

Manuel T.P :

Atelier de Structures

ETUDE DES DEFORMATIONS ELASTIQUES D'UN PORTIQUE

I- Objectifs :

- Déterminer expérimentalement la flexion, au point d'application de la charge, d'un portique rectangulaire soumis à des forces horizontales et verticales
- Comparer les résultats théoriques et expérimentaux

II- Description du matériel :

- Un appareil de test de portiques SAN 804

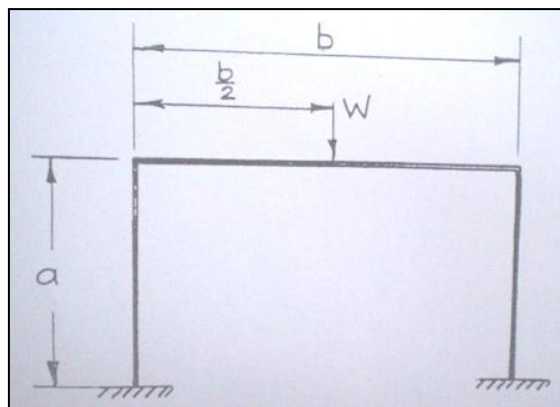


Figure 1: Appareil de test de portiques SAN 804

Cet appareil permet de mesurer directement la poussée horizontale d'arc-boutement d'un portique en acier soumis à diverses charges, et la flexion horizontale du portique soumis aux charges verticales. Les forces sont appliquées par l'intermédiaire de masses et d'accroche poids, les mesures sont réalisées par un comparateur monté sur un support.

III- Théorie :

III.1- Charge verticale :



A partir de ce montage, on démontre que la flexion au point d'application est:

$$\Delta_w = \frac{W.b^3.(2a+2b)}{96E.I.(a+2b)} \quad (\text{en mm})$$

W : La charge verticale appliquée au centre de la traverse du portique rectangulaire (en N)

b : Longueur de la traverse (en mm)

a : Hauteur du montant (en mm)

E : Module d'Young de l'acier (le matériau composant le portique) (en MPa)

$I = \frac{b.h^3}{12}$: Moment quadratique (en mm⁴)

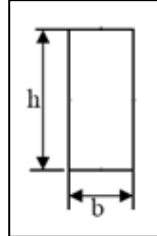
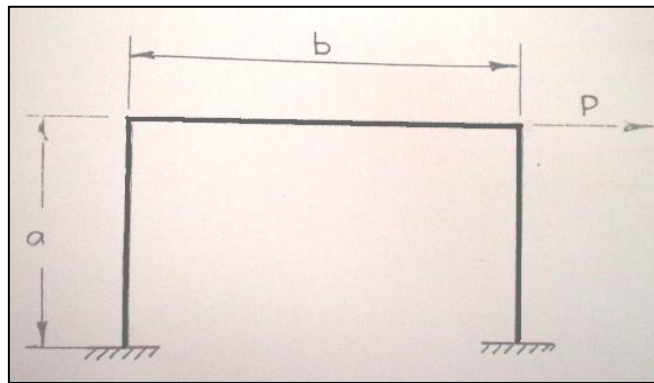


Figure 2 : Section droite de l'acier

III.2- Charge horizontale :

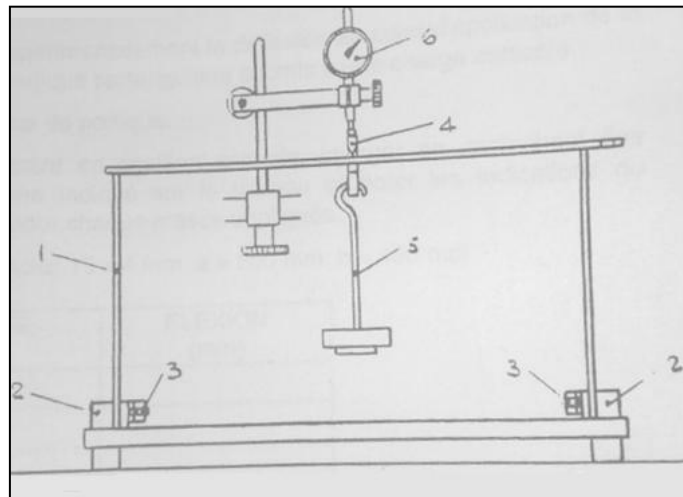


A partir de ce montage, on démontre que la flexion au point d'application est:

$$\Delta_p = \frac{P.a^3.(3a+2b)}{12E.I.(6a+b)} \quad (\text{en mm})$$

IV- Etude expérimentale :

IV.1- Détermination expérimentale de la déflexion au point d'application de la charge d'un portique rectangulaire soumis à une charge verticale :



Placer le couteau (4) au centre du cadre (1) comme indiqué et fixer un accroche-poids (5). Placer un support de comparateur de telle façon que le comparateur (6) soit en contact avec le couteau et mettre le comparateur à zéro.

a) Le couteau étant en position centrale, charger le cadre en accrochant des masses à l'accroche-poids (5) et noter l'indication du comparateur pour chaque masse appliquée sur le tableau suivant :

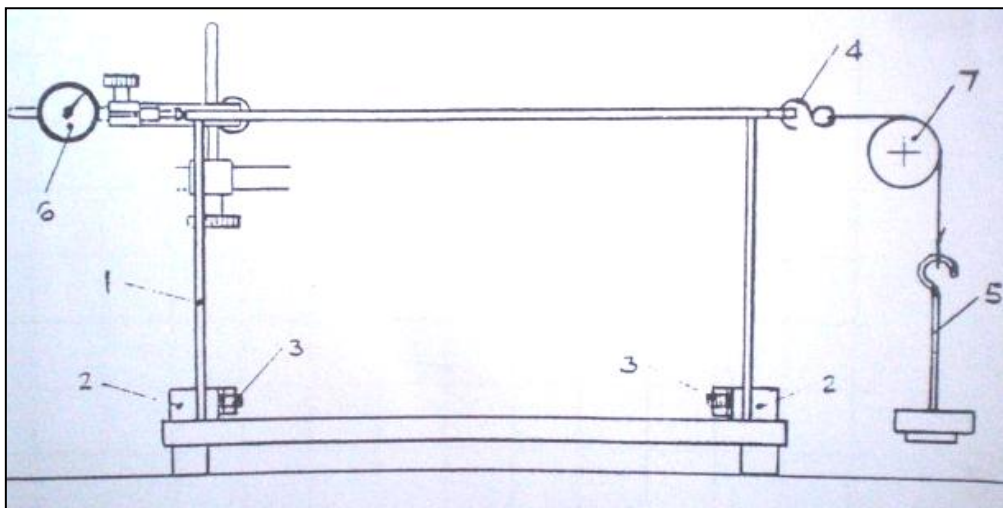
Charge W (N)	Flexion Δ_w (mm)

b) Tracer la courbe $W = f(\Delta_w)$

c) Interpréter le graphique

d) Déterminer le module d'Young expérimental et le comparer avec la valeur de référence

IV.2- Détermination expérimentale de la déflexion au point d'application de la charge d'un portique rectangulaire soumis à une charge horizontale :



Fixer le crochet et le câble au portique, faire passer le câble sur la poulie (7) et fixer l'accroche poids (5). Placer un support de comparateur de telle façon que le comparateur (6) soit en contact avec le couteau et mettre le comparateur à zéro.

a) Charger le cadre en accrochant des masses à l'accroche-poids (5) et noter l'indication du comparateur pour chaque masse appliquée sur le tableau suivant :

Charge P (N)	Flexion Δ_p (mm)

b) Tracer la courbe $P = f(\Delta_p)$

c) Interpréter le graphique

d) Déterminer le module d'Young expérimental et le comparer avec la valeur de référence

Données :

Eprouvette en acier de section 15mm x 4mm

Longueur de la traverse : $b = 450\text{mm}$

Hauteur du montant : $a = 300\text{mm}$

Le module d'Young de référence de l'acier : $E = 210000 \text{ MPa}$

ESSAI DE TORSION

I- Objectifs :

- Etudier la relation entre le moment de torsion, la longueur de fixation et l'angle de torsion d'une barre cylindrique
- Déterminer la valeur du module d'élasticité en torsion des barres

II- Description du matériel :

- Un banc d'essai en torsion (P 400)
- Un jeu d'éprouvettes cylindriques de matériaux différents

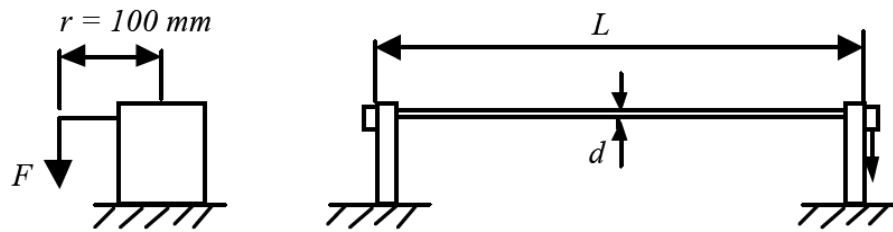


Figure 3: Banc d'essai en torsion (P400)

La mesure du moment de torsion est assurée par un comparateur et un système de levier comportant une entaille qui supporte des charges variables.



Figure 4: Le dispositif expérimental pour mesurer le moment de torsion

III- Théorie :

Selon la loi de la déformation, l'angle torsion s'écrit : $\alpha = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{M_t \cdot L}{I_0 \cdot G}$ (en degré °)

L : Longueur de fixation (en mm)

G : Module d'élasticité transversale ou module de Coulomb (en MPa)

I_0 : Moment d'inertie polaire (en mm⁴); pour une section circulaire pleine : $I_0 = \frac{\pi \cdot d^4}{32}$

d : Diamètre de l'éprouvette (en mm)

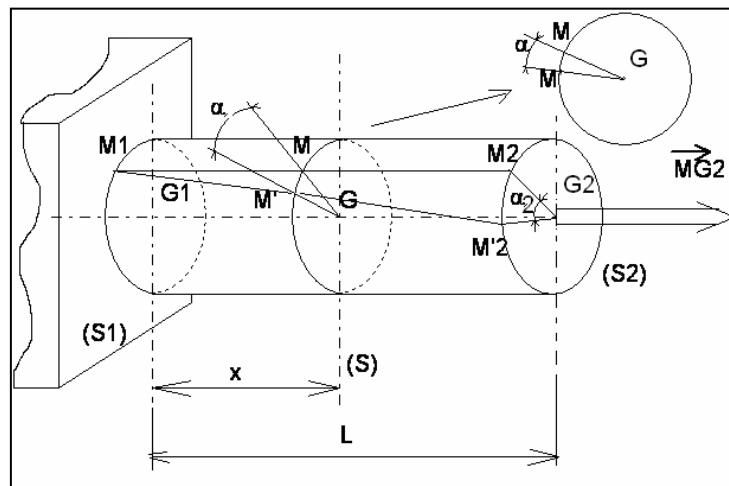
M_t : Moment de torsion : $M_t = F \cdot r$ (en N.mm)

En torsion et dans la section de la pièce, il existe principalement des contraintes tangentielles τ , c'est-à-dire des contraintes de cisaillement ou contraintes de torsion :

$$\tau = \frac{M_t}{W_t} \quad (\text{en MPa})$$

W_t : Module de torsion ; Pour une section circulaire pleine : $W_t = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$ (en mm³)

Dans le domaine élastique, on note lors de l'essai que pour une même valeur du moment, l'angle α croît de façon linéaire avec l'abscisse x de la section droite étudiée.



L'angle de rotation entre deux sections droites est proportionnel à la distance entre ces deux

sections : $\frac{\alpha}{x} = \frac{\alpha_2}{L} = \theta$

On appelle θ l'angle unitaire de torsion exprimé en radian par unité de longueur (mm).

L'angle de torsion unitaire est proportionnel au moment de torsion : $\theta = \frac{M_t}{G.I_0}$ (en rad/mm)

IV- Etude expérimentale :

IV.1- Relation entre le moment de torsion et l'angle de torsion :

- Fixer la portée à 600 mm et insérer une barre dans les dispositifs de fixation en torsion des supports.
- Commencer par bloquer l'éprouvette dans le support fixe puis attacher l'éprouvette au levier afin qu'elle soit bien en contact avec l'axe de limite supérieure.
- Caler le banc d'essai de façon à ce que la partie supérieure du comparateur se trouve juste devant l'entaille du levier puis abaisser le comparateur jusqu'à ce que la petite aiguille indique environ 10 ensuite remettre à zéro en faisant tourner la bague extérieure du comparateur. L'intervalle entre l'entaille du levier et le centre de l'éprouvette étant de 57.3mm, un tour complet de l'aiguille du comparateur correspond à 1°.
- Appliquer les charges selon le tableau ci-dessous et relever les angles de torsion correspondants :

Charge F (N)	Moment de torsion M_t (N.mm)	Angle de torsion α (deg°)
2.5		
7.5		
12.5		
17.5		

Tracer le moment de torsion en fonction de l'angle de torsion $M_t = f(\alpha)$ sur un papier millimétré.

Interpréter la courbe tracée.

IV.2- Relation entre la longueur de fixation et l'angle de torsion :

- a) Mettre en place une éprouvette en acier
- b) Charger à 12,5 N
- c) Changer les longueurs de fixation selon le tableau ci-dessous et relever l'angle de torsion correspondant :

Longueur de fixation L (mm)	Angle de torsion α (deg°)
300	
400	
500	
600	

Tracer la longueur de fixation en fonction de l'angle de torsion $L = f(\alpha)$ sur un papier millimétré.

Interpréter la courbe tracée.

IV.3- Détermination expérimentale du module de Coulomb G :

- a) Régler la portée à 600 mm et fixer une éprouvette en acier
- b) Charger selon le tableau ci-dessous et relever les valeurs de l'angle de torsion
- c) Répéter l'essai avec les éprouvettes en laiton et en aluminium.

Matériau	Charge F (N)	Moment de torsion M_t (N.mm)	Angle de torsion α (deg°)	Angle de torsion unitaire θ (rad/mm)	Contrainte de torsion τ (MPa)	Module de Coulomb G (MPa)
Acier	2.5					
	7.5					
	12.5					
Laiton	2.5					
	7.5					
	12.5					
Aluminium	2.5					
	7.5					
	12.5					

ESSAI DE TRACTION

I- Objectifs :

- Etudier la relation entre l'effort appliqué et les déformations subies, d'une éprouvette sollicitée en traction
- Déterminer le module d'élasticité longitudinale de 3 matériaux (acier, alliage léger, PVC)
- Montrer l'influence de la section de l'éprouvette

II- Description du matériel :

- Un banc d'essai de traction EX150
- Un jeu d'éprouvettes :
 - Poutre en aluminium de section 2mm x 19.9mm
 - Poutre en aluminium de section 1mm x 19.8mm
 - Poutre en acier de section 1mm x 23.9mm
 - Poutre en PVC de section 3mm x 25.2mm

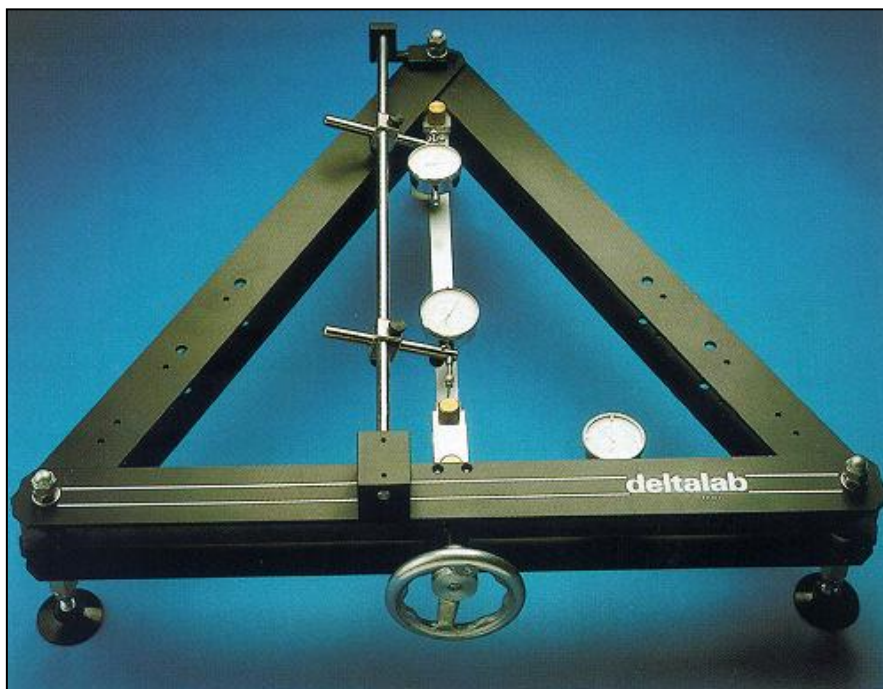


Figure 5: Un banc d'essai de traction simple EX150

III- Théorie :

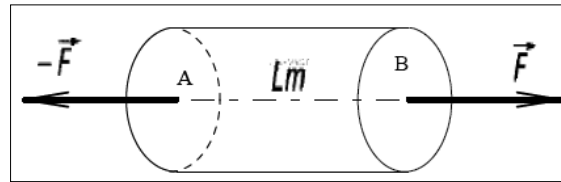


Figure 6: Une poutre sollicitée à la traction

Une poutre droite est sollicitée en traction chaque fois que les actions aux extrémités (A et B) se réduisent à deux forces égales et opposées (\vec{F} et $-\vec{F}$) de direction la ligne moyenne Lm .

III.1- Contrainte :

En effectuant une coupe fictive de la poutre et en isolant le tronçon AG, où G est le barycentre de la section de coupure S, on obtient le schéma suivant :

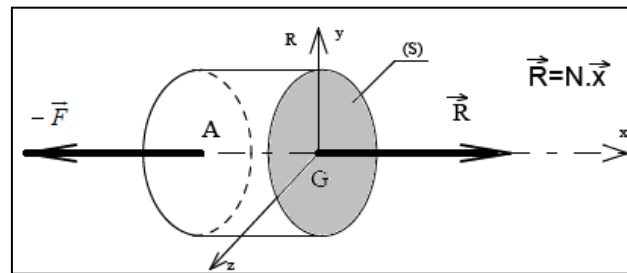


Figure 7: Coupure fictive de la poutre

La résultante des actions R exercée en chaque point de la section (S) par le tronçon GB se réduit au seul effort normal \vec{N} en G tel que $\vec{N} = \vec{F}$ de direction AGB.

On définit la contrainte dans la section droite (S) par la relation :

$$\sigma = \frac{N}{S} \quad \begin{cases} \sigma : \text{La contrainte normale en MPa} \\ N : \text{L'effort normal en N} \\ S : \text{L'aire de la section droite (S) en mm}^2 \end{cases}$$

On admettra (sauf cas particulier de concentration de contraintes) que la répartition des contraintes dans la section (S) est uniforme :

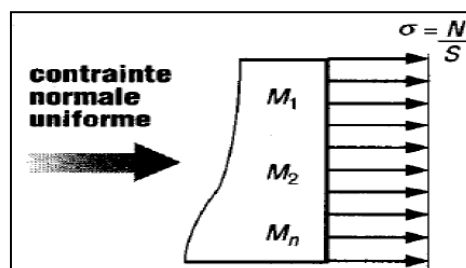


Figure 8: Répartition uniforme des contraintes dans la section droite (S)

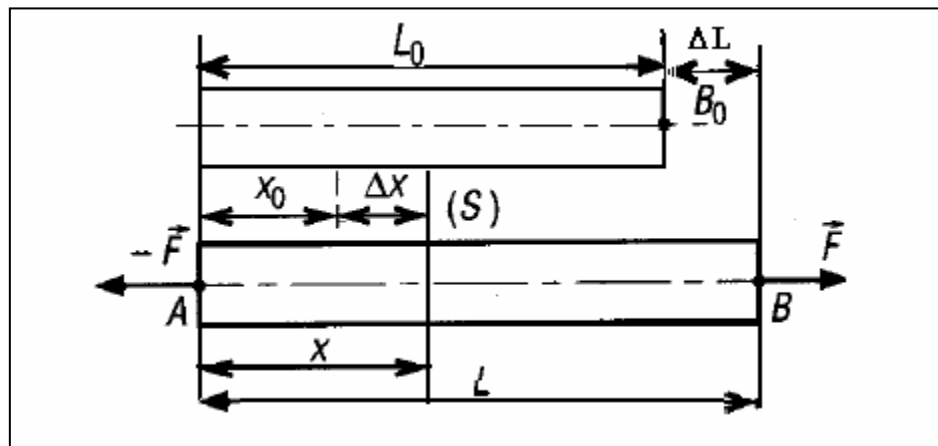
III.2- Allongement :

Figure 9: Définition des longueurs et allongements

On définit :

- L_0 : Longueur initiale de la poutre
- L : Longueur finale de la poutre
- ΔL : Allongement total de la poutre
- x_0 : Longueur initiale du tronçon
- x : Longueur finale du tronçon
- Δx : Allongement total du tronçon

Les allongements étant proportionnels aux longueurs initiales, la déformation ε s'écrit :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{\Delta x}{x_0} \quad (\text{Sans unité})$$

III.3- Relation entre contrainte et déformation :

Pour un grand nombre de matériaux, l'essai de traction montre l'existence d'une zone élastique pour laquelle l'effort F de traction est proportionnel à l'allongement ΔL . Ceci équivaut à dire que le rapport $K = \frac{F}{\Delta L}$ est constant. Le coefficient K est appelé raideur du matériau.

En déformation élastique, la contrainte normale σ est proportionnelle à la déformation élastique ε : $\sigma = E \cdot \varepsilon$ C'est la loi de Hooke.

σ : La contrainte normale en MPa

ε : La déformation élastique (sans unité)

E : Le module d'élasticité longitudinale ou module d'Young exprimé en MPa

IV- Etude expérimentale :

Les expériences portent sur la lecture de l'allongement de l'éprouvette en fonction de l'effort appliqué.

1) *Relever les caractéristiques géométriques des 4 éprouvettes :*

	Eprouvette 1	Eprouvette 2	Eprouvette 3	Eprouvette 4
Matériau				
Longueur (mm)				
Section (mm ²)				

2) *Relever l'allongement de l'éprouvette en fonction de l'effort :*

Monter l'éprouvette, installer les comparateurs et régler leurs zéro.

Pour chaque éprouvette, relever l'allongement ΔL correspondant à chaque effort appliqué dans les tableaux suivants :

Eprouvette 1 :

F (daN)	ΔL (mm)	σ (MPa)	$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$
10			
20			
30			
40			
50			
60			
70			
80			

Eprouvette 2 :

F (daN)	ΔL (mm)	σ (MPa)	$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$
10			
20			
30			
40			
50			
60			
70			
80			

Eprouvette 3 :

F (daN)	ΔL (mm)	σ (MPa)	$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$
10			
20			
30			
40			
50			
60			
70			
80			

Eprouvette 4 :

F (daN)	ΔL (mm)	σ (MPa)	$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$
10			
20			
30			
40			
50			

3) Pour chaque éprouvette :

- Tracer la courbe $F = f(\Delta L)$
- Déterminer expérimentalement la raideur K et comparer avec K théorique (de référence)
- Tracer la courbe $\sigma = f(\varepsilon)$
- Déterminer expérimentalement le module d'élasticité E et comparer avec E théorique (de référence)
- Comparer et interpréter les résultats expérimentaux en fonction des sections et des matériaux
- Conclure

Remarque :

Il n'existe aucune valeur théorique du module d'élasticité longitudinale. Les valeurs de *référence* du module d'Young sont mesurées par extensomètre (à 3% près). Ces mesures sont relativement plus précises que celles obtenues par la présente méthode (à 7% près).

On donne les valeurs de référence mesurée par extensomètre pour :

- l'éprouvette d'acier : $E = 177\,000$ MPa
- l'éprouvette d'alliage léger : $E = 69\,000$ MPa
- l'éprouvette en P.V.C : $E = 2600$ MPa

ESSAI DE LA FLEXION SIMPLE

I- Objectifs :

- Etudier la relation entre la flèche et les charges appliquée à une poutre sollicitée à la flexion simple
- Etudier les effets de variation de la longueur et de la section sur la déformée d'une poutre soumise à une flexion simple

II- Description du matériel :

- Un appareil d'étude de la flexion simple (SAN 313) conçu pour l'étude expérimentale de systèmes isostatiques : poutres sur appuis simples ou poutres encastrees à une extrémité
- Un jeu d'éprouvettes en acier de différentes dimensions



Figure 10: Un appareil d'étude de la flexion simple (SAN 313)

III- Théorie :

III.1- Poutre sur appuis simples avec charge centrale :

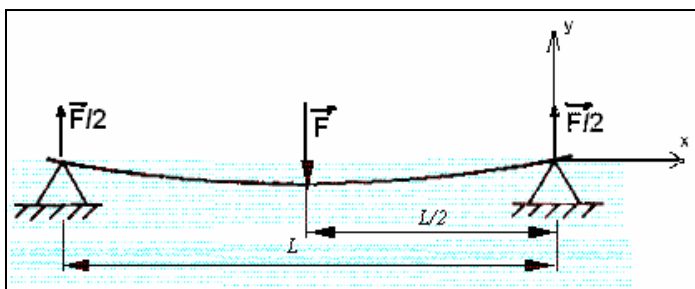


Figure 11-a: Poutre sur appuis simples avec charge centrale

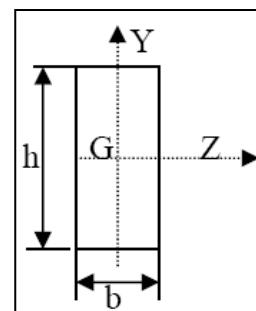


Figure 12-b : Section droite de la poutre

La déformation ou flèche maximale (à mi-portée) d'une poutre sur appuis simples est donnée

par la relation :
$$\delta = \frac{F.L^3}{48.E.I_{GZ}} \quad (\text{en mm})$$

E : Le module d'Young (en MPa)

$$I_{GZ} = \frac{b.h^3}{12}$$
 : Le moment quadratique selon l'axe GZ (en mm⁴)

On définit la déformée de la poutre comme étant le rapport de la flèche maximale sur la

charge appliquée :
$$\frac{\delta}{F} = \frac{L^3}{4.E.b.h^3}$$

III.2- Poutre console avec charge appliquée à son extrémité :

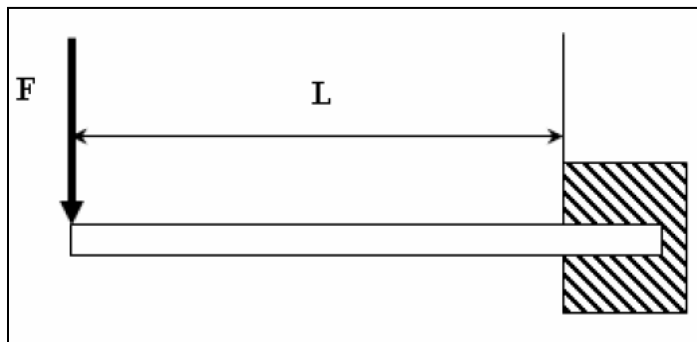


Figure 3-a: Poutre encastrée à une extrémité et chargée à l'autre

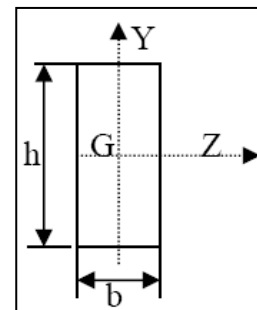


Figure 3-b : Section droite de la poutre

La déformation est égale à :
$$\delta = \frac{F.L^3}{3.E.I_{GZ}} \quad ; \quad \text{avec :} \quad I_{GZ} = \frac{b.h^3}{12}$$

La déformée de cette poutre encastrée est :
$$\frac{\delta}{F} = \frac{4L^3}{E.b.h^3}$$

IV- Etude expérimentale :

IV.1- Poutre sur appuis simples avec charge centrale :

Réaliser une série d'essais charge/déformation pour des poutres de matériaux identiques comme suit :

Test 1 :	L= 900mm	b= 25.2mm	h=6.2mm
Test 2 :	L= 900mm	b= 12.6mm	h=6.2mm
Test 3 :	L= 900mm	b= 25.2mm	h=3.1mm
Test 4 :	L= 360mm	b= 25.2mm	h=6.2mm

Notons que : $F = M.g = M \times 9.8 \quad \Rightarrow \quad F \approx 10.M$

4) Remplir les tableaux suivants :

Test 1	Charge F (N)	Flèche δ (mm)
	0	
	1	
	2	
	3	
	4	
	5	

Test 2	Charge F (N)	Flèche δ (mm)
	0	
	1	
	2	
	3	
	4	
	5	

Test 3	Charge F (N)	Flèche δ (mm)
	0	
	1	
	2	
	3	
	4	
	5	

Test 4	Charge F (N)	Flèche δ (mm)
	0	
	1	
	2	
	3	
	4	
	5	

5) Etudier l'influence de la longueur L :

- Tracer sur le même graphe les courbes $\delta = f(F)$ des tests 1 et 4
- Déterminer expérimentalement la déformée $\frac{\delta}{F}$ pour les tests 1 et 4 et comparer les résultats trouvés
- Déduire le module d'Young du matériau

6) Etudier l'influence de la largeur b : Refaire le même travail avec les tests 1 et 2

7) Etudier l'influence de la hauteur h : Refaire le même travail avec les tests 1 et 3

IV.2- Poutre console avec charge appliquée à son extrémité :

Réaliser une série d'essais charge/déformation pour des poutres de matériaux identiques comme suit :

Test 1 :	L= 900mm	b= 25.2mm	h=6.2mm
Test 2 :	L= 900mm	b= 12.6mm	h=6.2mm
Test 3 :	L= 900mm	b= 25.2mm	h=3.1mm
Test 4 :	L= 360mm	b= 25.2mm	h=6.2mm

Notons que : $F = M.g = M \times 9.8 \Rightarrow F \simeq 10.M$

1) Remplir les tableaux suivants :

Test 1	Charge F (N)	Flèche δ (mm)
	0	
	1	
	2	
	3	
	4	
	5	

Test 2	Charge F (N)	Flèche δ (mm)
	0	
	1	
	2	
	3	
	4	
	5	

Test 3	Charge F (N)	Flèche δ (mm)
	0	
	1	
	2	
	3	
	4	
	5	

Test 4	Charge F (N)	Flèche δ (mm)
	0	
	1	
	2	
	3	
	4	
	5	

2) *Etudier l'influence de la longueur L :*

- Tracer sur le même graphe les courbes $\delta = f(F)$ des tests 1 et 4
- Déterminer expérimentalement la déformée $\frac{\delta}{F}$ pour les tests 1 et 4 et comparer les résultats trouvés
- Dédire le module d'Young du matériau

3) *Etudier l'influence de la largeur b :*

Refaire le même travail avec les tests 1 et 2

4) *Etudier l'influence de la hauteur h :*

Refaire le même travail avec les tests 1 et 3

ESSAI DE FLAMBEMENT

I- Objectif :

- Etudier le flambement d'une poutre droite articulée aux deux extrémités
- Etudier le flambement d'une poutre droite encastrée aux deux extrémités
- Etudier le flambement d'une poutre droite articulée à l'une de ses extrémités et encastrée à l'autre extrémité.

II- Description du matériel :

- Appareil d'étude du flambement (SAN 312) avec système de mesure et de chargement
- jeu de masses
- jeu d'éprouvettes

L'appareil d'étude du flambement (SAN 312) est conçu pour l'étude des charges critiques de flambements des outres droites en fonction de leurs élancements et des conditions aux limites.



Figure 13: Un appareil d'étude du flambement (SAN 312)

L'appareil permet l'étude de poutres de longueur comprise entre 400 et 800 mm. Ces poutres sont de sections rectangulaires et se déforment dans un plan prédéterminé.

Les conditions aux limites sont assurées par des blocs de liaison démontables qui permettent d'obtenir les configurations suivantes :

- Poutres articulées aux deux extrémités
- Poutres encastrées aux deux extrémités
- Poutres articulées à une extrémité et encastrées à l'autre

La charge est appliquée par l'intermédiaire d'un dynamomètre et d'une poutre de mise en charge. Pour que cette poutre reste horizontale pendant la mise en charge, elle est montée sur une articulation dont on peut régler la hauteur de manière que la charge appliquée le soit dans la direction verticale tout au long de l'expérience.

Instructions d'emploi et procédure d'expérimentation :

- 1- Mettre l'appareil à niveau. Quatre vis de réglage et un niveau à eau montée sur la traverse inférieure sont prévus à cette fin.
- 2- Mettre en place les blocs de fixation correspondant à l'expérience envisagée. On utilise les pinces à vis pour les extrémités encastrees, et les blocs à rainure en V pour les extrémités articulées.
- 3- A l'aide des broches fournies, mettre la traverse supérieure dans la position voulue compte tenu de la longueur d'éprouvette à tester.
- 4- Pour les essais de poutres encastrees, poser l'éprouvette sur le bloc de fixation inférieur et la bloquer. Pour les essais de poutres articulées, poser l'éprouvette au centre du bloc en se guidant sur les repères.
- 5- Appliquer à la main une légère pression vers le haut sur l'extrémité droite de la poutre de mise en charge, pour s'assurer que l'éprouvette est bien en contact avec le bloc de fixation supérieur. Pour les essais de poutres encastrees, bloquer l'éprouvette dans la pince supérieure.
- 6- Régler la traverse de mise en charge à l'horizontale à l'aide du cabestan situé à son extrémité gauche. Quand on utilise les blocs à rainure en V, il est nécessaire de contenir la légère pression vers le haut qui agit sur la traverse pendant l'opération de mise de niveau.
- 7- A l'aide du cabestan de mise en charge, faire monter le dynamomètre jusqu'à ce qu'il entre en contact avec la poutre.
- 8- Ajuster le support du comparateur de manière que la tige de ce dernier vienne en contact avec le point médian de l'éprouvette.
- 9- Régler la poulie de mise en charge, sur le montant droit de l'appareil, de manière que le crochet se trouve juste au-dessous du dynamomètre et que le fil soit à l'horizontale. A l'aide des petits poids en laiton fournis, appliquer sur l'éprouvette une charge latérale juste suffisante pour qu'elle fléchisse dans la direction opposée au comparateur au moment où l'on applique la charge verticale.

- 10- Appliquer à l'éprouvette un supplément de charge approprié à l'aide du cabestan de la poutre de mise en charge.
- 11- Régler la traverse de mise en charge à l'horizontale à l'aide du cabestan du montant gauche.
- 12- Noter les indications du dynamomètre et du comparateur.

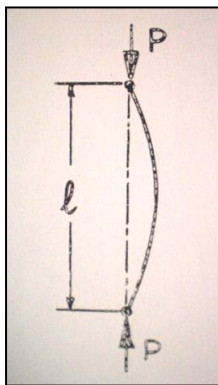
Remarques :

- Il est important que la poutre soit remise à l'horizontale après chaque application d'une charge et avant de relever les indications des instruments.
- Le dynamomètre indique la force appliquée sur la poutre de mise en charge. Étant donné que le rapport du levier est de 3 à 1, **l'effort effectivement appliquée sur l'éprouvette est égale à trois fois la valeur indiquée par le dynamomètre.**

III- Théorie :

L'appareil a été conçu pour permettre d'exécuter une série d'expériences ayant pour but de déterminer les charges critiques de flambement de poutres de différents élancement dans différentes conditions de fixation de leurs extrémités et de comparer les résultats obtenus avec les charges calculées à l'aide de l'équation d'Euler.

III.1- Poutre articulée aux deux extrémités :



D'après la théorie d'Euler, la charge de flambement critique pour une poutre bi-articulée est égale à :

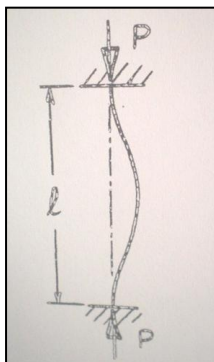
$$P_C = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l^2} \quad (\text{en N})$$

I : le moment quadratique en mm^4

E : le module d'Young de la poutre en MPa

l : longueur de la poutre en mm

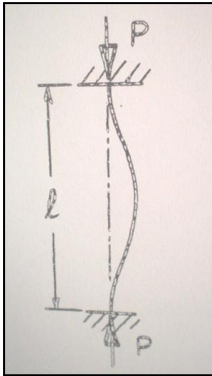
III.2- Poutre encastrée aux deux extrémités :



D'après la théorie d'Euler, la charge de flambement critique pour une poutre bi-articulée est égale à :

$$P_C = \frac{4\pi^2 \cdot E \cdot I}{l^2}$$

III.3- Poutre articulée à une extrémité et encastrée à l'autre :

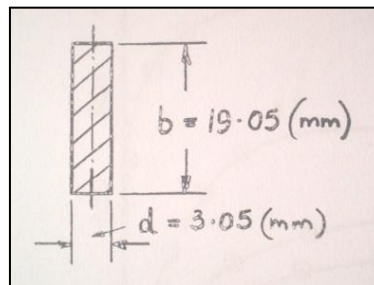


D'après la théorie d'Euler, la charge de flambement critique pour une poutre articulée à une extrémité et encastrée à l'autre est égale à :

$$P_c = \frac{2\pi^2 \cdot E \cdot I}{l^2}$$

III.4- Données théoriques :

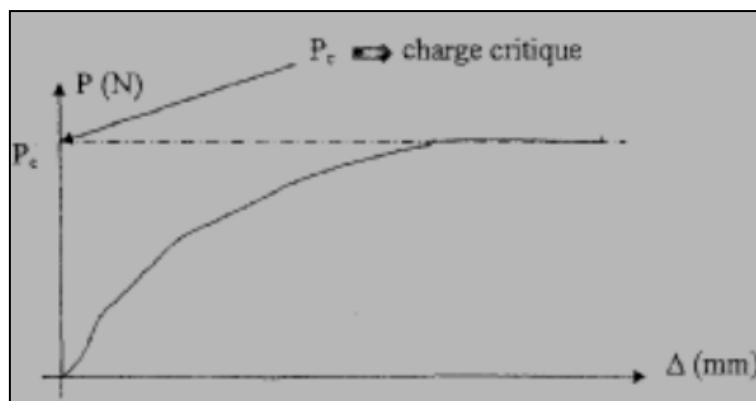
La poutre a la section suivante :



Le moment quadratique I est égale à : $I = \frac{b \cdot d^3}{12} = \frac{19,05 \times 3,05^3}{12} = 45,1 \text{ mm}^4$

On suppose que $E = 200 \times 10^3 \text{ MPa}$

III.5- Définition graphique d'une charge critique de flambement :



On note Δ la flèche induite par les différents chargements sur la poutre.

IV- Etude expérimentale :**IV.1- Poutre articulée aux deux extrémités :**

a) Pour chaque longueur de poutre allant de 400mm à 800mm, prendre les valeurs de déplacement «flèche» Δ pour différentes valeurs de chargements.

 $L = 400mm$

P (N)	Δ (mm)
600	

 $L = 500mm$

P (N)	Δ (mm)
400	

 $L = 600mm$

P (N)	Δ (mm)
300	

 $L = 700mm$

P (N)	Δ (mm)
200	

 $L = 800mm$

P (N)	Δ (mm)
150	

b) Tracer les courbes $P = f(\Delta)$ sur le même graphique, en utilisant la même échelle.

c) Interpréter les courbes.

d) Remplir le tableau avec les charges critiques obtenues par calcul théorique et avec celles obtenues expérimentalement :

L (mm)	P_C théorique (N)	P_C exp (N)
400		
500		
600		
700		
800		

e) Comparer les charges critiques obtenues par calcul théorique avec celles obtenues expérimentalement.

f) Tracer sur un autre graphique la courbe d'Euler théorique et expérimentale $P_C = f(L)$ pour le même matériau de poutre. (Notons bien que P_C est la charge critique de flambement).

g) Interpréter les courbes d'Euler théorique et expérimentale.

IV.2- Poutre encastrée aux deux extrémités :

a) Pour chaque longueur de poutre allant de 400mm à 800mm, prendre les valeurs de déplacement «flèche» Δ pour différentes valeurs de chargements.

 $L = 400mm$

P (N)	Δ (mm)
900	

 $L = 500mm$

P (N)	Δ (mm)
800	

 $L = 600mm$

P (N)	Δ (mm)
750	

 $L = 700mm$

P (N)	Δ (mm)
650	

 $L = 800mm$

P (N)	Δ (mm)
600	

b) Tracer les courbes $P = f(\Delta)$ sur le même graphique, en utilisant la même échelle.

c) Interpréter les courbes.

d) Remplir le tableau avec les charges critiques obtenues par calcul théorique et avec celles obtenues expérimentalement :

L (mm)	P_C théorique (N)	P_C exp (N)
400		
500		
600		
700		
800		

e) Comparer les charges critiques obtenues par calcul théorique avec celles obtenues expérimentalement.

f) Tracer sur un autre graphique la courbe d'Euler théorique et expérimentale $P_C = f(L)$ pour le même matériau de poutre. (Notons bien que P_C est la charge critique de flambement).

g) Interpréter les courbes d'Euler théorique et expérimentale.

IV. 3- Poutre articulée à une extrémité et encastrée à l'autre :

a) Pour chaque longueur de poutre allant de 400mm à 800mm, prendre les valeurs de déplacement «flèche» Δ pour différentes valeurs de chargements.

 $L = 400mm$

P (N)	Δ (mm)
1000	

 $L = 500mm$

P (N)	Δ (mm)
750	

 $L = 600mm$

P (N)	Δ (mm)
650	

 $L = 700mm$

P (N)	Δ (mm)
400	

 $L = 800mm$

P (N)	Δ (mm)
300	

b) Tracer les courbes $P = f(\Delta)$ sur le même graphique, en utilisant la même échelle.

c) Interpréter les courbes.

d) Remplir le tableau avec les charges critiques obtenues par calcul théorique et avec celles obtenues expérimentalement :

L (mm)	P_C théorique (N)	P_C exp (N)
400		
500		
600		
700		
800		

e) Comparer les charges critiques obtenues par calcul théorique avec celles obtenues expérimentalement.

f) Tracer sur un autre graphique la courbe d'Euler théorique et expérimentale $P_C = f(L)$ pour le même matériau de poutre. (Notons bien que P_C est la charge critique de flambement).

g) Interpréter les courbes d'Euler théorique et expérimentale.

IV. 4- Conclusions générales et interprétations