



TP4-INFLUENCE DE LA GEOMETRIE DE LA SECTION SUR LA DEFORMATION D'UNE POUTRE

SUJET

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 l'influence de la géométrie d'une poutre sur la résistance et le déplacement de celle-ci.
Comparer différentes formes de poutres présentes dans le domaine de la construction.

APPAREILLAGE

Le dispositif d'essai mis à disposition se compose :

- 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

Afin de déterminer l'influence des différentes sections d'une poutre d'un même matériau, nous étudierons grâce au Banc d'Essai Didactique, le cas d'une poutre sollicitée par une charge verticale ponctuelle en milieu de travée sur des poutres de sections différentes. Il s'agira ensuite de comparer les résultats obtenus afin de conclure sur l'influence de la géométrie de la section.

PREMIERE PARTIE: MISE EN PLACE PRATIQUE DE L'ESSAI

PROTOCOLE GENERAL

Description du banc d'essai :



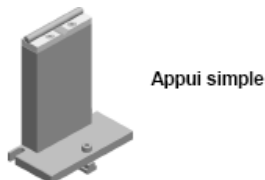
Mise en marche du banc d'essai :

- 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 de la poutre :

- Pour le réglage du treuil et de la traverse, faire appel à un professeur.
- Ouvrir le fichier : 3R → produit → statique → poutre

- Placer les appuis sur le banc d'essai en respectant la distance les séparant qui correspond à la longueur de poutre étudiée. Dans notre cas, on placera les appuis à 90 cm l'un de l'autre.



- Il faut maintenant installer la poutre sur les deux appuis du banc mécanique:

Utilisation de l'interface :

Boîtier de commande :



- Pour placer les vérins sur la poutre et les déplacer, utilisez les touches MARCHE + F5, F6, F7 ou F8 en mode manuel jusqu'à ce que le voyant orange du boîtier de commande s'allume et que la machine s'arrête.
- Choisir ensuite 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.

Le test est terminé

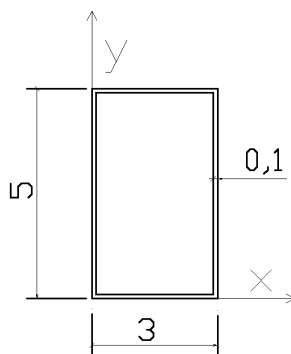
- Cliquez sur ANALYSE, l'ordinateur envoie directement les tests sur Excel.
- Enregistrez le fichier Excel contenant la courbe et le schéma mécanique.
- Revenir sur la fenêtre d'essai 3R.
- Mettre le mode MANU sur le boîtier de commande et décharger en appuyant sur les touches MARCHE + F5, F6, F7 ou F8.

Nous étudierons le comportement mécanique de plusieurs poutres métalliques, à géométries différentes, sur 2 appuis, soumises à une charge identique.

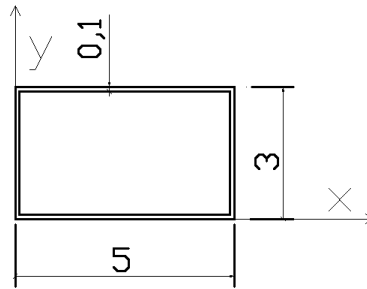
Nous allons plus particulièrement calculer la flèche de la poutre pour chaque cas présenté ci dessous en respectant la démarche présentée précédemment.

1. Une poutre rectangulaire vide de longueur $L = 0.9\text{ m}$ posée sur rotule et appui simple.

(a) Dans un premier temps, elle sera appuyée sur la plus petite dimension de sa section (Voir schéma suivant). Elle sera soumise à une charge verticale $\|\vec{F}_1\| = 100\text{ N}$ appliquée en milieu de travée.

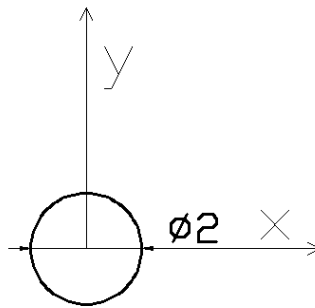


(b) Dans un deuxième temps, elle sera appuyée sur la plus grande dimension de sa section (voir schéma suivant) et sera soumise à une charge verticale $\|\vec{F}_1\| = 100\text{ N}$ appliquée en milieu de travée.



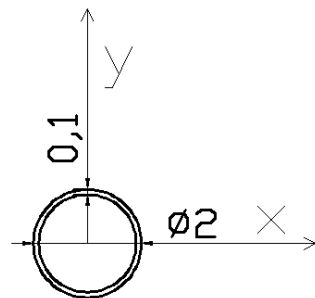
2. Une poutre circulaire de longueur $L = 0.9 \text{ m}$ et de Diamètre $\Phi = 2.00 \text{ cm}$ sur rotule et appui simple soumise à :

(a) Une charge verticale $\|\vec{F}_1\| = 100 \text{ N}$ appliquée en milieu de travée.



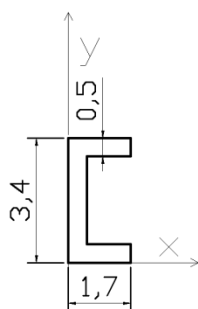
3. Une poutre annulaire de longueur $L = 0.9 \text{ m}$, de Diamètre $\Phi = 2.00 \text{ cm}$, d'épaisseur $e = 0.1 \text{ cm}$ sur rotule et appui simple soumise à :

(a) Une charge verticale $\|\vec{F}_1\| = 100 \text{ N}$ appliquée en milieu de travée.

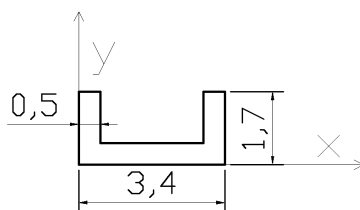


4. Une poutre de longueur $L = 0.9\text{ m}$ en forme de U sur rotule et appui simple:

(a) Dans un premier temps, elle sera appuyée sur la plus petite dimension de sa section. (Voir schéma suivant). Elle sera soumise à une charge verticale $\|\vec{F}_1\| = 100\text{ N}$ appliquée en milieu de travée.



(b) Dans un deuxième temps, elle sera appuyée sur la plus grande dimension de sa section (Voir schéma suivant). Elle sera soumise à une charge verticale $\|\vec{F}_1\| = 100\text{ N}$ appliquée en milieu de travée.

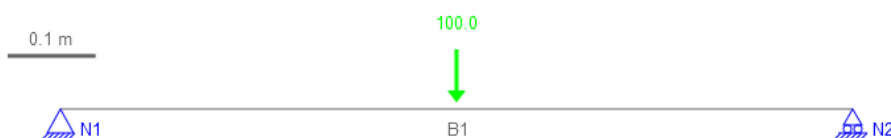


DEUXIEME PARTIE : Analyse théorique d'une poutre isostatique sur deux appuis soumise à une charge ponctuelle en milieu de travée

- Etude préparatoire:

Nous allons étudier une poutre sur deux appuis de longueur 0.9m qui est soumise à une charge ponctuelle de 100 N en milieu de travée. Les appuis sont une rotule et un appui simple et la poutre est donc isostatique.

- Schéma mécanique :



Q.1. A l'aide des équations statiques du Principe Fondamental de la Statique, déterminez les réactions d'appui permettant de reprendre le chargement.

Q.2. Calculez les valeurs de l'effort tranchant ainsi que celles du moment fléchissant et tracez les diagrammes correspondants.

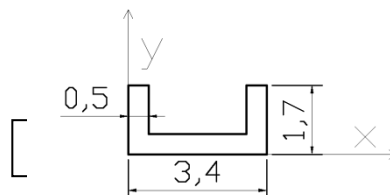
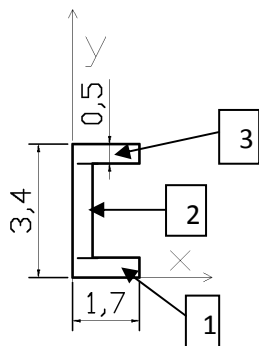
Q.3. En analysant les sections circulaires et rectangulaires utilisées lors de la pratique, déterminez les moments quadratiques I_G correspondants à chaque forme de section et chaque sens de chargement.

Q.4. Déterminez la position du centre de gravité de la poutre en U en séparant la section en plusieurs surfaces élémentaires et en utilisant les formules ci dessous.

$$x_G = \frac{\sum x_i \times A_i}{A_G} \quad y_G = \frac{\sum y_i \times A_i}{A_G}$$

avec: A_G l'aire totale de la section de centre de gravité y_G

Ai l'aire correspondant à une partie de la section totale de centre de gravité (x_i ; y_i)



Q.5. Connaissant la valeur du moment quadratique d'une section rectangulaire ainsi que la position du centre de gravité de la poutre en U, utilisez le théorème de Huygens présenté ci dessous pour déterminer la valeur du moment quadratique pour la poutre en U selon les deux sens de chargement.

$$I_G = \sum (I_{Gi} + A_i \times d_i^2)$$

avec: I_{Gi} : le moment quadratique d'une partie de la section de surface A_i .

I_G : le moment quadratique total de la section.

d_i : la distance entre le centre de gravité total ($x_G; y_G$) et le centre de gravité local ($x_i; y_i$).

Q.6. La flèche maximum d'une poutre sur deux appuis soumise à un chargement ponctuel en milieu de travée est donnée par la formule suivante:

$$f_{max} = \frac{F \times L^3}{48 \times E \times I}$$

avec **F** : charge appliquée en milieu de travée (en Newton)

L : longueur de la poutre (en mètre)

E : module d'Young du matériau (en Pascal)

I : moment quadratique de la section (en m^4)

Déterminez la flèche pour chaque cas étudié auparavant.



TROISIEME PARTIE : Analyse des résultats

Q.8. Pour l'ensemble des essais réalisés, comparez les résultats théoriques avec les résultats pratiques. A quoi sont dues les différences observées entre la théorie et la pratique?

Q.9. Comparer les résultats théoriques (et expérimentaux) entre les différentes sections? Quelles remarques pouvez-vous faire?