

TP N° 1: LIGNES D'INFLUENCE D'UNE POUTRE ISOSTATIQUE

I) INTRODUCTION

Les poutres sont des éléments porteurs qui résistent aux effets de flexion introduits par les charges appliquées. Elles sont les éléments de structure les plus utilisés dans le domaine du Génie Civil (les bâtiments, les ponts ...).

Une poutre est dite isostatique si elle est appuyée de façon que leurs réactions d'appuis puissent être calculées au moyen des équations de la statique seulement.

II) RAPPELS THÉORIQUES

1- Poutre en console .

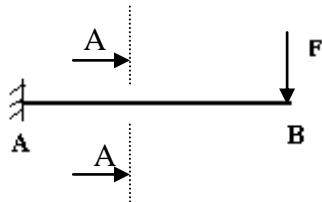


Fig.1- Poutre en console

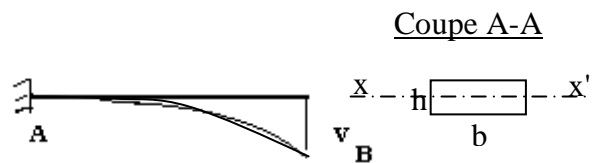


Fig.2- Déformée

On considère une poutre en porte-à-faux de longueur l chargée à son extrémité libre par une force F comme indiqué à la fig1.

L'expression de la flèche en B due à F est:

$$v_B = \frac{l^3}{3EI} F \quad (1) \quad \text{avec}$$

E : module de Young de la poutre.

I : moment d'inertie de la poutre / xx'

2- Poutre sur deux appuis simples.

On considère une poutre isostatique de longueur l, chargée en son milieu par une force F comme indiqué sur la fig.3.

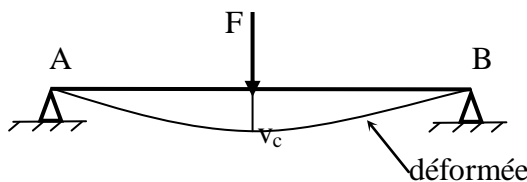


Fig3 : Poutre isostatique

L'expression de la flèche en C due à F est :

$$v_C = \frac{l^3}{48 EI} \cdot F \quad (2)$$

avec

E : module de Young de la poutre.

I : moment d'inertie de la poutre.

3- Ligne d'influence.

La poutre AB est chargée par une charge unitaire de point d'application variable x.

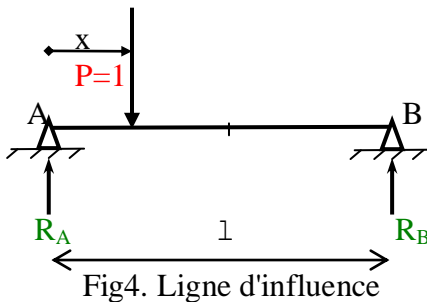
Si nous avons à déterminer la valeur d'un effort qui peut être une réaction d'appui, un moment dans une section ou un effort tranchant sous l'effet d'un système de chargement, le problème sera considérablement simplifié si nous connaissons la valeur de l'effet dû à une charge unité.

Définition : On appelle ligne d'influence la courbe représentative de l'effet d'une charge unité agissant dans une section Σ_X d'abscisse X.

On s'intéresse à :

- la réaction de l'appui en A et
- au moment fléchissant dans la section médiane C correspondant à $X = l/2$

(lignes d'influence de la réaction R_A et du moment fléchissant M_C).



$$R_A(x) = (1 - x) / l \quad (3)$$

$$M_C(x) = \begin{cases} x/2 & \text{pour } x \leq l/2 \\ (1 - x)/2 & \text{pour } x > l/2 \end{cases} \quad (4)$$

III) BUT DE L'ESSAI

Le but de cette manipulation est de:

- Déterminer de deux manières le Module d'Young d'une poutre.
- Déterminer expérimentalement les lignes d'influence de la réaction d'appui et du moment fléchissant d'une poutre sur deux appuis simples.

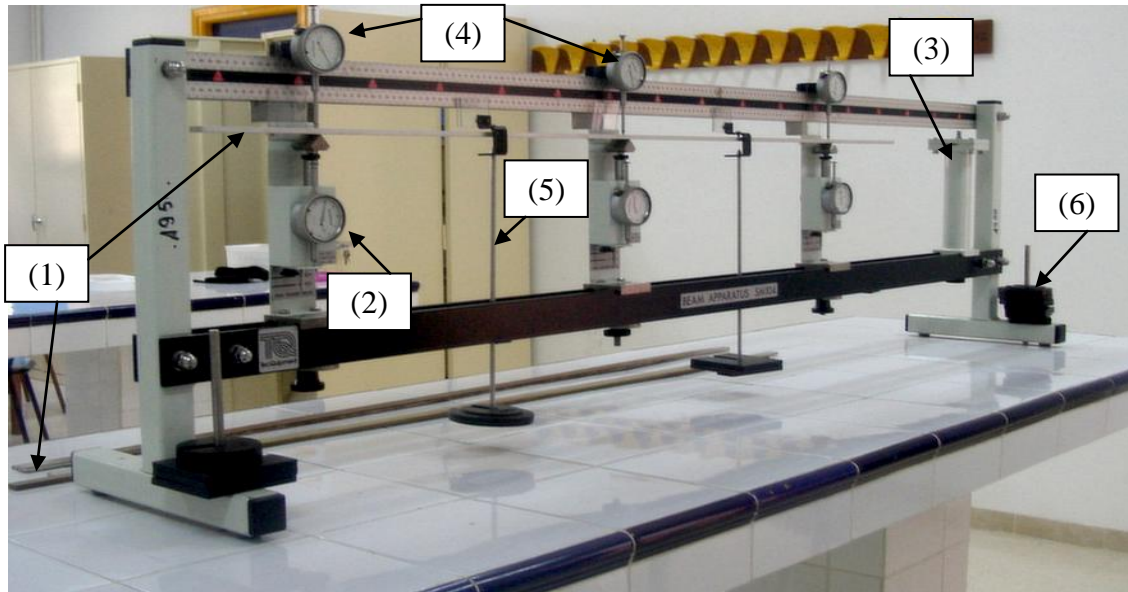
IV) PRINCIPE DE L'ESSAI

Le principe de l'essai est de:

- Mesurer le déplacement de la poutre suite à une série de chargements.
- Mesurer la réaction d'appui de la poutre isostatique sur deux appuis simples chargée avec une charge unitaire de position variable.

V) MODE OPÉRATOIRE

1°) Matériel :



Banc universel de flexion de poutres SM104 et notamment:

- Poutres métalliques (1)
- Appuis dynamométriques (2)
- Une bride de serrage (encastrement) (3)
- Des comparateurs de mesure de flèche (4)
- Des accroches poids et un jeu de masses marquées (5)
- Masses marquées (6)

2°) Déroulement de l'essai

Essai 1: Poutre en console.

- ◆ Choisir une poutre parmi les quatre disponibles.
- ◆ Mesurer son épaisseur et sa largeur à l'aide d'un pied à coulisse.
- ◆ Introduire la poutre dans la bride de serrage pour assurer son encastrement et de manière à obtenir une longueur de 100 cm.
- ◆ Placer l'accroche poids à l'extrémité libre de la poutre ainsi qu'un comparateur pour lire la flèche maximale.
- ◆ Charger la poutre avec des forces de 2,5 ; 5 ; 7,5 ; 10 ; 12,5 N.
- ◆ Pour chaque charge, noter l'indication du comparateur.

Essai 2: Poutre sur deux appuis simples.

- ◆ Placer la même poutre sur deux appuis dynamométriques de façon à avoir une longueur de 100 cm.
- ◆ Vérifier l'horizontalité de la poutre:
 - Placer un comparateur sur l'un des deux appuis, régler le cadran du comparateur pour qu'il indique zéro.

- Déplacer le comparateur jusqu'au deuxième appuis, agir sur la vis noire de ce dernier pour que le comparateur indique zéro.
- ◆ Bloquer les deux appuis dynamométriques pour obtenir deux appuis rigides.
- ◆ Placer l'accroche poids ainsi qu'un comparateur au milieu de la poutre.
- ◆ Mettre à zéro le comparateur
- ◆ Charger la poutre avec des forces de 2,5 ; 5 ; 7,5 ; 10 ; 12,5 N.
- ◆ Pour chaque charge, noter l'indication du comparateur

Essai 3: Ligne d'influence.

Sur le même montage du 2^{ème} essai (c'est à dire une poutre sur deux appuis simples de 100 cm de long):

- ◆ Libérer les deux appuis dynamométriques.
- ◆ Vérifier l'horizontalité de la poutre.
- ◆ Placer l'accroche poids à l'abscisse $x=10$ cm de la poutre.
- ◆ Mettre à zéro les comparateurs
- ◆ Charger la poutre avec une force de 10N.
- ◆ Rétablir l'horizontalité de la poutre et noter l'indication de l'appui dynamométrique en A.

☞ **Reprendre le même travail avec $x = 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80$ et 90 cm.**

VI) TRAVAIL DEMANDÉ

☞ Poutre en console.

- 1- Calculer le moment d'inertie I de la poutre.
- 2- Démontrer la relation (1) en utilisant les formules de Bresse.
- 3- Remplir le tableau N°1.
- 4- Tracer la courbe de la flèche expérimentale en fonction de la force appliquée.
- 5- Déterminer la pente de la courbe, en déduire le Module d'Young de la poutre.

☞ Poutre sur deux appuis simples.

- 1- Démontrer la relation (2) en utilisant les formules de Bresse.
- 2- Remplir le tableau N°2.
- 3- Tracer la courbe de la flèche en fonction de la force appliquée.
- 4- Déterminer la pente de la courbe. En déduire le Module d'Young de la poutre.
- 5- Comparer les deux valeurs du Module d'Young trouvées.

☞ Ligne d'influence.

- 1- Démontrer les formules (3) et (4).
- 2- Remplir le tableau N°3.
- 3- Justifier les erreurs trouvées.

4- Dessiner sur un papier millimétré les lignes d'influence de la réaction en A et du moment fléchissant en C.

- FICHE COMPTE RENDU -

Tableau N°1: Poutre en console

<i>Charge Appliquée (N)</i>	<i>Lecture du Comparateur (Division)</i>	<i>Flèche expérimentale (mm)</i>
2,5		
5		
7,5		
10		
12,5		

Tableau N°2: Poutre sur deux appuis simples

<i>Charge Appliquée (N)</i>	<i>Lecture du Comparateur (Division)</i>	<i>Flèche expérimentale (mm)</i>
2,5		
5		
7,5		
10		
12,5		

Tableau N°3: Ligne d'influence

<i>X (m)</i>	<i>Lecture du Comparateur (Division)</i>	<i>Flèche expérimentale (mm)</i>	<i>Flèche théorique (mm)</i>	<i>R_A Exp. (N)</i>	<i>R_A Th. (N)</i>	<i>M_C Exp. (Nm)</i>	<i>M_C Th. (Nm)</i>	<i>Err relative Sur R_A (%)</i>	<i>Err relative Sur M_C (%)</i>
0.1									
0.2									
0.3									
0.4									
0.5									
0.6									
0.7									
0.8									
0.9									