Université de Mohamed Boudiaf. M'sila
Faculté de Technologie
Département de Génie Mécanique
Année d'étude : 2ème année Licence (LMD) : Semestre 4.
Module : TP de résistance des matériaux

TP 01
Mesure de la déformation d'une poutre par extensomètre

Rappel théorique

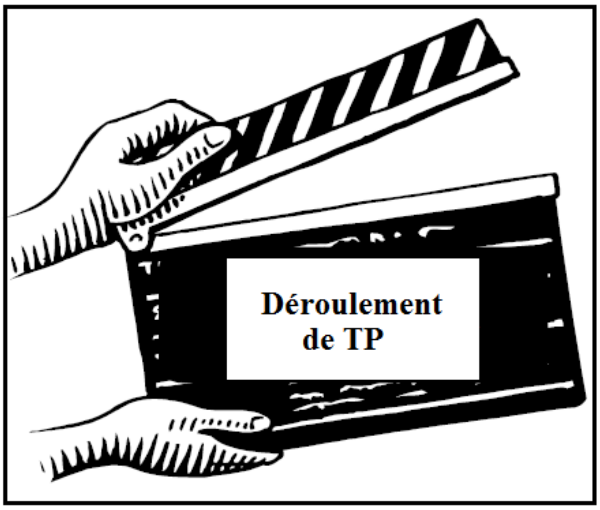
Chaque sous-groupe doit préparer une petite recherche, environ trois à quatre pages sur la déformation d'une poutre par extensomètre.

Mise en page de marge : Haut : 2cm, bas : 1cm, gauche : 1cm et droite : 1cm.

Police : 14 Times New Roman et Interligne 1,5ligne.

Objectifs de TP

- Mesure des contraintes et des déformations d'une poutre fléchie par la méthode électrique.
- Connaissance de la technique de mesure des déformations par extensomètre.
- Acquérir de nouvelles connaissances sur les jauges de contraintes à fil résistant.



1) Poutre encastrée à une extrémité et libre à l'autre

a) Variation de la distance x

(F = 20N) $Ymax$ = 10mm $I_{GZ} = \frac{bh^3}{12}$ $E_{théo} = 2.10^5$ N/mm^2.

Remplir le tableau ci-dessous.

F[N]	x[cm]	$\varepsilon x10^{-6}$	$M_f = F.x$ [Nm]	$\sigma = \frac{Mf.Ymax}{I\ Gz}$	$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$
20	0				
20	5				
20	10				
20	15				
20	20				
20	30				
20	40				

Après le calcul de la valeur du module d'élasticité longitudinal (module de Young) expérimentalement, comparer l'avec sa valeur théorique.

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

b) Variation de la charge F : (x =20cm) $Ymax$ = 10mm $I_{GZ} = \frac{bh^3}{12}$

Remplir le tableau suivant.

F[N]	x[cm]	$\varepsilon x10^{-6}$	$M_f = F.x$ [Nm]	$\sigma = \frac{Mf.Ymax}{I\ Gz}$	$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$
10	20				
15	20				
20	20				
25	20				
30	20				
35	20				
40	20				

Aussi et après le calcul de la valeur du module d'élasticité longitudinal (module de Young) expérimentalement, comparer l'avec sa valeur théorique.

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

2) Poutre encastrée à une extrémité et appuyée à l'autre

<u>Travail demandé</u> : Calcul du moment fléchissant

a) Variation de la distance x

(F = 20N) $Ymax$ = 10mm $I_{GZ} = \frac{bh^3}{12}$ $E_{théo}$ = 2.10^5 N/mm^2

F[N]	x[cm]	Ɛ.10^{-6}	б =Ɛ. $E_{théo}$	$M_f = \frac{б.I_{GZ}}{Y_{max}}$
20	0			
20	5			
20	10			
20	15			
20	20			
20	30			

$$M_f = \frac{б.I_{GZ}}{Y_{max}}$$

b) Variation de la charge F

(x = 20cm) $Ymax$ = 10mm $I_{GZ} = \frac{bh^3}{12}$ $E_{théo}$ = 2.10^5 N/mm^2

F[N]	x[cm]	Ɛ.10^{-6}	б =Ɛ. $E_{théo}$	$M_f = \frac{б.I_{GZ}}{Y_{max}}$
10	20			
15	20			
20	20			
25	20			
30	20			
40	20			

- Tracer la courbe du moment fléchissant en fonction de :
- La distance x
- La charge F.
- Que peut-on-conclure ?

Bonne chance

Université de Mohamed Boudiaf, M'sila
Faculté de Technologie
Département de Génie Mécanique
Année Universitaire 2021/2022
Année d'étude : S4 LMD

Travaux pratiques
Résistance des matériaux

TP 02 : Flambage des poutres

1. Rappel théorique

1.1. Phénomène de flambement

Dans tout ce qui suit on considère que le matériau est élastique, linéaire de module de Young E et de caractéristiques mécaniques constantes.

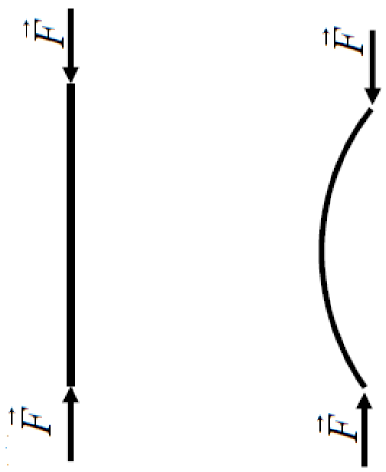
Considérons une barre rectiligne homogène soumise à deux fores F égales et opposées.

Si $\boldsymbol{F} < \boldsymbol{F_c}$ (F_c : charge critique) : La poutre reste sensiblement rectiligne, elle se raccourcit de Δl (compression).

Si $\boldsymbol{F} > \boldsymbol{F_c}$: La poutre fléchit brusquement (passage d'un état de compression à un état de flexion), c'est du flambage.

Le problème du flambement revient donc à déterminer le seuil de compression. Ce seuil est la force critique d'Euler.

La flexion se produit selon la direction perpendiculaire à l'axe de la section (S) qui donne le moment quadratique le plus faible.



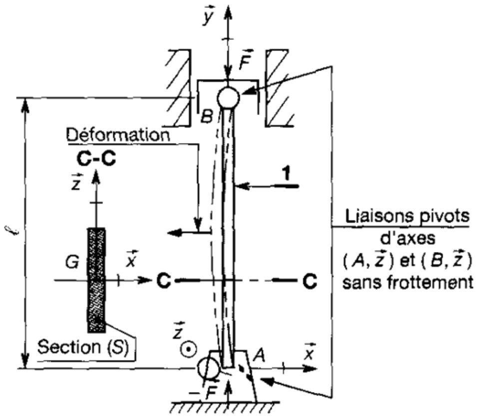
1.2. Charge critique d'Euler

En cas de flambage, la charge critique d'Euler F_c est :

$$F_c = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{Gz}}{L^2}$$

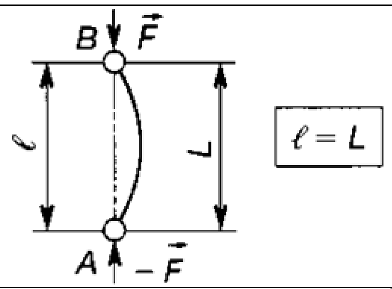
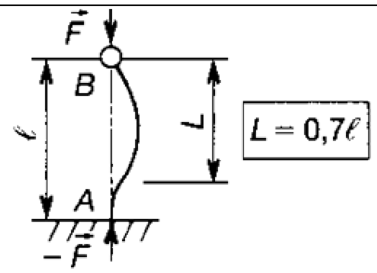
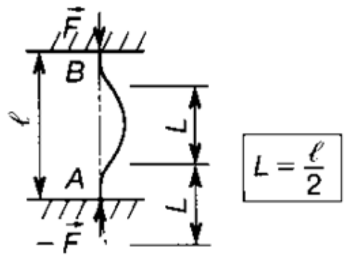
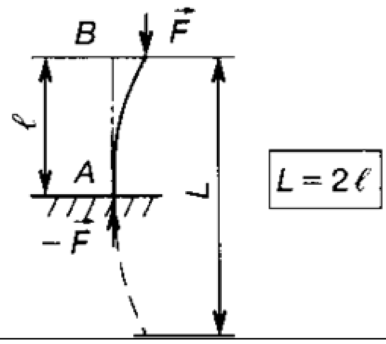
E : module d'Young du matériau (MPa).
I_{Gz} : moment quadratique de la section (mm^4).

L : longueur libre de flambage d e la poutre (mm).



1.3. Longueur libre de flambage L

l est la longueur de la poutre, la longueur libre de flambage L est en fonction du type d'appui. Elle est donnée par le tableau suivant :

Types de liaisons	Valeurs de *L*	Types de liaisons	Valeurs de *L*
Poutre articulée aux deux appuis A et B		Poutre articulée à une extrémité (B) et encastrée à l'autre (A)	
Poutre encastrée aux deux appuis A et B		Poutre encastrée à une extrémité (A) et libre à l'autre (B)	

1.4. Elancement

La compression est remplacée par du flambage si la poutre est longue et ses dimensions transversales sont faibles.

Cette proportion est caractérisée par :

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

λ : élancement d'une poutre (sans unité).

L : longueur libre de flambage (mm).

ρ : rayon de giration de la section (mm), défini par :

$$\rho = \sqrt{\frac{I_{Gz}}{S}}$$

S : aire de la section droite (mm^2).

I_{Gz} : moment quadratique minimal de la section suivant l'axe principal perpendiculaire à la direction de la déformation (mm^4).

1.5. Contrainte critique

La longueur libre de flambage *L* sera prise d'après le tableau précédent, cherchons la charge critique F_c en fonction de l'élancement de la poutre.

On a :

$$\begin{cases} \lambda^2 = \dfrac{L^2}{\rho^2} \\ \rho^2 = \dfrac{I_{Gz}}{S} \end{cases} \Rightarrow \lambda^2 = \frac{L^2}{I_{Gz}} \cdot S \Rightarrow \frac{I_{Gz}}{L^2} = \frac{S}{\lambda^2}$$

L'expression de la charge critique nous donne :

$$F_c = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot S}{\lambda^2}$$

On appelle contrainte critique le rapport entre la charge critique F_c et l'air de la section droite S de la poutre.

$$\sigma_c = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2}$$

2.1. Objectifs de la manipulation

- Se familiariser avec l'appareil d'étude du flambement des poutres (les pièces constitutives, mode d'emploi ...).
- Bien maitriser les étapes qui mènent à l'élaboration des différents essais.
- Savoir exploiter les connaissances théoriques acquises.

Déterminer expérimentalement la force critique Fc et la flèche maximale de la poutre Ymax, en faisant varier les matériaux des poutres considérées

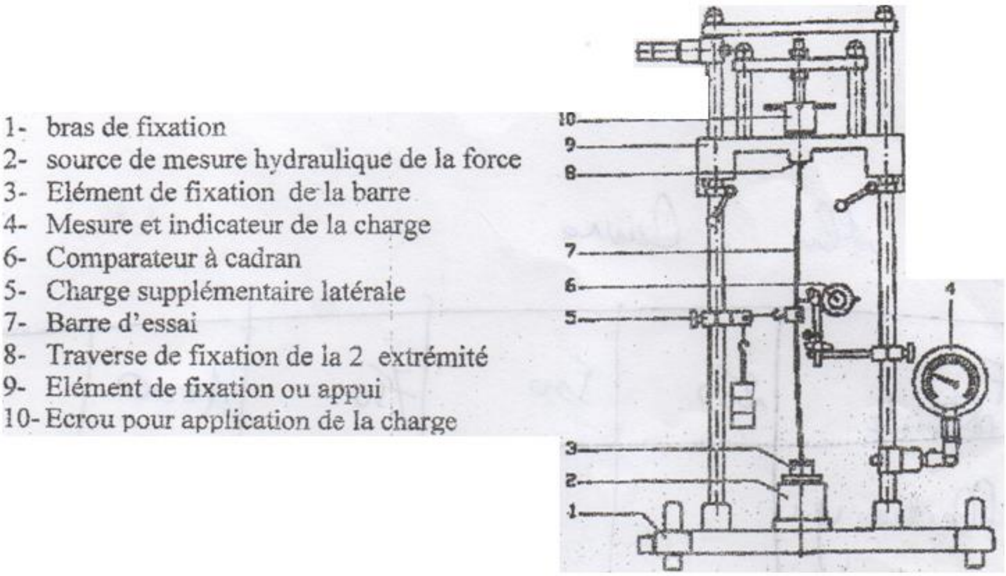
2.2. Connaissances acquises

Connaissances de base en RDM (sollicitations simples + flambement des poutres) et techniques de mesures.

3. Déroulement de TP

3.1. Mesure de la charge critique

Le comparateur à cadran est placé au milieu de la poutre (voir figure ci-dessous). A l'aide de l'écrou des forces, on varie la charge de façon croissante et on lit sur le cadran la déviation (flèche) y correspondante jusqu'à ce que le flambage latéral soit évident. La charge augmente jusqu'à une force appelée charge critique ou la charge s'arrête mais la déviation continue un peu.



Travail demandé

-Déterminer la relation entre la longueur libre de flambage et la longueur de la poutre pour ce type de montage.
-Déterminer les valeurs théoriques (calculées à partir de la formule d'Euler) de la force critique Fc pour les différentes poutres considérées (en bronze, en laiton et en aluminium).
-Tracer les courbes traduisant la variation de la charge de flambement en fonction de la flèche et déterminer la force critique Fc.
-Est-ce que la formule d'Euler prédit la force critique de flambement ?

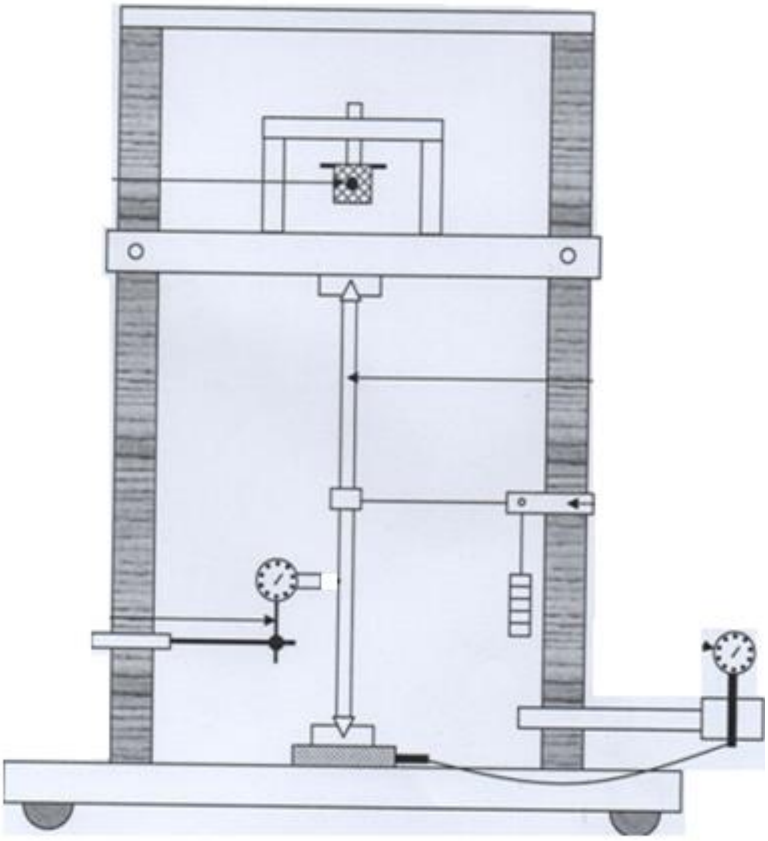
Matériau de la poutre	Charge de flambement (N)	Flèche Y(mm)	Charge critique F_{cr} (N)
Bronze	250		
	500		
	750		
	1000		

Matériau de la poutre	Charge de flambement (N)	Flèche Y(mm)	Charge critique F_{cr} (N)
Cuivre	250		
	500		
	750		
	1000		

Matériau de la poutre	Charge de flambement (N)	Flèche Y(mm)	Charge critique F_{cr} (N)
Aluminium	250		
	500		
	750		
	1000		

3.2. Influence de la charge latérale F_x

- Choisir les charges latérales : 5N, 10N, 15 N et 20 N.
- Déterminer la charge critique de différentes poutres en fonction de ces charges latérales.
- Tracer les courbes correspondantes.
- Que-peut-on conclure ?



Bronze				
Charge latérale (N)	5	10	15	20
Charge critique (N)				

Cuivre				
Charge latérale (N)	5	10	15	20
Charge critique (N)				

Aluminium				
Charge latérale (N)	5	10	15	20
Charge critique (N)				

Bonne chance