



1 – Mise en situation

Les technologies contemporaines, en matière de génie civil ou de génie mécanique, reposent plus que jamais sur la capacité d'élaborer, de mettre en forme et de contrôler des matériaux toujours plus variés et sophistiqués. On songera, par exemple, à l'importance pour notre société qu'a la maîtrise de la production et de l'utilisation de l'énergie qui passe par l'utilisation de matériaux plus résistants, plus légers, plus durables ou plus facilement recyclables.

Source : <http://www.mines-paristech.fr>



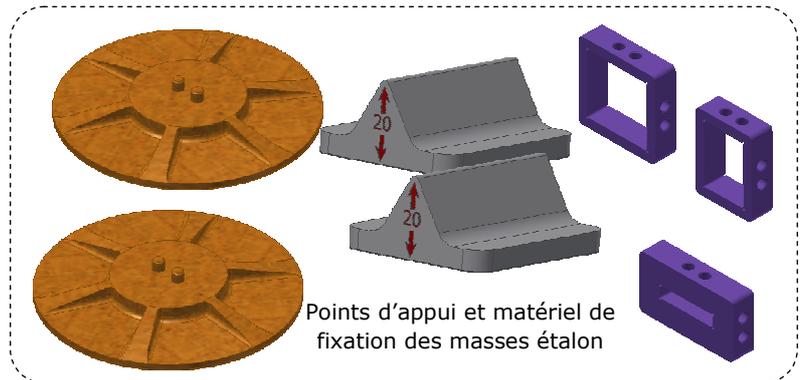
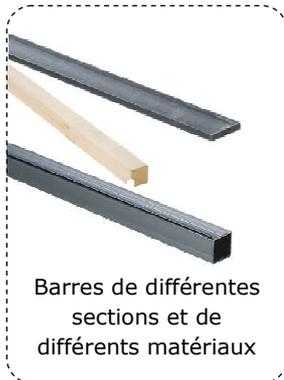
→ Les contextes d'ingénierie imposent donc de connaître et maîtriser finement les matériaux.

2 – Problématique

Partant d'échantillons de matériaux dont la géométrie de type « poutre » est connue, on se propose de rechercher quelques unes de leurs propriétés physiques (masse volumique ρ) et mécaniques (module d'Young E) afin de **déterminer la famille de matériaux*** à laquelle ils appartiennent.

* Acier, alliage léger, sapin, medium, contre plaqué

3 – Moyens techniques disponibles



→ S'assurer que tout ceci est bien disponible.

4 – Travail demandé

PARTIE A

Recherche du module d'Young E de l'échantillon

Q1 – Le module d'Young est une propriété : physique électrique mécanique

Q2 – A partir de quel essai mécanique très classique peut-on le déterminer ? _____

Q3 – En considérant les forces en N et les distances en mm , donner l'unité du module d'Young : _____

On se propose maintenant de déterminer le module d'Young du matériau d'un échantillon au travers d'un essai de flexion (et non celui évoqué à la Q2).

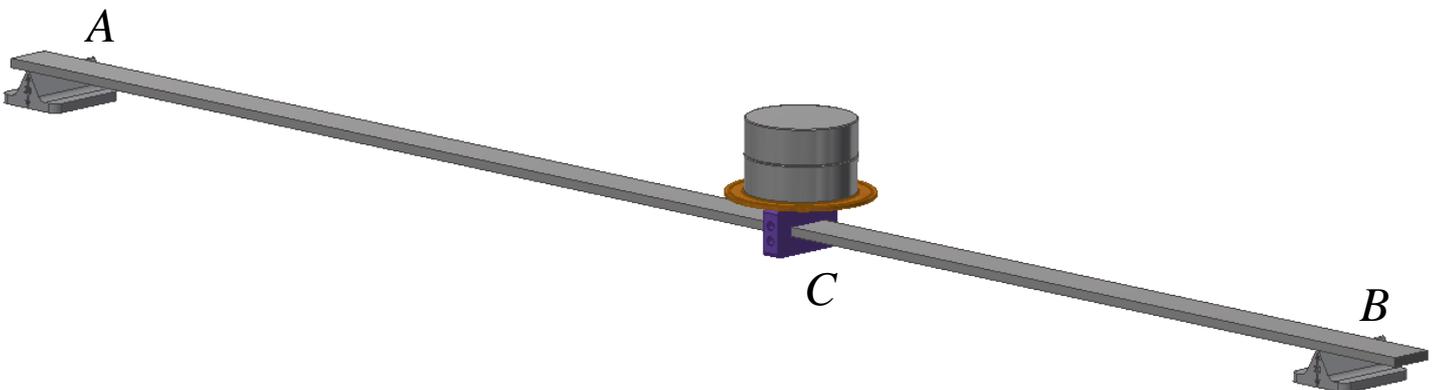
>> Choisir une poutre pour laquelle les déformations dues au poids propre semblent suffisamment faibles pour être négligées (poutre assez « rigide »).

Poutre n° _____

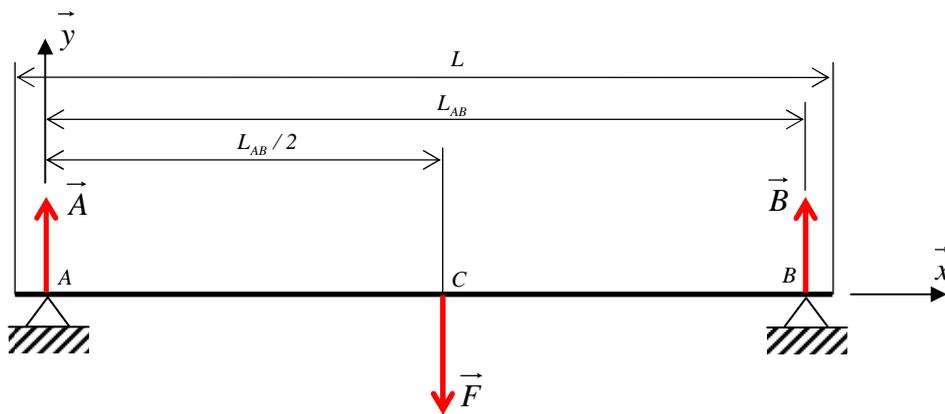
 La poutre choisie, soumise uniquement à son poids propre, présente des déformations suffisamment faibles pour être négligées.

>> Mettre en place la poutre sur le banc de mesure de telle sorte que :

- ☞ La poutre est disposée symétriquement sur les points d'appui en A et B (faire dépasser un peu à gauche et à droite mais de la même distance pour préserver la symétrie),
- ☞ Le chargement est en C , à mi-distance des points d'appui,
- ☞ Le chargement est suffisant pour qu'un déplacement soit observable et raisonnablement mesurable avec un réglet.



Q4 – Compléter la tableau de données ci-contre avec la valeur du chargement au point C (en N) et les distances (en mm).



Longueurs :

$L =$ _____

$L_{AB} =$ _____

$L_{AB} / 2 =$ _____

Section : (dessin + cotes)

Effort : (intensité)

En C : $F =$ _____

Q5 – Mesurer finement et donner en mm la flèche (déformée la plus grande) : $f_{max} =$ _____

Q6 – Tracer en vert sur la modélisation ci-dessus l'allure de la courbe de la déformée et placer la cote f_{max} .

☞ Voir fiche relative à la flexion dans la section « RDM ».

Q7 – Préciser l'axe autour duquel la rotation des sections droites à lieu : \vec{x} \vec{y} \vec{z}

Q8 – En déduire le moment quadratique qui doit être considéré : I_{GX} I_{GY} I_{GZ}

☞ Voir fiche relative au moment quadratique d'une section dans la section « RDM ».

Q9 – Calculer en mm^4 le moment quadratique à utiliser (celui défini à la question précédente).

_____ $I_{____} =$ _____

Q10 – A partir du bon cas particulier donné dans l'annexe **E** (section « Résistance des Matériaux »), calculer en MPa le module d'Young E du matériau de la poutre testée.

_____ $E =$ _____

On se propose maintenant de vérifier si la déformation due au poids propre est belle et bien négligeable.

Q11 – Mesurer et donner en kg la masse de la poutre : $M =$ _____

Q12 – Calculer en N le poids de la poutre. (prendre $g = 9,81 m \cdot s^{-2}$)

_____ $P =$ _____

Q13 – Rappeler en *mm* la longueur totale de la poutre : $L =$ _____

Q14 – Calculer en $N \cdot mm^{-1}$ la charge répartie q que génère le poids propre.

A noter : q est constante car la section de la poutre est constante et la masse volumique aussi.

_____ $q =$ _____

Q15 – A partir du bon cas particulier donné dans l'annexe **F** (section « RDM »), calculer en *mm* la flèche f_{poids} qui résulte uniquement du poids propre de la poutre (i.e. de la charge répartie q).

☞ Pour le module d'Young, prendre la valeur de E calculée précédemment.

_____ $f_{poids} =$ _____

La poutre étudiée est ainsi soumise simultanément à deux cas de charge :

☞ La charge répartie q correspondant à son poids propre, appliquée sur toute la longueur,

☞ La charge concentrée F placée au point C .

La flèche totale f_{max} mesurée précédemment résulte donc de ces deux effets simultanés et on montre qu'elle correspond à la somme des flèches de chacun des cas de charge pris séparément ; en RDM, c'est ce qu'on appelle le « principe de superposition ».

On a donc $f_{max} = f_{poids} + f_F$ avec :

☞ f_{poids} la flèche due au poids propre seul,

☞ f_F la flèche due à la charge concentrée F seule.

Q16 – Calculer en *mm* la flèche f_F qui résulte uniquement de la charge concentrée F placée en C .

☞ Utiliser la bonne annexe dans la section « RDM ».

_____ $f_F =$ _____

Q17 – Exprimer en % les rapports $r_1 = f_F / f_{max}$ et $r_2 = f_{poids} / f_{max}$ et conclure s'il était judicieux de négliger l'effet du poids propre sur la flèche totale pour la poutre qui a été retenue.

r_1 (%) = _____

r_2 (%) = _____

Conclusion : _____

Q18 – Faire le nécessaire expérimental et calculatoire pour déterminer le module d'Young E' à partir de l'annexe **G** (section « Résistance des Matériaux »).

☞ Un schéma de principe pour expliquer la situation retenue sera le bienvenu.

$E' =$ _____

Conclusion : _____

PARTIE B

Recherche de la masse volumique ρ de l'échantillon

Q19 – Rappeler en kg la masse de la poutre : $M =$ _____

Q20 – Calculer en m^3 le volume V de la poutre.

☞ Les dimensions sont à mesurer ou à prendre dans le classeur Excel.

$V =$ _____

Q21 – Calculer en $kg \cdot m^{-3}$ la masse volumique ρ du matériau de l'échantillon testé.

$\rho =$ _____

PARTIE C

Conclusion sur le matériau de l'échantillon

Q21 – Rappeler en MPa le module d'élasticité longitudinal E de l'échantillon testé : $E =$ _____

Q22 – Rappeler en $kg \cdot m^{-3}$ la masse volumique ρ de la poutre : $\rho =$ _____

Q23 – A partir de l'annexe A4 (section « Matériaux »), donner la matière* la plus probable : _____

* Acier, alliage léger, sapin, medium, contre plaqué

Q18 – Rappeler les hypothèses de la RDM et, pour chacune d'elles, dire dans quelle mesure elle est satisfaite.

Q19 – En déduire la valeur de l'ensemble des résultats trouvés et donc de l'étude menée.

Excellente

Correcte

Moyenne

Médiocre

Mauvaise

PARTIE D

Etude d'autres échantillons

>> Ouvrir le fichier « poutres.xls ».

☞ Il s'agit d'un classeur Excel.

>> Traiter le cas de l'échantillon qui vient d'être étudié.

>> Dans la limite du temps restant, traiter les autres poutres.

☞ Attention à l'incidence du poids propre...



poutres.xls