

TP N 5 : Flexion Hyperstatique

(Licence N1 /Durée 3H)

Objectifs :

- Se familiariser avec l'appareil d'étude des montages hyperstatiques 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

Conditions de réalisation :

- Appareil d'étude de flexion des poutres
- Trois éprouvettes en aluminium, acier et en laiton
- Règle et pied coulisse
- Clé à six-pen

Connaissances acquises :

- Connaissances de base en RDM (flexion simple)
- Techniques de mesures

Evaluation :

- Motivation, travail réalisé 50 %.
- Entretien et compte rendu 50%.

Dossier Technique

Ce fascicule de TP décrit le mode d'installation et d'exécution des différentes expériences à fin de déterminer le comportement de la déformée des poutres et des cantilevers. En effet, L'équipement étudié montre clairement les principes théoriques acquises et donne l'appui pratique à nos études.

1-Description du matériel :

La figure 1 montre l'équipement étudié. Il se compose principalement d'un panneau avec un indicateur numérique mobile de la déformée (3). Cet indicateur est lié à un crochet (7) coulissant qui lui permet de se situer dans n'importe quelle position le long de la poutre d'essai. Deux brides (4) et (10) rigides fixes montées sur les deux extrémités du panneau et peuvent tenir la poutre à cette position. Une règle graduée (2) est imprimée en haut du panneau permet un positionnement rapide et précis de l'afficheur numérique de la déformée, des supports de poids et des appuis. La figure 2 illustre le schéma complet de l'équipement (panneau avec le châssis).

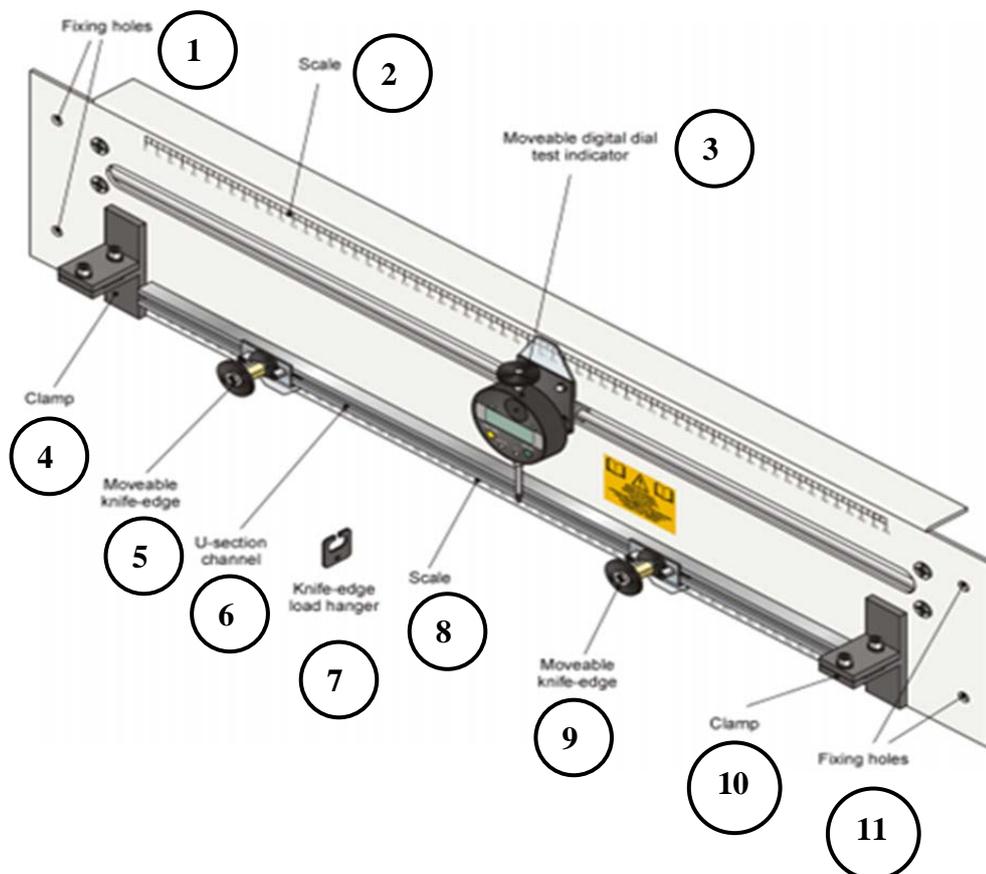


Figure 1 : Présentation du module STR4

Nomenclature	
1	Trous de fixation
2	Règle
3	Indicateur numérique mobile de la déformée
4	Bride
5	Support mobile de poutres
6	Rail
7	Crochet
8	Règle
9	Support mobile de la poutre
10	Bride
11	Trous de fixation

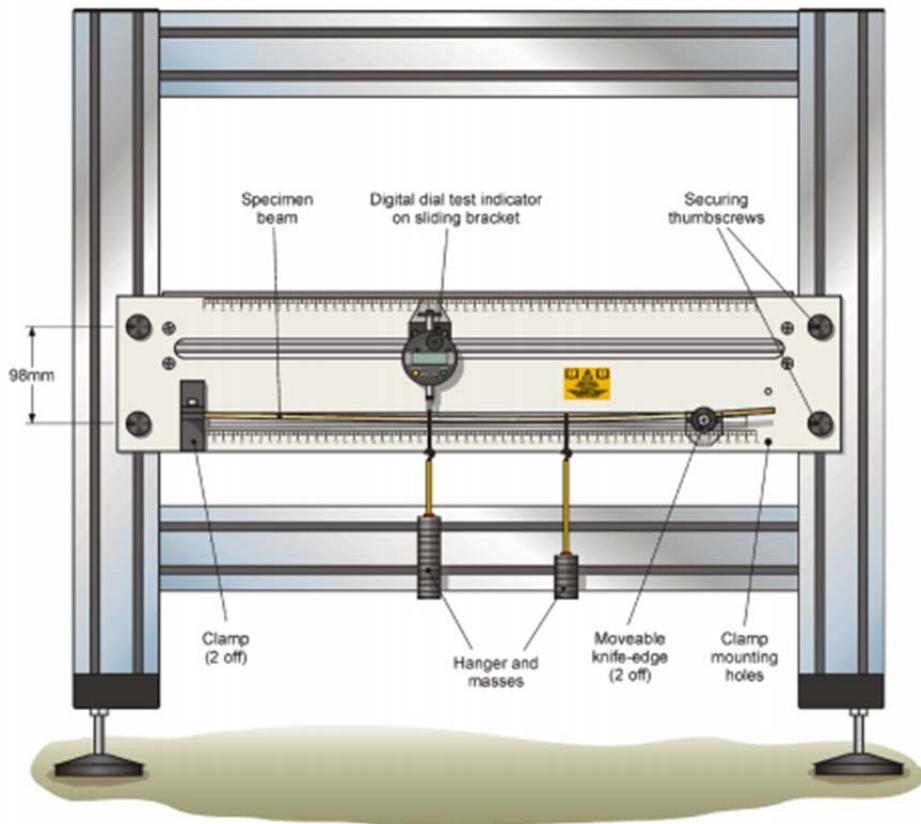


Figure 2 : Présentation du module STR4 monté sur son châssis

2-Comment installer l'équipement :

Avant de monter et d'utiliser l'équipement, toujours Vérifier les points suivants :

- Inspecter visuellement toutes les parties (en incluant les câbles électriques) afin de déceler d'éventuels dommages ou dégradations dues à l'usure. Les remplacer si nécessaire.
- Vérifier que les raccordements électriques sont correctement câblés.
- L'entretien électrique doit être réalisé impérativement par une personne compétente.
- Vérifier que tous les composants sont fixés correctement et que les éléments de fixation sont suffisamment serrés.

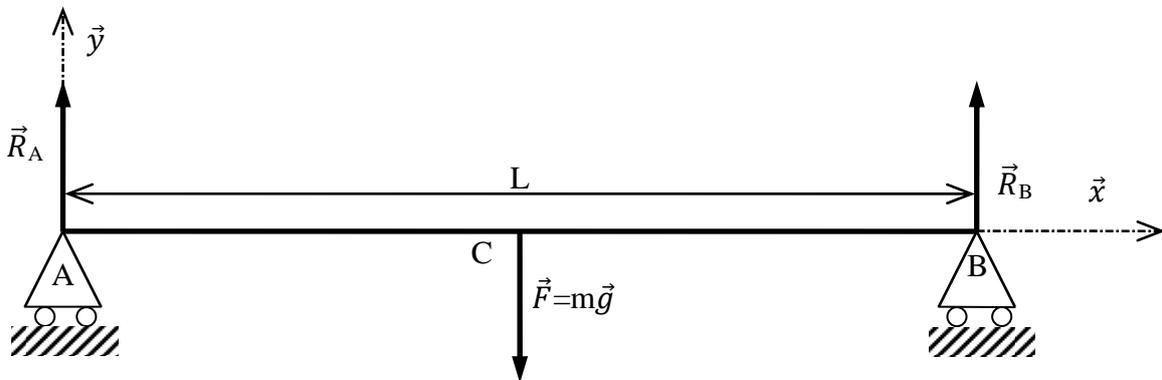
Précautions :

- S'assurer que le châssis est positionné de manière stable : Vérifier que celui ci est monté sur un plan de travail stable, rigide et facilement accessible.
- Ne jamais appliquer de charges excessives sur l'équipement.

Dossier de référence

Etude théorique de la déformée de divers montages

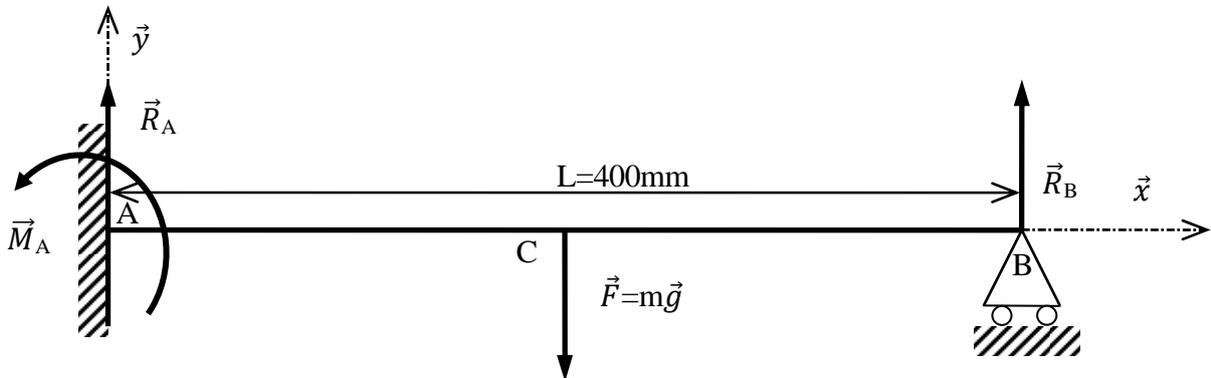
1-Étude d'une poutre reposant sur deux appuis simples (montage isostatique) :



L'étude théorique de la déformée de cet exemple de poutre (montage isostatique) sollicitée à la flexion simple peut être résumée dans le tableau suivant :

Charges- Appuis	Effort tranchant	Moment de flexion	Déformation
<p>■ Concentrée en C</p> <p> $\vec{A} = \frac{\ \vec{F}\ \cdot b}{l} \cdot \vec{y}$; $\vec{M}_A = \vec{0}$ $\vec{B} = \frac{\ \vec{F}\ \cdot a}{l} \cdot \vec{y}$; $\vec{M}_B = \vec{0}$ </p>	<p>De A à C: $T_y = -\frac{\ \vec{F}\ }{l} \cdot b$</p> <p>De C à B: $T_y = +\frac{\ \vec{F}\ }{l} \cdot a$</p>	<p>■ Pour $x = a$ $M_{Gz} = \frac{\ \vec{F}\ \cdot a \cdot b}{l}$</p> <p>■ Si $a = \frac{l}{2}$ $M_{Gz} = \frac{\ \vec{F}\ \cdot l}{4}$</p>	<p>■ Pour $x = a$ $y_C = -\frac{\ \vec{F}\ \cdot a^2 \cdot b^2}{3E \cdot I_{Gz} \cdot l}$</p> <p>si $a = \frac{l}{2}$ $y_C = -\frac{\ \vec{F}\ \cdot l^3}{48E \cdot I_{Gz}}$</p>

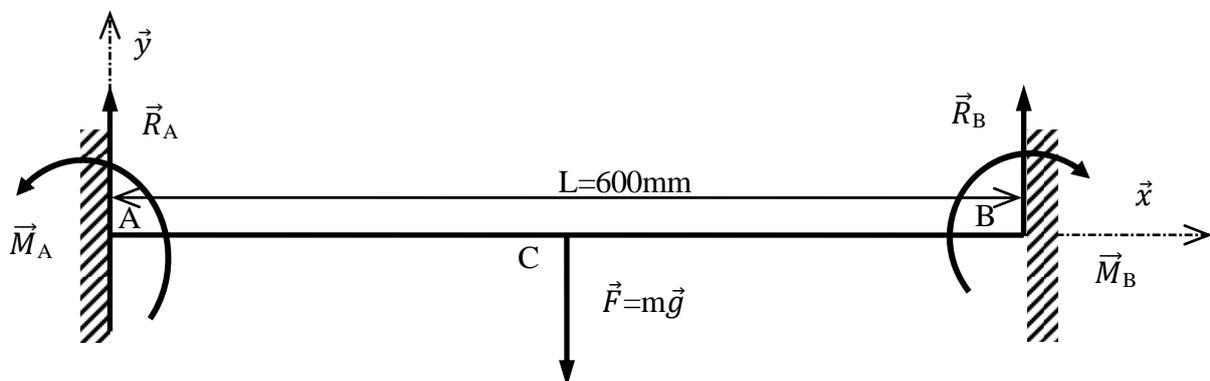
2-Étude d'un montage hyperstatique (poutre encastrée d'une part et reposant sur un appui simple de l'autre part) :



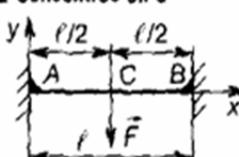
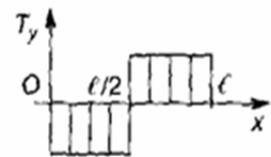
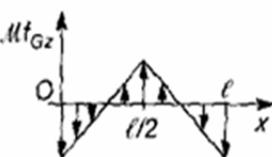
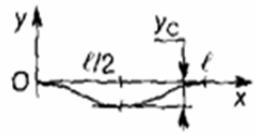
L'étude théorique de cet exemple d'une poutre hyperstatique sollicitée à la flexion simple peut être résumée dans le tableau suivant :

Charges- Appuis	Effort tranchant	Moment de flexion	Déformation
<p>■ Concentrée en C</p> <p> $\vec{A} = -\frac{5\ \vec{F}\ }{16} \cdot \vec{y}$ $\vec{B} = -\frac{11\ \vec{F}\ }{16} \cdot \vec{y}$ $\vec{H}_B = -\frac{3\ \vec{F}\ \cdot l}{16} \cdot \vec{z}$ </p>	<p>De A à C: $T_y = -\frac{5\ \vec{F}\ }{16}$ De C à B: $T_y = -\frac{11\ \vec{F}\ }{16}$</p>	<p>M_{Gz} est maximal pour $x = \frac{l}{2}$ $M_{Gz} = \frac{5\ \vec{F}\ \cdot l}{32}$</p>	<p>Flèche en C: $y_C = -\frac{7\ \vec{F}\ \cdot l^3}{768 E \cdot I_{Gz}}$</p>

3-Etude d'une poutre bi - encastrée :



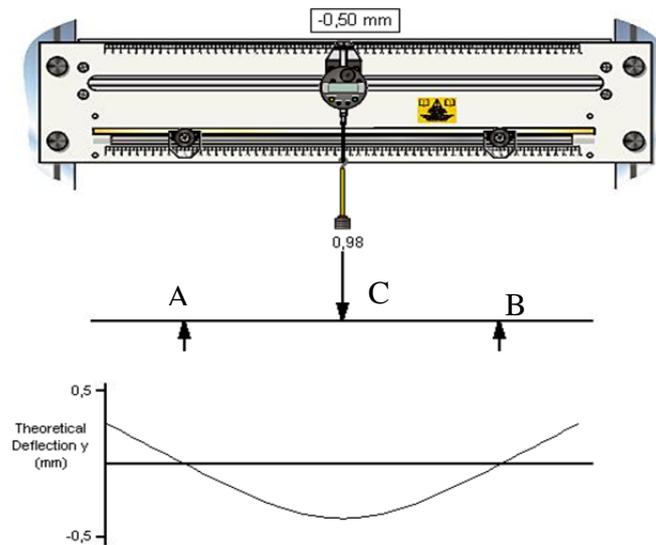
L'étude théorique de la déformée de ce montage hyperstatique d'une poutre sollicitée à la flexion simple peut être résumée dans le tableau suivant :

Charges- Appuis	Effort tranchant	Moment de flexion	Déformation
<p>■ Concentrée en C</p>  <p> $\bar{A} = \bar{B} = \frac{\ F\ }{2} \cdot \bar{y}$ $\bar{H}_A = -\bar{H}_B = -\frac{\ F\ \cdot l}{8} \cdot \bar{z}$ </p>	 <p> De A à C: $T_y = -\frac{\ F\ }{2}$ De C à B: $T_y = +\frac{\ F\ }{2}$ </p>	 <p> $\ M_{Gz}$ est maximal pour $x = \frac{l}{2}$ $\ M_{Gz} = \frac{\ F\ \cdot l}{8}$ </p>	 <p> Flèche en C: $y_C = -\frac{\ F\ \cdot l^3}{192 E \cdot I_{Gz}}$ </p>

Dossier pédagogique

MANIPULATION I : ÉTUDE D'UN MONTAGE ISOSTATIQUE (POUTRE REPOSANT SUR DEUX APPUIS SIMPLES) :

Réaliser un montage isostatique d'une poutre reposant sur deux appuis simples en A et B équidistants du point C (le point d'application de la charge F) d'une distance de 200mm.(voir figure ci-dessous)



Remplir le tableau dans l'annexe, en appliquant des charges variantes de 0g à 500g pour les deux poutres (acier, aluminium)

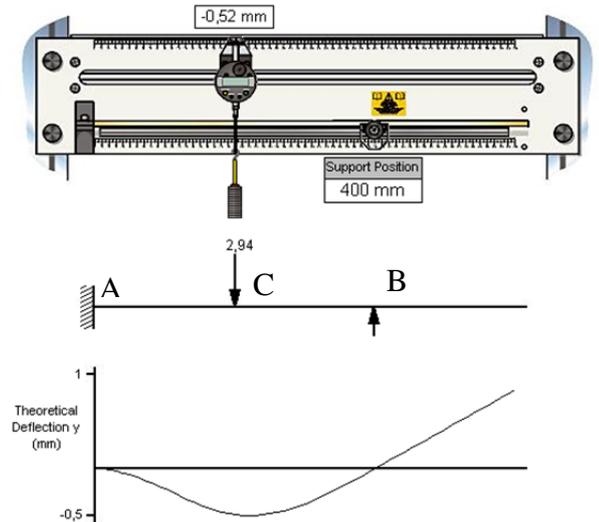
NB: utiliser le dossier de référence pour calculer la flèche au point C (Y_c)

Remarque : Toutes les manipulations qui seront décrites ci-dessous seront réalisées uniquement pour une poutre en acier et en aluminium.

**MANIPULATION II ÉTUDE D'UN MONTAGE HYPERSTATIQUE
(POUTRE ENCASTREE D'UNE PART ET REPOSANT SUR UN
APPUI SIMPLE DE L'AUTRE PART)**

Réaliser le montage d'une poutre hyperstatique ayant un encastrement en A et un appui simple en B équidistants du point C (le point d'application de la charge F) d'une distance de 200mm.

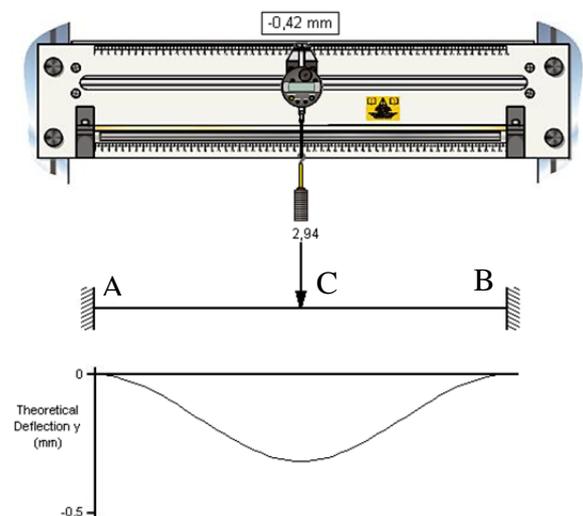
Remplir par la suite le tableau dans l'annexe, en appliquant des charges variantes de 0g à 500g pour les deux poutres et en récupérant une flèche ou une déformée Y théorique et pratique.



**MANIPULATION III : ETUDE D'UN MONTAGE
HYPERSTATIQUE (ENCASTREMENTS EN A ET EN B EN
APPLIQUANT UNE CHARGE AU POINT C)**

Réaliser un montage hyperstatique d'une poutre encastrées à ces deux extrémités (A et B) équidistants du point C (le point d'application de la charge F) d'une distance de 300 mm.

Remplir le tableau dans l'annexe, en appliquant des charges variantes de 0g à 500g pour les deux poutres et en récupérant la déformée (flèche) Y théorique et expérimental.



TRAVAIL DEMANDE :

1. En se référant à l'annexe, Tracer sur le même graphe **courbe 1 : $Y_c=f(F)$** la variation de la flèche Y théorique et expérimentale en fonction de la charge F pour les deux premiers montages (*Manipulation 1 et 2*) pour les deux couples de matériaux **l'aluminium** et **l'acier**.
2. En se référant à l'annexe, tracer sur le même graphe **courbe 2 : $Y_c=f(F)$** la variation de la flèche Y théorique et expérimentale en fonction de la charge F pour le montage de la poutre encastree des deux extrémités et pour les deux couples de matériaux.
3. En comparant pour les deux types de matériaux, le comportement de la déformée pour un montage donné, déduire l'influence de la nature du matériau sur la déformation de la poutre.
4. Indiquer d'une façon générale les facteurs influant la flèche (déformé) d'une poutre.
5. A partir du traçage de la **courbe 1 : $Y_c=f(F)$** , donnez l'avantage du montage hyperstatique de la poutre par rapport au montage isostatique de point de vue flèche ou déformée.
6. Comparer à partir de la **courbe 2 $Y_c=f(F)$** la différence entre les flèches théoriques et expérimentales et citer les sources probables des erreurs.
7. Conclure.

