

Chapitre IV

l'essai de torsion

IV.1 Introduction

Essai de torsion est un type d'essai mécanique qui est utilisé pour déterminer la résistance à la torsion et la rigidité d'un matériau, Le test peut être appliqué à une large gamme de matériaux, y compris le plastique, le caoutchouc, il est généralement utilisé pour les matériaux métalliques et les matériaux composites. L'essai est généralement effectué sur des spécimens cylindriques ou prismatiques. L'essai de torsion est un outil très important en ingénierie, car il permet aux ingénieurs de déterminer la résistance et la rigidité d'un matériau avant qu'il ne soit utilisé dans un produit ou une structure et il peut être utilisé pour une variété d'applications.

La torsion est une sollicitation telle que dans les sections droites de la barre seul apparaît un moment par rapport à l'axe de la barre appelé moment de torsion (M_t). Les déplacements des sections d'une poutre en torsion sont caractérisés par la rotation des sections droites autour de l'axe neutre (x). Cet angle de rotation est appelé (Angle de Torsion θ).

IV.2 Objectif

L'essai de torsion a pour but de déterminer la variation de l'angle de torsion θ due au moment de torsion. L'objectif final est de déterminer expérimentalement le module de cisaillement de différents matériaux "G" utilisé dans l'essai de torsion. Pour cela, nous avons mesuré l'angle de torsion θ en fonction du moment de torsion, longueur d'encastrement et diamètre de la barre. Appliqué M_t à la poutre (Barre). De plus, nous avons utilisé trois types différents de poutres "G" afin de déterminer lequel est le plus approprié pour l'essai

IV.3 Principe de fonctionnement

L'appareil est un appareil d'essai de torsion. Lors des essais, on met en charge différentes éprouvettes et on mesure les déformations ainsi provoquées. L'appareil de base se compose d'un rail de base sur lequel se trouvent deux supports coulissants pour la torsion.

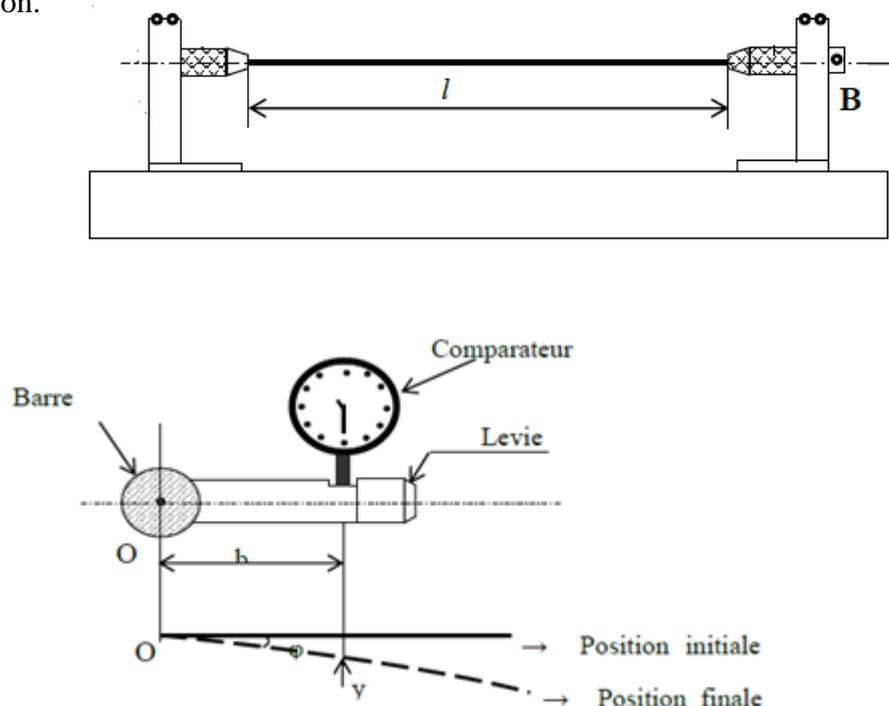


Figure 11 : L'appareil d'essai de torsion

Appui pour les essais de torsion:

Lors d'un essai de torsion, l'appui de la barre d'essai se fait d'un côté à l'aide d'un mandrin de serrage fixe, rigidement bloqué et de l'autre côté à l'aide d'un mandrin de serrage monté sur paliers de roulement avec dispositif de tension à l'aide d'un levier sur le mandrin de serrage.

Une barre cylindrique de longueur L est solidement encastrée à une extrémité. Si une force F agissant avec le bras de levier a est appliquée à l'autre extrémité dans un plan perpendiculaire à l'axe de la barre, la barre est sollicitée en torsion par le couple. Ce cas de charge est à la base de l'essai. Un mandrin agit comme encastrement fixe, l'autre mandrin (extrémité libre de la barre) est monté sur deux roulements à billes. Le bras de levier vaut : $a = 100$ mm La longueur de la barre d'essai est donnée par la dimension entre les arêtes avant des griffes de serrage du mandrin. Pour la mesure de longueur, on doit utiliser le mètre roulant convenant pour les mesures intérieures. La torsion du mandrin ou des mandrins coniques est négligeable par rapport à la torsion des barres d'essai lors de certaines mesures.

Dans la plupart des cas, la torsion propre de l'appareil est déterminée lors d'un essai préliminaire et est prise en compte. Le fléchissement du levier de charge est si faible qu'il n'influence pas non plus le résultat de mesure. Le couple de frottement dans les roulements à billes n'influence pas les résultats de mesure.

où F : force en N

$$M_t = F \cdot a$$

a : bras de levier en m

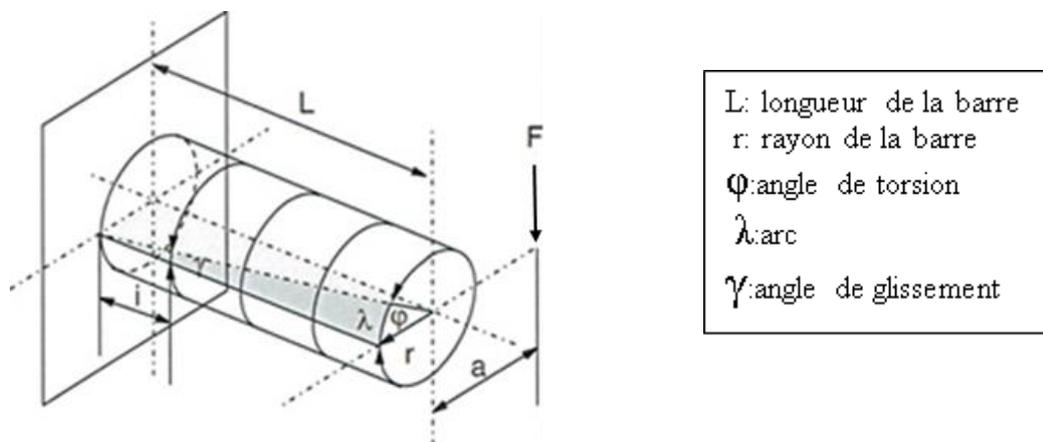


Figure 12 : L'essai de torsion (L'angle de torsion)

IV.4 Formules pour la torsion

Déformation au cisaillement γ : La déformation au cisaillement est le déplacement rapporté à l'unité de longueur L de deux sections transversales l'une par rapport à l'autre

$$\gamma = \frac{\lambda}{L}$$

Coefficient de cisaillement β : Le coefficient de cisaillement est

$$\beta = \frac{\gamma}{\tau_t} \quad \left[\frac{\text{mm}^2}{\text{N}} \right]$$

Module de cisaillement G : le module de cisaillement est l'inverse du coefficient de cisaillement

$$G = \frac{1}{\beta} \quad \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$$

Contrainte de cisaillement τ_t

$$\tau_t = G \cdot \gamma$$

Loi de Hook pour la torsion

Contrainte de cisaillement au rayon r

Contrainte de cisaillement dans la surface d'enveloppe

où W_p : moment résistant polaire

M_t : moment de torsion

$$\tau_{t_{\max}} = \frac{M_t}{W_p}$$

Angle de rotation en radians

avec I_p : moment d'inertie polaire

$$\varphi = \frac{M_t \cdot L}{G \cdot I_p}$$

Angle de rotation en degrés

Angle de rotation spécifique

$$\varphi^\circ = \frac{180^\circ \cdot M_t \cdot L}{\pi \cdot G \cdot I_p}$$

L'angle de rotation spécifique est un angle de rotation rapporté à la longueur b

$$\vartheta = \frac{M_t}{G \cdot I_p} \quad \left[\frac{^\circ}{\text{cm}} \right]; \left[\frac{1}{\text{cm}} \right]$$

Moment d'inertie polaire pour section circulaire

$$I_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32}$$

Moment résistant polaire pour section circulaire

$$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$$

Le levier de charge de torsion

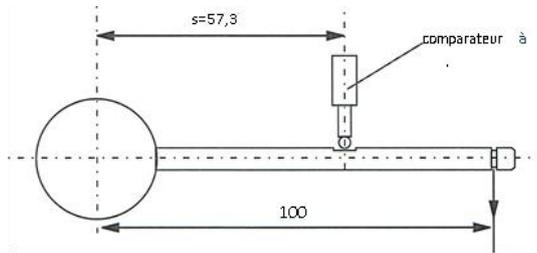


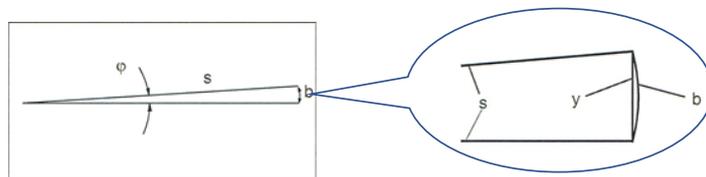
Figure 13 :Le levier de charge de torsion

Le comparateur à cadran a un écartement de $s = 57,3$ mm à l'axe de rotation.

Pourquoi ?

$$\hat{\varphi} = \frac{b}{s}$$

Pour la mesure d'arc en radians, on a



Déplacement y du comparateur à cadran, longueur d'arc b , écartement du comparateur à cadran s

Pour les petits angles, on a:

Pour les petits angles φ , l'arc b peut être remplacé avec une très bonne précision par l'indication directe y du comparateur à cadran.

On a alors

$$\hat{\varphi} = \frac{y}{s} = \frac{y}{57.3 \text{ mm}}$$

Afin de faciliter la conversion entre degrés et radians, on a sélectionné un écartement de 57,3 mm.

On a alors : $\hat{\varphi} \hat{=} \varphi^\circ$ $2 \cdot \pi \hat{=} 360^\circ$ $\frac{1}{57.3} \hat{=} 1^\circ$

Pour cette raison : 1 mm sur le comparateur à cadran correspond à un angle de rotation de 1°

IV.5 Conclusion

Le Test de Torsion WP 100 est un moyen simple et rentable de mesurer la rigidité en torsion des matériaux. Il peut être utilisé pour une variété d'applications, y compris l'évaluation de matériaux destinés à être utilisés dans des applications automobiles, aérospatiales et médicales. Cependant, il est limité par la précision de l'équipement utilisé et ne peut être utilisé pour mesurer la rigidité en torsion des matériaux avec un haut degré de précision

Chapitre V

L'essai de résilience

V.1 Introduction

L'essai de résilience est un processus important dans le domaine des tests destructifs de matériaux. Les principes de base de l'appareil d'essai et de la procédure d'essai sont normalisés. L'échantillon est doté d'une entaille et est soumis - par le biais de l'énergie d'un pendule descendant à une brusque contrainte de flexion. La résistance de l'échantillon contre cette charge permet de tirer des conclusions sur la résilience du matériau.

Les avantages didactiques de l'appareil d'essai reposent dans la simplicité de la construction globale ainsi que dans une compréhension aisée du déroulement des essais. L'essai est principalement réalisé pour la vérification d'échantillons métalliques, mais il peut cependant également être utilisé pour des échantillons en plastique.

Grâce à l'essai, il est possible d'accumuler des critères d'évaluation et des valeurs caractéristiques concernant la vulnérabilité aux ruptures fragiles. Ce processus d'essai est largement répandu pour le contrôle qualité dans le domaine industriel, car il permet de déterminer rapidement et simplement des valeurs caractéristiques pour évaluer un composant ou un matériau.

L'essai de résilience et les principes de la technologie des matériaux associés sont des étapes essentielles lors des cours techniques dans le domaine du génie mécanique et métallique.

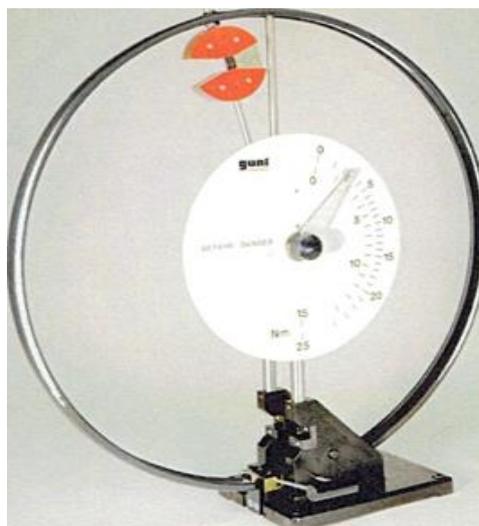


Figure 14 : l'appareil d'essai WP 400

V.2 Contenus didactiques

- Détermination de l'énergie de choc
- Détermination de la résilience
- Évaluation de la surface de rupture Courbe d'énergie de choc-température
- Influence de la forme des entailles sur l'énergie de choc
- Influence du type de matériau et du traitement thermique préalable sur l'énergie de choc
- Influence de la température des échantillons sur l'énergie de choc

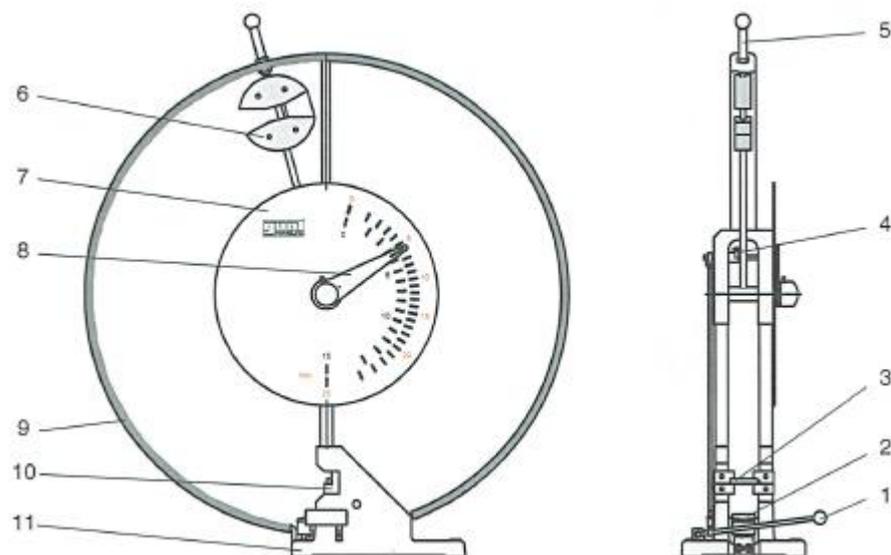


Figure 15 : Composants principaux de l'appareil WP 400

- | | | | |
|---|--------------------------------------|----|-------------------------------------|
| 1 | Levier | 7 | Échelle |
| 2 | Frein | 8 | Index mobile |
| 3 | Échantillon pour essai de résilience | 9 | Anneau de transport |
| 4 | Crochet de sécurité | 10 | Appui de réception de l'échantillon |
| 5 | Fixation du marteau | 11 | Chabotte (pied de l'appareil) |
| 6 | Marteau avec masses supplémentaires | | |

Le pendule d'impact doit être placé sur un endroit plat. Avant chaque expérience, il convient de réaliser un impact cependant sans échantillon afin de garantir que le marteau peut osciller librement et que l'index mobile est entraîné avec celui-ci sans entrave.

Pour des raisons de sécurité, il convient de déclencher le marteau à l'aide des deux mains. Cela présente l'avantage d'éviter à l'utilisateur de se blesser les mains avec le marteau lorsqu'il descend. Le déclenchement à deux mains contribue ainsi activement à assurer un environnement sûr avec le WP 400.

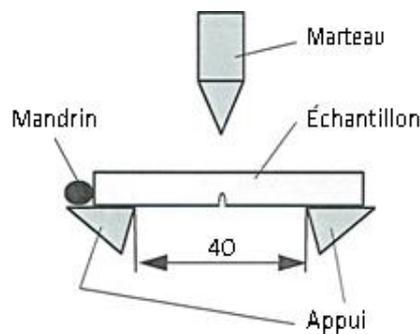


Figure 16 : l'échantillon sur l'appui.

V.3 Le principe de l'essai de résilience

L'essai de résilience est effectué avec un pendule d'impact selon la norme DIN EN ISO 148-1

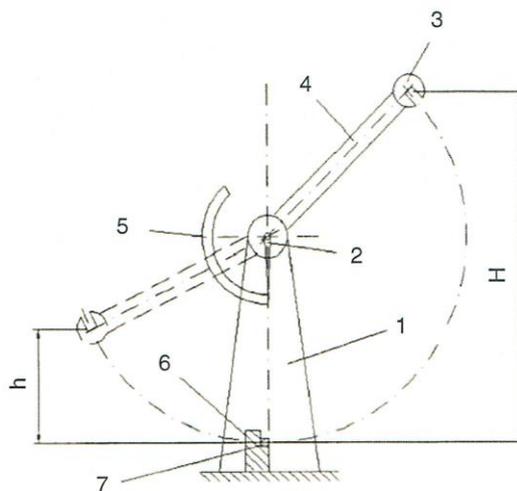


Figure 17 : Schémas essai résilience

H : Hauteur de départ du marteau pendulaire

h : Hauteur du marteau pendulaire après l'impact

V.4 Calcul de KC (U ou V)

Energie initiale : $W_o = M \cdot g \cdot H = 294 \text{ Joules}$ (normalisée)

Energie résiduelle : $W_r = M \cdot g \cdot h$

Energie absorbée : $W_{nbi} = W_o - W_r = (M \cdot g \cdot H) - (M \cdot g \cdot h) = M \cdot g \cdot (H - h)$

W = énergie exprimée en Joules (J) ou Nm

M = masse en kg

$G = 9,81 \text{ m/s}^2$ (à Paris => ou à Bruxelles)

H_o et h = hauteur initiale et finale en *mètre*

$$W_{nbi} (ISO V) = m \cdot g \cdot (H - h)$$

Le quotient de l'énergie de choc et de la section nominale (c'est-à-dire la surface restante de l'échantillon au fond de l'entaille) représente la résilience

Pénétrateurs

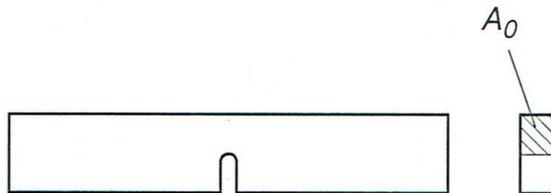


Figure 18 : Schémas la Surface restante de l'échantil-

S_{nbi} Résilience en N/cm^2

W_{nbi} Énergie de choc en J

A_0 Surface en coupe de l'échantillon avant la rupture en cm^2

$$S_{nbi} = \frac{W_{nbi}}{A_0}$$

La résilience dépend également fortement de la forme de l'échantillon. En conséquence, les valeurs déterminées sur des échantillons de différentes géométries ne sont pas comparables.

V.5 Conclusion

L'essai de résilience est un test couramment utilisé pour évaluer la ténacité d'un matériau, c'est-à-dire sa capacité à absorber de l'énergie avant de se rompre. L'essai de résilience est généralement effectué sur des échantillons normalisés, tels que les éprouvettes Charpy.

Il est important de noter que l'essai de résilience est un test standardisé et que les résultats peuvent varier en fonction des conditions d'essai, de la géométrie de l'éprouvette et d'autres facteurs. Les résultats de l'essai de résilience peuvent être utilisés pour comparer différents matériaux ou pour évaluer la qualité d'un matériau spécifique.

En conclusion, l'essai de résilience en RDM est une méthode précieuse pour évaluer la capacité d'un matériau à absorber de l'énergie avant de se rompre. Cela permet de prendre des décisions éclairées concernant l'utilisation des matériaux dans différentes applications, en garantissant leur durabilité et leur sécurité.