

TP N° 1 - ESSAI DE TRACTION

1. OBJECTIF :

- Déterminer les caractéristiques de résistance d'un matériau en traction.

2. ESSAI DE TRACTION :

L'essai de traction à lui seul permet de définir les caractéristiques mécaniques courantes utilisées en RDM. La seule connaissance des paramètres de l'essai de traction permet de prévoir le comportement d'une pièce sollicitée en cisaillement, traction, compression, flexion.

2.1. Principe de l'essai :

L'essai est réalisé sur une machine de traction. On applique progressivement et lentement (sans choc) à une éprouvette de section circulaire ou rectangulaire, de forme et de dimensions normalisées, un effort de traction croissant dont l'intensité varie de 0 à F_r .

2.2. Description de la machine d'essai :

Description :

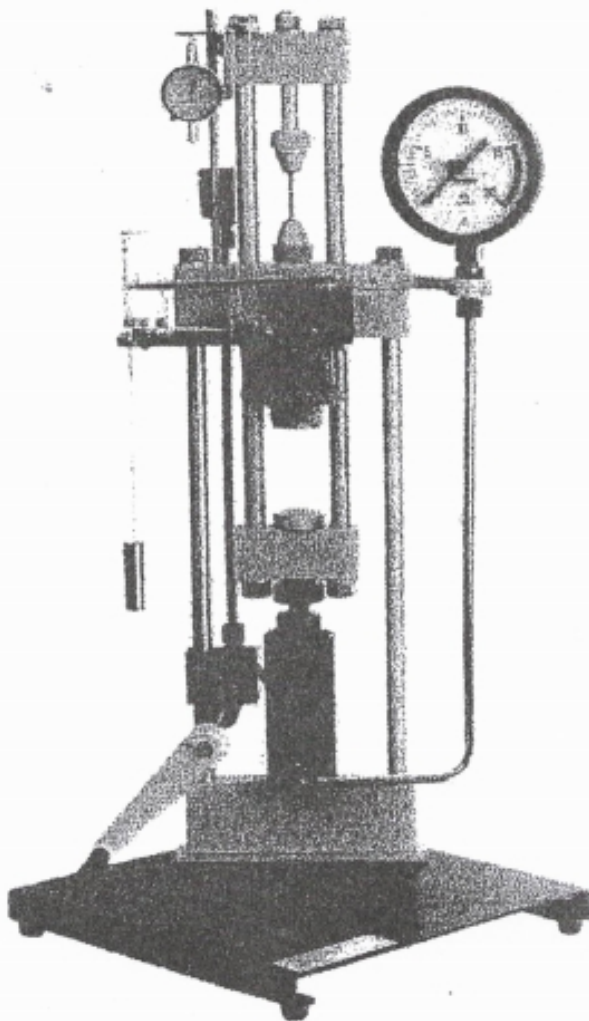
La MT 3017 est une machine d'essai avec un cylindre hydraulique permettant une mise sous charge aisée et sans à-coups.

Le cylindre est actionné par manivelle de manière à ce que seulement un léger effort doit être exercé avec la main pour atteindre la charge maximum. La conception pédagogique de la machine permet aux étudiants d'observer le déroulement complet de l'essai. Sa taille étudiée et sa structure robuste font de la MT 3017 une machine hautement fiable, ne présentant aucun danger à l'emploi.

La force est clairement affichée sur un instrument à grand cadran gradué en kN (kilo-Newtons) qui possède une aiguille suiveuse pour indiquer la charge maximum au moment de la rupture de l'éprouvette d'essai. L'allongement est mesuré à l'aide d'un comparateur à cadran dont la précision est de 0,01 mm.

La machine permet d'obtenir des diagrammes de traction très précis, sur lesquels on observe successivement la déformation élastique, la déformation permanente, puis plastique, jusqu'à la rupture de l'éprouvette.

Les éprouvettes de traction ont un diamètre de 5 mm avec extrémités filetées. Elles sont donc facilement mis en place et tenues parfaitement dans les mors de serrage. La machine MT 3017 est utilisée également pour des essais de dureté. Un jeu de pièces d'essai Brinell et une loupe de lecture sont livrés avec la machine. Elle permet aussi des essais de flambement.



Machine d'essai de traction et dureté Brinell
MT 3017 avec enregistreur MT 3020

• Essais pouvant être réalisés sur cette machine :

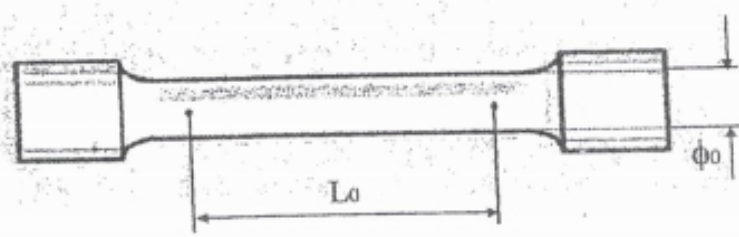
- Essais de traction et de compression
- Enregistrement de diagrammes contraintes allongements
- Essai de dureté Brinell

Avec accessoires disponibles séparément :

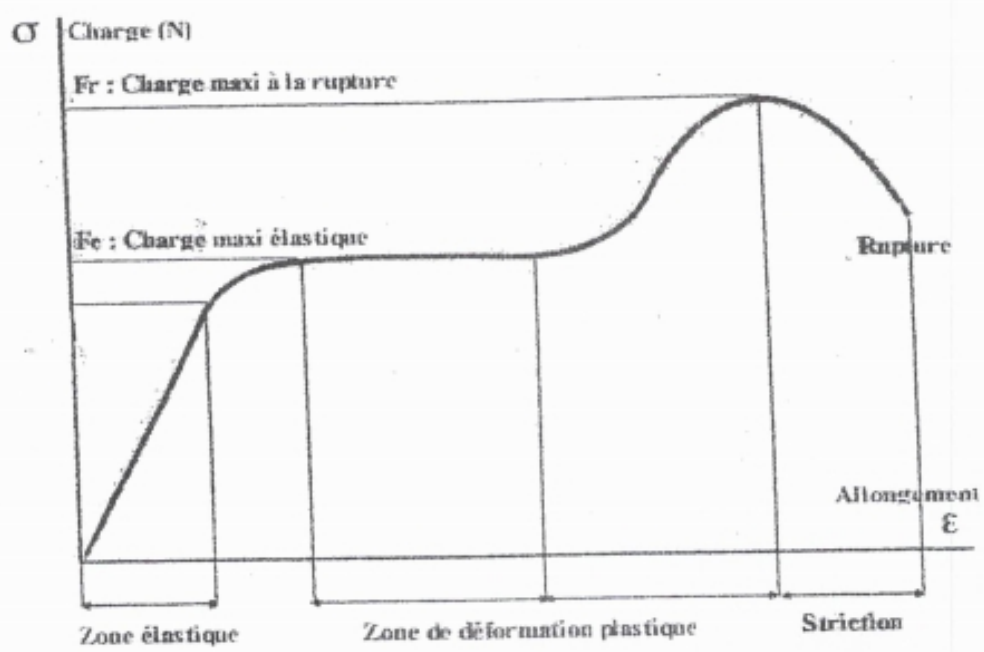
- Essais de flexion
- Essais de flambement

2.3. Description des échantillons

Types d'échantillons : Les échantillons sont conformes à la norme DIN 50125 et présentent une section circulaire. Les tiges comportent respectivement deux coups de pointeau pour le marquage de la longueur d'essai. Les extrémités des échantillons possèdent des filetages M10 pour la fixation. Le jeu comprend respectivement un échantillon de traction en aluminium (AlMgSi0, 5F22), en cuivre (E-Cu), en laiton (CuZn39Pb3) et en acier (9SMn28).



2.4. Résultats d'un essai de traction :



Il y a 4 parties au cours de cet essai de traction :

1. Le métal commence par s'allonger de manière élastique avec des efforts croissants jusqu'à la valeur σ_e .
2. Ensuite il s'allonge encore bien que l'effort de traction soit plus faible avec perte de l'élasticité et début de la réduction du diamètre (striction).
3. L'allongement se poursuit avec des efforts croissants jusqu'à la valeur σ_r .
4. Ensuite il y a encore un peu d'allongement bien que l'effort de traction soit plus faible, puis il y a rupture avec un allongement relatif ϵ_u % et un coefficient de striction Z %.

• Quelques exemples de résultats de mesures :

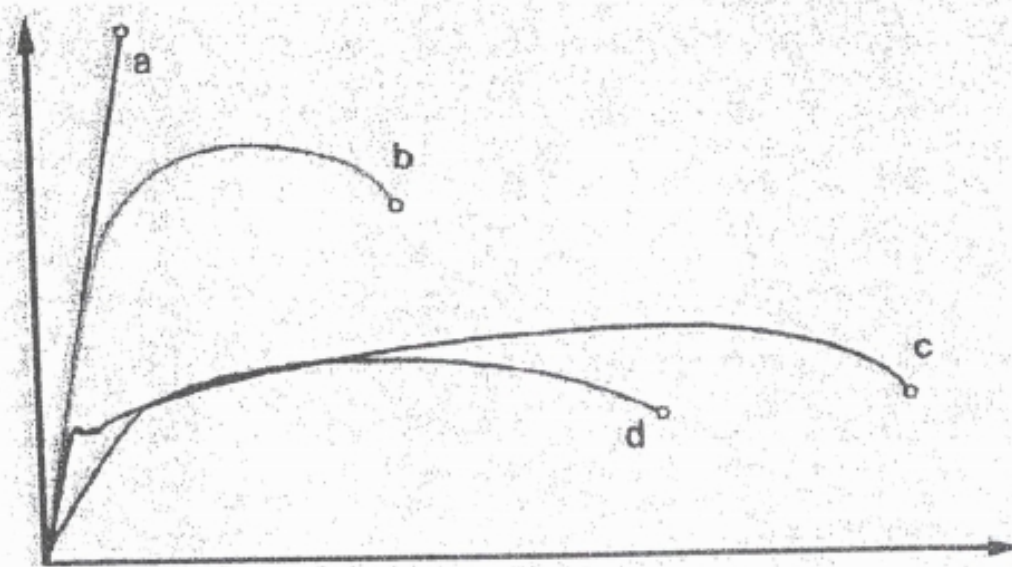


Diagramme d'allongement en fonction de la charge pour différents matériaux :

- a) acier trempé
- b) acier traité
- c) acier à recuit de coalescence
- d) alliage d'aluminium

2.5 Définitions :

L'éprouvette a une section S_0 et une longueur utile L_0 au départ des mesures. A chaque instant :

L désigne la longueur utile de l'éprouvette.

S la section de l'éprouvette.

σ la traction exercée, exprimée en MPa.

• Allongement Relatif :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{(L - L_0)}{L_0}$$

Avec ΔL : allongement total de l'éprouvette, ε : est l'allongement relatif suivant l'axe x, il peut s'écrire ε_x

• **ε_u % = Allongement après rupture en % :**

C'est le pourcentage d'allongement après rupture par rapport à la longueur initiale.

$$\varepsilon_u \% = \frac{(L_u - L_0)}{L_0} \times 100$$

Avec L_u : longueur ultime après rupture, L_0 : longueur initiale

• **Z% = Coefficient de striction après rupture en % :**

C'est le pourcentage de réduction de la section après rupture par rapport à la section initiale.

$$Z \% = \frac{(S_0 - S_u)}{S_0} \times 100$$

Avec S_u : Section ultime après rupture, S_0 : Section initiale

• **σ_e = Limite élastique :**

Effort de traction tel que tout dépassement de cet effort de traction a pour effet de provoquer des déformations résiduelles irréversibles dans la matière qui l'a subi.

$$\sigma_e = \frac{F_e}{S_0}$$

F_e = charge apparente à limite d'élasticité avec σ_e en Mpa, F_e en N, S_0 en mm².

• **$\sigma_{0.2}$ = Limite conventionnelle d'élasticité :**

Lorsque σ_e est difficile à déterminer on prend une valeur conventionnelle correspondant à un allongement de $\varepsilon = 0,2\%$.

• **σ_r = Résistance à la rupture :**

Effort de traction à partir duquel la matière se brise en deux parties.

$$\sigma_r = \frac{F_r}{S_0}$$

F_r = charge maximale de l'essai avec σ_r en Mpa, F_r en N, S_0 en mm².

3. PARTIE EXPERIMENTALE :

• Détermination après essai :

- F_e = charge apparente à limite d'élasticité
- E = module d'élasticité du matériau
- F_r = charge maximale de l'essai
- F_u = charge ultime à l'instant de rupture
- L_u = Longueur ultime entre repères à la rupture
- S_u = section ultime à la rupture

3.1 Tableau récapitulatif des dimensions des échantillons

Relever les dimensions des échantillons avant et après l'essai et remplir le tableau suivant :

Matériau	Échantillon	L_0 (mm)	L_r (mm)	L_u (mm)	ϕ_0 (mm)	ϕ_u (mm)	S_0 (mm ²)	S_u (mm ²)
M_1								
M_2								
M_3								
M_4								

3.2 Courbes Force (kN) - déplacement (mm) et Contraintes (MPa) - déformation (%)

À partir des données relevées et des calculs effectués , tracez les courbes Force (kN) - déplacement (mm) et Contraintes (MPa) - déformation (%), pour chacun des essais réalisés. Les intervalles qui figureront sur les graphes devront être des entiers. (par exemple : des intervalles de 5 ou 10 ou 20 MPa pour les contraintes ou encore de 1 %, 2 % pour les déformations).

Les valeurs des modules d'élasticité (E), des contraintes (σ_e , σ_u , et σ_r) et des déformations(ϵ_r) doivent être indiquées sur les graphes contrainte (σ) - déformation (ϵ).

La valeur de E est calculée dans la partie linéaire du comportement élastique par régression linéaire ou avec le rapport :

$$E = \frac{\sigma_{i+1} - \sigma_i}{\epsilon_{i+1} - \epsilon_i}$$

Et ce en utilisant plusieurs données relativement éloignées les unes des autres, il faut noter qu'au début de l'essai le comportement n'est pas toujours linéaire.

- La valeur de σ_e est déterminée pour une déformation résiduelle de 0.2 %. Après avoir calculé E, vous devez tracer une droite parallèle à la pente de la courbe élastique qui coupe l'axe horizontale à $\epsilon = 0.2 \%$. Si l'essai ne commence pas à zéro, vous devez faire les corrections nécessaires. Sur le graphique, vous devez choisir une échelle permettant de déterminer le mieux possible la valeur de σ_e .

- La valeur σ_r est la contrainte maximale obtenue.

- Les valeurs σ_r et ϵ_r sont celles qui existent avant une baisse rapide de la valeur de la résistance σ .

3.3 Tableau des propriétés mécaniques des échantillons en traction

Matériau	E (MPa)	σ_e (MPa)	σ_u (Mpa)	σ_r (Mpa)	ϵ_u (MPa)	ϵ_r (MPa)	Z%
M ₁							
M ₂							
M ₃							
M ₄							

3.4 Discussion des résultats

Donner des commentaires sur le comportement des échantillons testés et comparer avec les résultats existant dans la littérature (livres et autres).