur en mégapascal du module de Young  $E$ , sachant que celui la représente la pente de la courbe.

$E =$ _____	Application numérique	$E =$ _____
	$E =$	$MPa$

- ✓ Déduire d'après la courbe la limite de l'élasticité, la résistance maximale et la déformation ultime tout en mettant les unités.

$\sigma_e =$
$\sigma_m =$
$\varepsilon_m =$

### III. 3. Discussion de résultats

Utilisez le tableau des caractéristiques des matériaux est déterminer à partir de vos résultats obtenus quoi il s'agit le matériau testé ?

le matériau testé s'agit de .....
-----------------------------------

### IV. Conclusion

Ecrivez un petit mot sur ce que vous avez appris à partir de ce travail pratique :
--

#### Table des matières

I. Introduction .....	1
II. Partie théorique .....	1
II.1. Objectif .....	1
II.2. Hypothèse de calcul .....	1
II.2.1. La résistance de matériau $\sigma_m$ .....	2
II.2.2. La limite d'élasticité $\sigma_e$ .....	2
II.2.3. Déformation et déformation à la rupture (allongement relatif $\varepsilon$ et $\varepsilon_m$ ) .....	2
II.2.4. Le module de Young $E$ .....	2
III. Partie pratique .....	3
III. 1. Mesures et prélèvements .....	3
III. 2. Application numérique .....	3
III. 3. Discussion de résultats .....	4
IV. Conclusion .....	4