



TP7-Etude de la flèche d'une potence en fonction du point d'application et de la force appliquée

SUJET

PRECAUTIONS D'UTILISATION

Avant de commencer, voici quelques consignes à respecter :

- Ne pas monter ou s'asseoir sur le meuble.
- Ne pas introduire d'objet à travers les grilles et trous des moteurs ainsi que ceux du boîtier électrique.
- 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 du treuil n'est pas complètement tendu.
- 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 couissent les vérins.
- Un seul opérateur doit piloter le BED 100. Il doit s'assurer de la sécurité des autres personnes présentes autour du banc avant de le mettre en mouvement. Une distance de 1 mètre par rapport au banc permet d'assurer la sécurité des observateurs, sans nuire à l'observation des phénomènes.

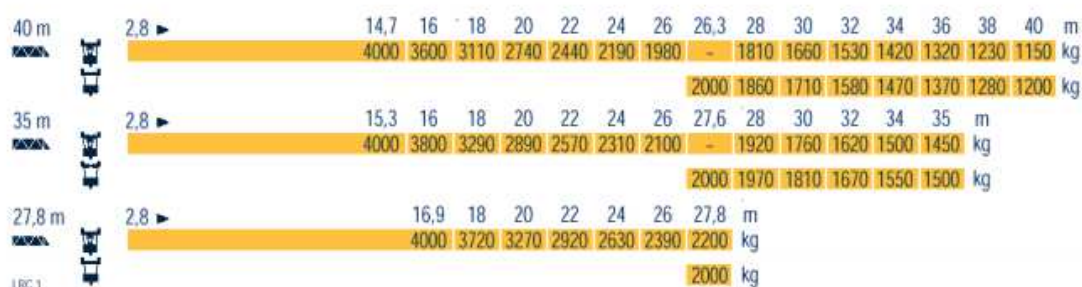
OBJECTIFS DU TP

Nous assimilons la potence à une grue. L'objectif de ce TP est d'étudier le comportement de la potence en fonction de la position et l'intensité de la force appliquée, et comparer les résultats obtenus avec la capacité de levage d'une grue.



Grue à tour

La courbe de charge ci-dessous est issue d'une documentation Potain. Celle-ci permet de connaître la charge maximale qu'il est possible d'appliquer en fonction de la longueur de la flèche et de la position de la charge. Le but de ce TP est de comprendre comment de telles courbes peuvent être établies.



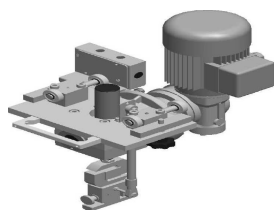
Courbe de charge d'une grue type Potain



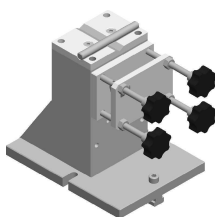
PROCEDURE EXPERIMENTALE

Matériel nécessaire :

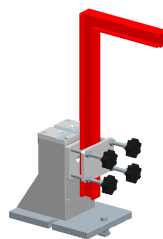
- Banc d'essai didactique BED 100 avec ordinateur et périphériques
- Vérin électrique
- Potence
- Appui d'encastrement
- Capteur de déplacement
- Règle ou mètre, pied à coulisse.



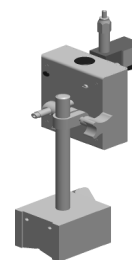
Vérin électrique



Encastrement



Potence encastrée



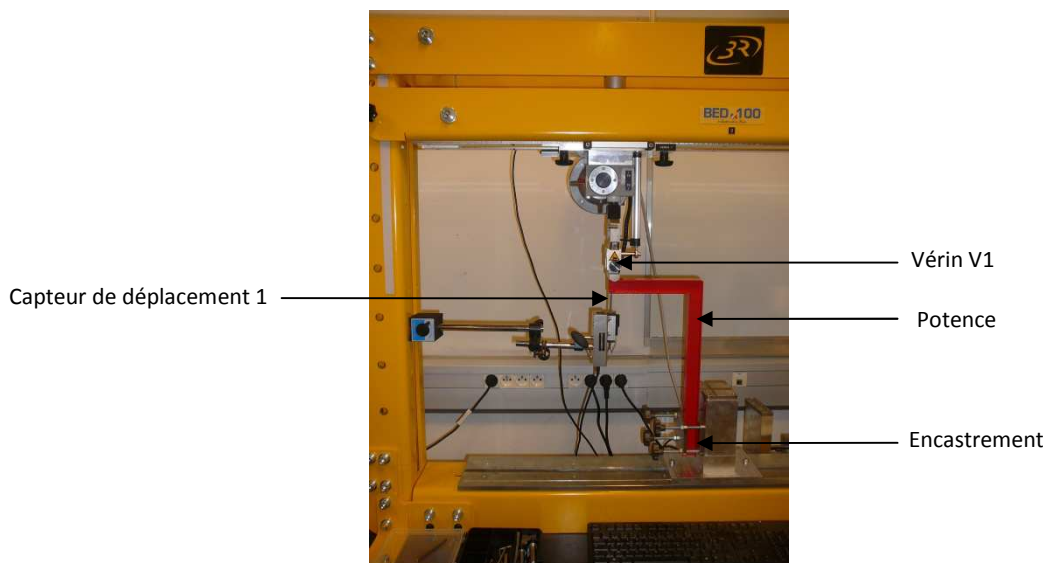
Capteur de déplacement

Mise sous tension du banc d'essai et du matériel informatique :

- Placer le sectionneur à l'arrière du coffret électrique en position (I)
- Appuyer sur le bouton vert de la façade avant du coffret électrique.
- Allumer seulement ensuite le PC et l'écran.

Préparation du matériel informatique :

- Lancer l'application 3R QuantX correspondant au TP : fichier « Statique\Poutre ».
- Le banc est prêt à être utilisé.



- **Présence obligatoire du professeur : Réglage de la traverse mobile (si nécessaire)**
 À l'aide de la manivelle (située sur le côté gauche du banc d'essai), enrouler le fil jusqu'à ce que la traverse soit suspendue et qu'elle ne repose plus sur les goupilles.
 Retirer les deux goupilles « bêta » puis les grandes goupilles. Monter la traverse en actionnant la manivelle, remettre les grandes goupilles puis les goupilles « bêta » au niveau des réservations de bonne hauteur. De nouveau, tendre le fil en tournant la manivelle.
- Installer l'encastrement et la potence : Déplacer si nécessaire les tiges filetées en les dévissant pour mettre l'appui encastrement dans la bonne configuration. Régler la cote des écrous, placer la potence entre l'étau et la rehausse latérale de l'appui. Serrer les écrous avec une clé plate de 13 et vérifier que la potence est correctement encastree.
- Positionnement du capteur de déplacement : Le capteur de déplacement doit être positionné de manière à mesurer le déplacement vertical au bout de la potence.

***Remarque :** 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 couissent les vérins.*

- **Présence obligatoire du professeur : Positionnement du vérin (si nécessaire)**
 Passer la machine en mode manuel en tournant la clé du boîtier de commande vers « MAIN ». Positionner le vérin à environ 1 mm de la potence : appuyer sur la touche F6 pour descendre (et F5 pour remonter) tout en maintenant le bouton « MARCHE » du boîtier de commande. Arrêter de manipuler le vérin lorsque le bouton en charge s'allume en jaune : cela signifie que le vérin est en contact avec la poutre.



Remarque : l'application 3R QuantX doit avoir déjà été lancée pour pouvoir manipuler le vérin ; le maintien du bouton « MARCHE » du boîtier de commande constitue une sécurité lors des manipulations.

Réalisation des mesures :

Les mesures ne peuvent se faire qu'une fois les éléments installés et l'application 3R QuantX lancée.
(Dossier R)

- Passer la machine en mode automatique en tournant la clé sur la boîte de commande vers « AUTO ».
- Dans la fenêtre de l'application, cliquer sur le bouton « Enregistrer ».
- Remplir le formulaire avec les informations suivantes :
 - o *Référence de l'essai* : « TP_CasX-Nom de l'élève »
 - o *Asservissement* : sélectionner l'étiquette « Force » (l'intitulé doit apparaître en bleu)
 - o *Vitesse d'essai* : + 5 N/s
 - o *Force limite d'essai* : Selon l'essai à effectuer : 200 N ou 400 N.
 - o *Déplacement limite d'essai* : 20 mm
- Cliquer sur le bouton « Départ »
- Lors de l'essai, la descente du vérin se fait automatiquement, jusqu'à ce que l'effort imposé atteigne la force limite d'essai (arrêt automatique) ; il faut cependant maintenir le bouton « MARCHE » du boîtier de commande pour autoriser l'opération.
- Une fois le vérin arrêté, relever la mesure de l'action de liaison affichée à l'écran ainsi que la flèche mesurée.
- Repasser en « manuel » puis remonter le vérin avec « Marche »+F5
- Fermer la fenêtre sans enregistrer les résultats.

Mise hors service du banc d'essai :

- Eteindre le PC et l'écran.
- Appuyer sur le bouton vert de la façade avant du coffret électrique.
- Placer le sectionneur à l'arrière du coffret électrique en position (O).

DEROULEMENT DU TP

Le banc d'essai à utiliser consiste en un système électromécanique piloté informatiquement pour la réalisation d'essais mécaniques non destructifs. Il permet de mettre en œuvre les principes de la résistance des matériaux. Les conditions hypothétiques de l'analyse théorique sont reproduites et les efforts et les déplacements sont facilement mesurables.

Nous étudierons le comportement mécanique d'une potence encastrée, soumise à des chargements différents.

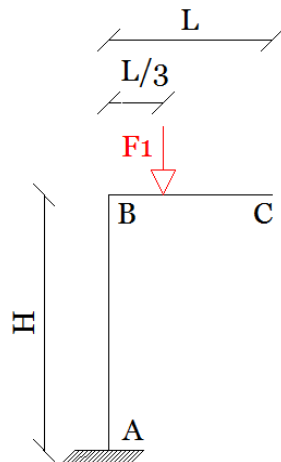
1. La potence est encastree, et est soumise à :

- Une charge verticale $\|\vec{F}_1\| = 200 \text{ N}$ sur un point localisé à une distance $\frac{L}{3}$ du point B
- Une charge verticale $\|\vec{F}_2\| = 200 \text{ N}$ sur un point localisé à une distance $\frac{2L}{3}$ du point B
- Une charge verticale $\|\vec{F}_3\| = 200 \text{ N}$ sur le point C.

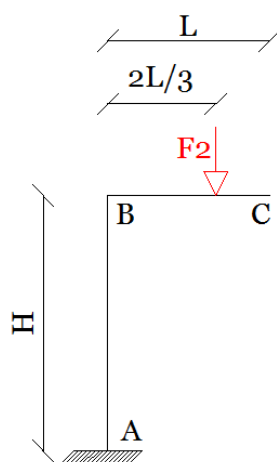
2. La potence est encastree, et est soumise à :

- Une charge verticale $\|\vec{F}_4\| = 400 \text{ N}$ sur le point C.

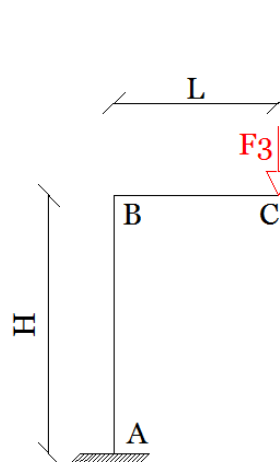
ATTENTION : Pour les calculs, la hauteur de la potence se mesure au-dessus de l'encastrement.



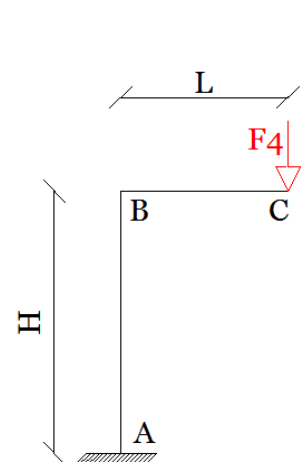
Problème mécanique n°1



Problème mécanique n°2



Problème mécanique n°3



Problème mécanique n°4

1. INFLUENCE DU POINT D'APPLICATION DE LA FORCE

Etude préparatoire :

Cette première partie sera consacrée à l'étude des problèmes mécaniques n°1, n°2 et n°3.

Q.1. En isolant le portique, résoudre le problème mécanique n°1 :

Appliquer le Principe Fondamental de la Statique au point A, et déterminer les valeurs littérales et numériques arrondies au centième des actions de liaisons X_{A_1} , Y_{A_1} et $\overline{Mf_{A_1}}$

Q.2. Faire de même pour le problème mécanique n°2.

Q.3. Faire de même pour le problème mécanique n°3.

Q.4. A partir des résultats trouvés, quelle relation entre $\overline{Mf_{A_1}}$, $\overline{Mf_{A_2}}$ et $\overline{Mf_{A_3}}$ peut-on donner pour $F_1 = F_2 = F_3 = 200 \text{ N}$?



En déduire l'évolution des efforts d'encastrement quand la force \vec{F} est positionnée de plus en plus loin du point B.

Procédure expérimentale :

Pour réaliser les manipulations ci-dessous, suivre les instructions de la procédure expérimentale générale, décrite au début de ce TP.

Lancer l'application 3R QuantX.

Réaliser les mesures pour les problèmes mécaniques n°1, n°2, n°3 et n°4, et compléter le tableau suivant :

Remarques :

- le déplacement à prendre en compte est le déplacement 1 correspondant au déplacement du capteur de déplacement. Ici nous ne tenons pas compte du déplacement V1 correspondant au déplacement du vérin.
- Il est préférable de déplacer le vérin plutôt que le système potence-appui-capteur de déplacement pour être certain de mesurer le déplacement toujours au même endroit

	Problème 1	Problème 2	Problème 3
Déplacement 1			

Analyse de résultats :

Q.5. Suivant les déplacements obtenus, en déduire le cas le plus favorable pour la potence. Mettre en relation l'évolution du déplacement en fonction du moment d'encastrement calculé dans les questions précédentes.

Q.6. En déduire l'endroit le plus défavorable pour la grue pour lever une charge de levage \vec{F} donnée.

2. INFLUENCE DE L'INTENSITE DE LA FORCE

L'objectif de cette seconde partie est de déterminer quelle est l'influence de l'intensité de la force sur la valeur de la flèche obtenue. Pour cela nous étudierons le cas suivant :

- Appliquons une charge F_4 à l'extrémité de la potence dont l'intensité est égale à 400 N (cf. schéma mécanique ci-dessous).



Etude préparatoire :

Q.7. En isolant le portique, résoudre le problème mécanique n°4 :

Appliquer le Principe Fondamental de la Statique au point A, et déterminer les valeurs des actions de liaisons X_{A_1} , Y_{A_1} et $M_{f_{A_1}}$.

Q.8. Reprendre le problème mécanique n°3 étudié précédemment. Quelle relation entre l'intensité de la charge et la valeur de l'effort d'encastrement est mise en évidence ?

Analyse de résultats :

Q.9. Comparer les résultats obtenus avec ceux du problème mécanique n°3. Mettre en relation l'évolution du déplacement vertical en fonction de l'intensité de la charge.

Q.10. Le déplacement limite vertical de la potence est égal au 1/500^{ème} de la portée. Déterminer la charge maximale que nous pouvons appliquer à l'extrémité. On rappelle la formule permettant de calculer la flèche en fonction du moment fléchissant :

$$EI \frac{d^2 u_y}{dx^2}(x) = M_{f_z}(x)$$

Avec u_y le déplacement vertical. Et $M_{f_z}(x)$ le moment fléchissant dans la potence égal à $Fx - Fl$ sur la portion [B ; C].

Q10.1. Intégrer deux fois le moment fléchissant $M_{f_z}(x) = Fx - Fl$.

On rappelle les formules d'intégration suivantes :

$$\int A \, dx = A \times x + B$$

$$\int x \, dx = \frac{x^2}{2} + A$$

$$\int x^n \, dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + A$$

A et B sont des constantes.



Q10.2. Lever les deux constantes d'intégrations avec les données suivantes :

Données :

Pour lever les 2 inconnues dues à la double intégration, les conditions aux limites à appliquer sont :

$$u_y(0) = \frac{1}{EI} \times \int \int M_{fz}(0) dx^2 = 0 \text{ (déplacement vertical nul en } x = 0)$$

et : $\frac{du_y}{dx}(0) = \frac{1}{EI} \times \int M_{fz}(0) dx = 0$ (rotation nulle en $x=0$)

Le module d'élasticité de l'acier est $E = 210 \text{ GPa}$.

Le moment quadratique de la section est égal à $3,64 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$

Q10.3. Résoudre l'équation $u_y(L) = \frac{L}{500}$

Remarque : Avec cette méthode et par soucis de simplification, nous négligeons le déplacement dû à la rotation du point B. En réalité, le déplacement est plus important que le déplacement calculé.