



TP3-COMPARAISON DES CARACTERISTIQUES DE MATERIAUX DIFFERENTS

CORRIGE

PRECAUTIONS D'UTILISATION

Avant de commencer les expérimentations, lisez attentivement les règles suivantes (extrait de la notice d'utilisation du banc d'essai) :

Ne pas monter ou s'asseoir sur le meuble.

Ne jamais introduire d'objet à travers les grilles et trous des moteurs ainsi que ceux du boîtier électrique.

Ne pas retirer le dispositif « anti-basculement » pendant l'utilisation ou le stockage.

Ne jamais démonter le treuil pour un autre motif qu'une opération de maintenance.

Ne jamais utiliser le treuil avec un câble complètement déroulé. Toujours garder un minimum de 2 tours de câble sur le tambour.

Ne pas retirer les goupilles de la traverse mobile lorsque le câble de treuil n'est pas complètement tendu.

Les dispositifs sur lesquels sont branchées les alimentations de l'écran, du PC, et du coffret électrique doivent être reliés à la terre et protégés par un disjoncteur différentiel.

Le coffret électrique ne doit être ouvert que par des personnes habilitées.

Les opérations de maintenance et de contrôles doivent également être effectuées par des personnes habilitées.

Ne pas déplacer les vérins trop brusquement aux extrémités de la traverse mobile ou poutre verticale : cela pourrait endommager le boîtier du conditionneur qui viendrait alors en butée contre une vis.

Les supports magnétiques des capteurs de déplacement ne doivent être aimantés que sur les règles inférieures et latérales gauches, en aucun cas sur les fines platines où coulisent les vérins.



OBJECTIFS DU TP

Etudier le comportement à la flexion d'une éprouvette d'acier, d'aluminium et de bois. Déterminer la raideur et le module d'Young de chacun de ces matériaux. Comparer et conclure sur les résultats obtenus.

APPAREILLAGE

Le dispositif d'essai mis à disposition se compose :

- D'un châssis mécano assemblé de type portique en acier haute résistance monté sur un meuble à roulettes ;
- D'une traverse à hauteur réglable avec blocage à goupilles ;
- De deux vérins électriques (un pour le chargement vertical et un autre pour le chargement horizontal) de capacité 1kN équipés d'un appui ponctuel amovible avec capteur de force et de déplacement ;
- D'un capteur de déplacement externe ;
- D'un ordinateur permettant la commande du chargement, le pilotage, l'acquisition et le stockage des données.

DEROULEMENT DU TP

Le banc d'essai à utiliser consiste en un système électromécanique piloté informatiquement pour la réalisation d'essais mécaniques non destructifs. Il permet de mettre en œuvre les principes de la résistance des matériaux. Les conditions hypothétiques de l'analyse théorique sont reproduites et les efforts et les déplacements sont facilement mesurables.

Les échantillons étudiés seront :

- une éprouvette d'acier S235,
- une éprouvette de bois
- une éprouvette d'aluminium

PROTOCOLE GENERAL

Description du banc d'essai :



Mise en marche du banc d'essai :

Placer le sectionneur à l'arrière du coffret électrique en position I.

Appuyer sur le bouton vert sur la face avant du coffret électrique (« sous tension ») : il s'allume.

Le voyant « en service » du boîtier de commande s'allume également.

Allumer seulement ensuite le PC et démarrer la session LABORATOIRE.

Le banc est prêt à être utilisé.

Mise en place des poutres

Pour le réglage du treuil et de la traverse, faire appel un professeur.

Ouvrir le fichier : 3R → produit → statique → poutre



Placer les appuis sur le banc d'essai



Appui simple

Placez les vérins au point d'application de la charge à l'aide des vis de blocage. Les touches MARCHE +F5, F6, F7 ou F8 permettent d'approcher le vérin de la structure. Le voyant orange " en charge" s'allume lorsque la force appliquée dépasse le seuil de sécurité

Utilisation de l'interface :

Choisir le mode AUTO sur le boîtier de commande

Sur l'ordinateur, cliquez sur ENREGISTRER

Entrez le nom de l'essai

Confirmer ASSERVISSEMENT → Force

Cliquez sur DEPART

Le test est prêt à être lancé

Appuyer en continu sur le bouton MARCHE du boîtier de commande pendant tout le test jusqu'à ce que le voyant orange s'allume.

Le test est terminé

Cliquez sur ANALYSE, l'ordinateur envoie directement les tests sur Excel.

Enregistrez le fichier Excel contenant la courbe et le schéma mécanique.

Revenir sur la fenêtre d'essai 3R.

Mettre le mode MANU sur le boîtier de commande et décharger en appuyant sur les touches MARCHE + F5, F6, F7 ou F8.



PREMIERE PARTIE : ETUDE THEORIQUE

Q1 : Dans un premier temps déterminer quel est le but d'un essai de flexion.

Correction : L'essai de flexion d'une poutre est un essai mécanique utilisé pour tester la résistance en flexion.

Q2 : Définir la raideur d'un matériau.

Correction : La raideur est la caractéristique qui indique la résistance à la déformation élastique d'un corps. Plus une pièce est raide, plus il faut lui appliquer un effort important pour obtenir une déflexion donnée.

La raideur est notée k . Elle exprime la relation de proportionnalité entre la force F appliquée en un point et la déflexion x résultante en ce point :

$$k = \frac{F}{x}$$

avec :

→ F est la force appliquée

→ x est la déflexion de la structure au point considéré.

Q3 : Qu'est ce que le module d'Young ?

Correction : Le module d'Young ou module élastique E est une grandeur définie par le rapport de la contrainte à la déformation élastique provoquée par cette contrainte. L'unité usitée pour ce module est le MPa.

Q4 : Au cours de ce TP nous utiliserons un acier de nuance S235. Expliquer comment se définit la nuance d'un acier.

Expliquer à quoi correspond la désignation S235 (lettre et valeur).

Correction : La nuance d'un acier se définit en fonction de sa composition chimique .

Le groupe acier est défini par une lettre. Ici "S" représente l'acier de construction.

Les valeurs 235, 275 et 355 correspondent aux limites d'élasticité exprimées en N/mm².

Q5 : Citez 3 utilisations de l'aluminium dans la construction.

Correction :

→ profilé d'aluminium pour vitrage



→ tôles en aluminium pour bardage

→ accessoires en aluminium pour serrures, portails...

Q6 : Quels sont les avantages et les inconvénients de l'utilisation du bois dans la construction.

Correction : Avantages : longévité du matériau, bonne résistance au feu, excellent isolant thermique, matériau léger, matériau sain, matériau chaleureux, facilité et rapidité de mise en œuvre.

Inconvénients : sensible aux variations d'humidité si non traité.

DEUXIEME PARTIE : ETUDE PRATIQUE

- Protocole de l'essai

Placer à tour de rôle la poutre en acier, la poutre en alu puis la poutre en bois sur deux appuis simples de façon à avoir une longueur entre nu de $L=0.80m$.

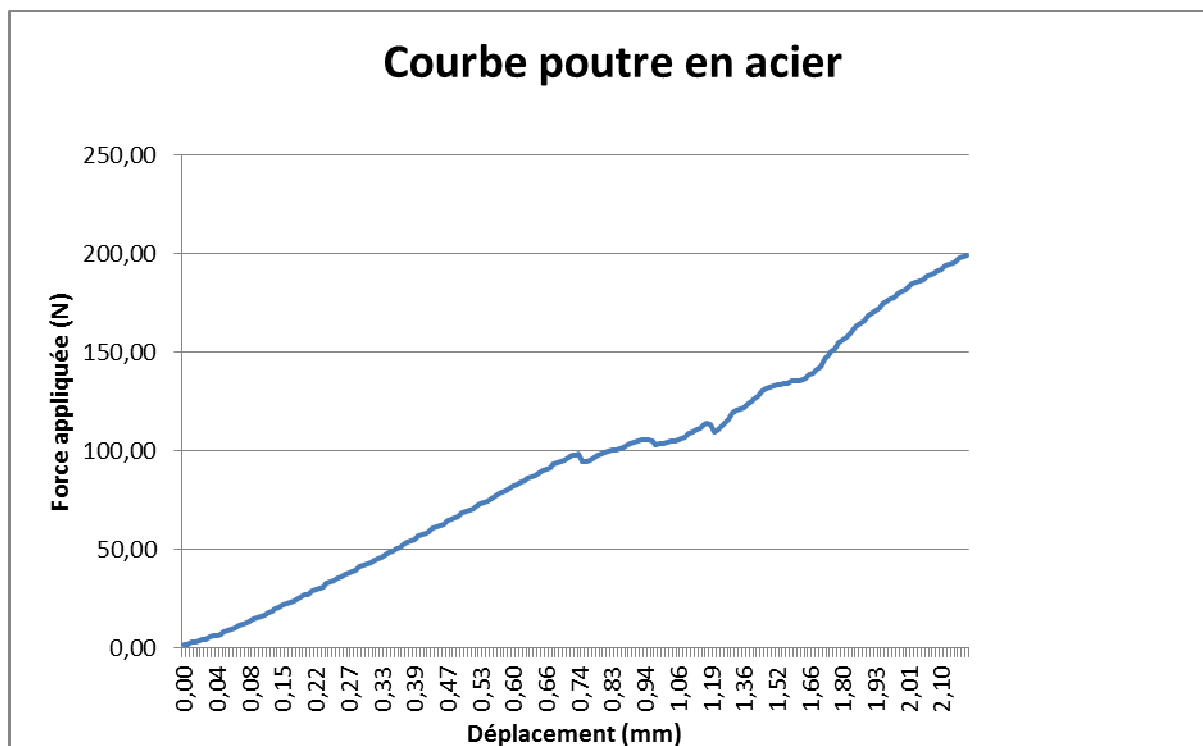
Placer ensuite le vérin au milieu de la poutre, mettre en charge la poutre (Cf protocole général). L'essai est prêt à être lancé.

- Analyse des résultats

1 – Étude de l'acier

Suite a cet essai, nous obtenons un graphique représentant la force P appliquée en fonction du déplacement.

Q1 : Reproduire et analyser le graphique obtenu.





Q2 : Calculer le coefficient directeur de la droite. Il correspond au coefficient de raideur du matériau.

Correction : $\frac{100.4-50.3}{(0.71-0.38) \times 10^{-3}} = 151\,818$

Q3 : L'équation de la droite est de la forme :

$$F = \frac{48EI}{L^3} \times d$$

avec :

F : force appliquée en Newton

E : le module d'Young en Pa

I : le moment d'inertie m⁴ (voir tableau en annexe)

L : la longueur de l'éprouvette en m

d : la déformation verticale de l'éprouvette en m

Retrouver dans cette formule le terme correspondant au coefficient de raideur k.

Correction : Le coefficient de la droite qui relie force appliquée à la déformation correspond au coefficient de raideur k. L'équation de la droite étant : $F = \frac{48EI}{L^3} \times d$, le coefficient directeur de la droite (et donc la raideur k) correspond à :

$$k = \frac{48EI}{L^3}$$

Q4 : En déduire la valeur du module d'Young E.

Correction : On utilise l'équation de la droite donnée ci avant et on en déduit E :

Sachant que : $I = \frac{\pi D^4}{64} = \frac{\pi \times 0.02^4}{64} = 7.85 \times 10^{-9}$

$$E = \frac{kL^3}{48I} = \frac{151\,818 \times 0.80^3}{48 \times 7.85 \times 10^{-9}} = 206\, \text{GPa}$$

Q5 : Comparer cette valeur avec la valeur théorique du module d'Young de l'acier E = 210 000 Mpa.

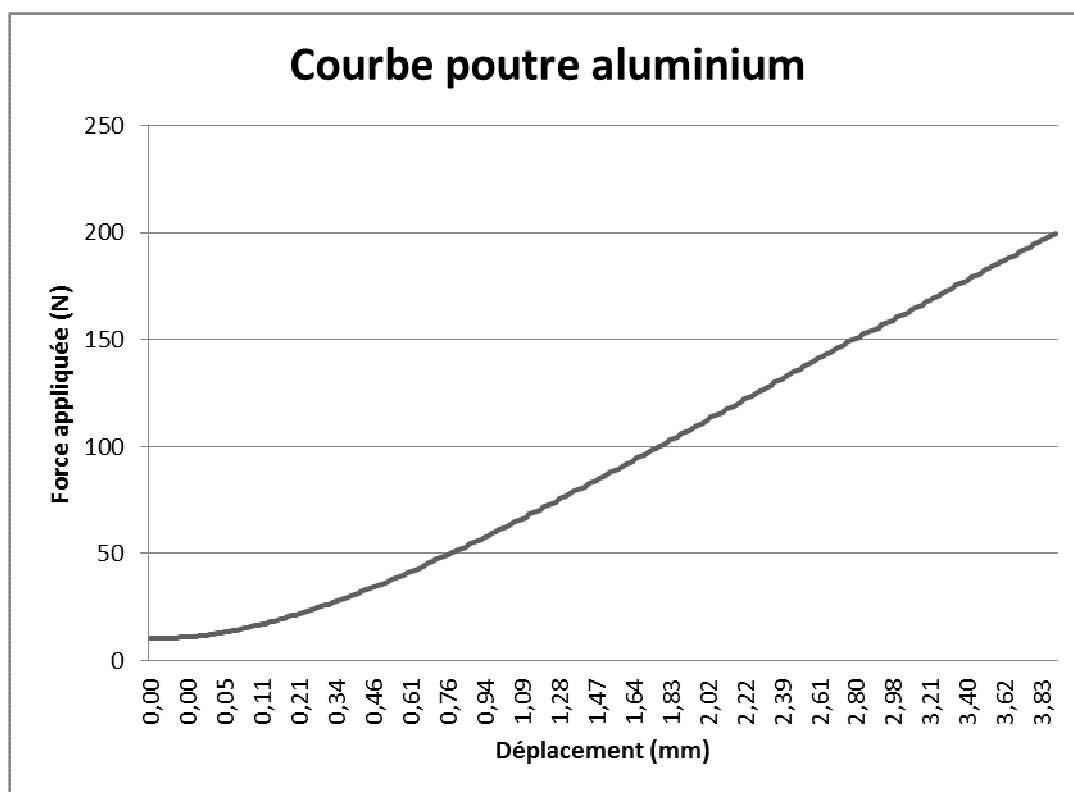
Correction : L'erreur relative est de 2 %

2 - Étude de l'aluminium

Même protocole expérimental et mêmes questions que précédemment sachant que

pour l'aluminium $E = 69\,000\text{ Mpa}$.

Q1 :



Q2 :

$$k = \frac{199,79 - 50,57}{(3,91 - 0,79) \times 10^{-3}} = 478\,826$$

Q4 : Le I ne change pas

$$E = \frac{kL^3}{48I} = \frac{478\,826 \times 0,80^3}{48 \times 7,85 \times 10^{-9}} = 65\text{ GPa}$$

Q5 : On peut remarquer que cette essai a bien été effectué car E (calculé) est environ égal à E (théorique). L'erreur relative est de 6%



3- Étude du bois

Même protocole expérimental et mêmes questions que précédemment sachant que
pour le bois $E = 11\,000\text{ Mpa}$.

4 – Synthèse de l'étude

Q1 : Pour une même déformation, comparer la force appliquée à chaque matériau. Que peut on en conclure ?

Correction : Nous remarquons que pour une même force appliquée les déformations observées sur l'acier sont plus petites que celles observées sur l'aluminium

Q2 : Comparer et classer les matériaux selon leur raideur puis selon leur module d'Young. Que peut-on en conclure ?

Correction : Selon leur raideur : $k(\text{acier}) > k(\text{alu})$

Selon leur module d'Young : $E(\text{acier}) > E(\text{alu})$

On peut en conclure que plus le module d'Young du matériaux est grand plus sa raideur sera importante.

Q3 : Comment varie la raideur k d'un matériau en fonction de I et L .






Correction : Sachant que la valeur de k est :

$$k = \frac{48 EI}{L^3}$$

La raideur augmente quand I augmente ou L diminue. A l'inverse k diminue si I diminue ou k augmente.

ANNEXE

Quelques valeurs de I_z pour des formes de sections simples

type de section		moment quadratique / axe z $I = \int_S y^2 dS$
section circulaire pleine		$\frac{\pi D^4}{64}$
section circulaire creuse		$\frac{\pi(D^4 - d^4)}{64}$
section rectangle		$\frac{b h^3}{12}$
section losange régulière		$\frac{a^4}{12}$
section en I		$\frac{S h^2}{2}$