

Chapitre 5: Comportement d'un solide

Leçon 1 :

Flexion plane simple

I. Rappel

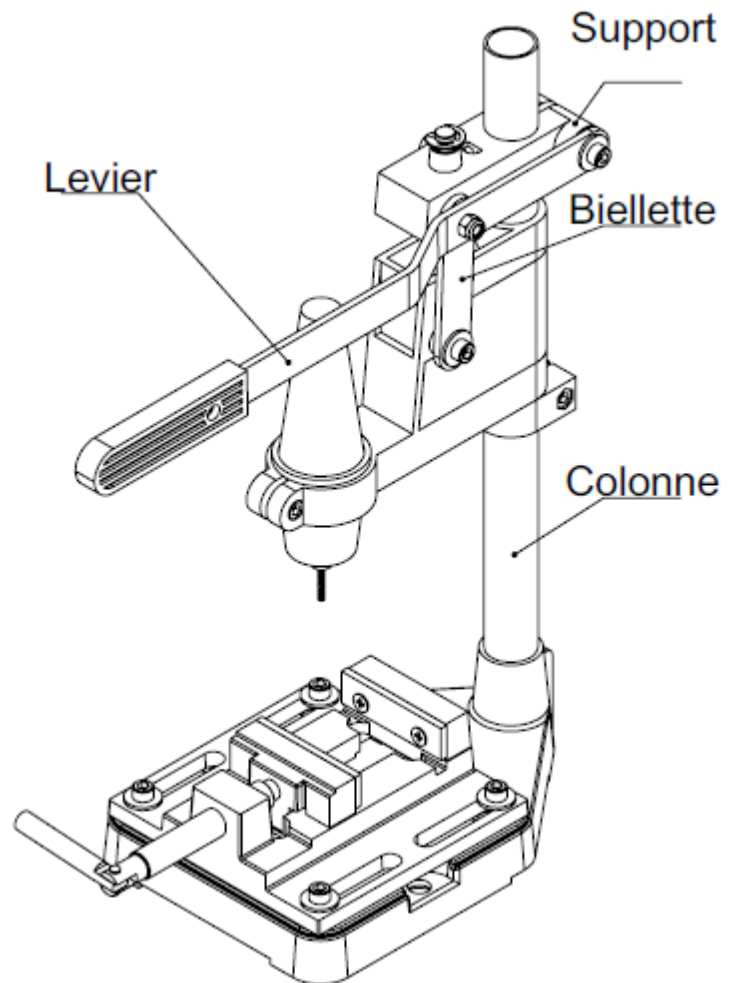
1. Flexion d'une poutre reposant sur deux appuis et soumise à des charges localisées :

Exemple. Mini perceuse.

La figure ci contre représente une mini perceuse on se propose de vérifier la résistance du levier (5) lorsque l'utilisateur applique un effort de 40 N.

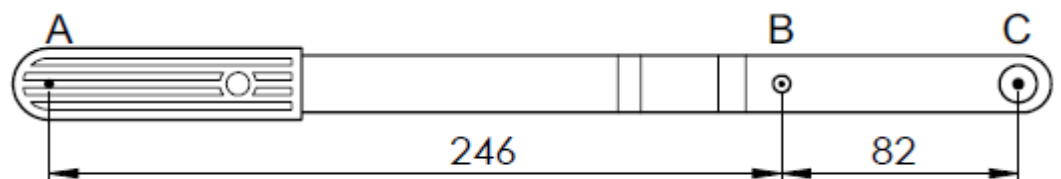
Hypothèse :

- Le levier (5) est assimilé à une poutre rectangulaire de largeur $b=4$ mm et de hauteur $h=20$ mm.
- Le poids du levier (5) est négligé.
- Toutes les forces appliquées à la poutre sont disposées perpendiculairement à la ligne moyenne et dans le plan de symétrie longitudinal.
- Les forces appliquées sont \vec{A} en A, \vec{B} en B et \vec{C} en C).



Détermination des actions \vec{B} et \vec{C} :

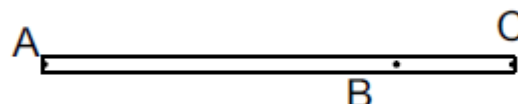
On isole le levier (5).



\vec{B} :

\vec{C} :

Représenter les actions sur la poutre ci contre



Appliquer le P.F.S. pour déterminer les valeurs des forces B et C.

.....

.....

.....

.....

.....

$\vec{IIA} \parallel = \dots\dots\dots N$

$\vec{IIB} \parallel = \dots\dots\dots N$

$\vec{IIC} \parallel = \dots\dots\dots N$

Tracer le diagramme des efforts tranchants.

.....

.....

.....

.....

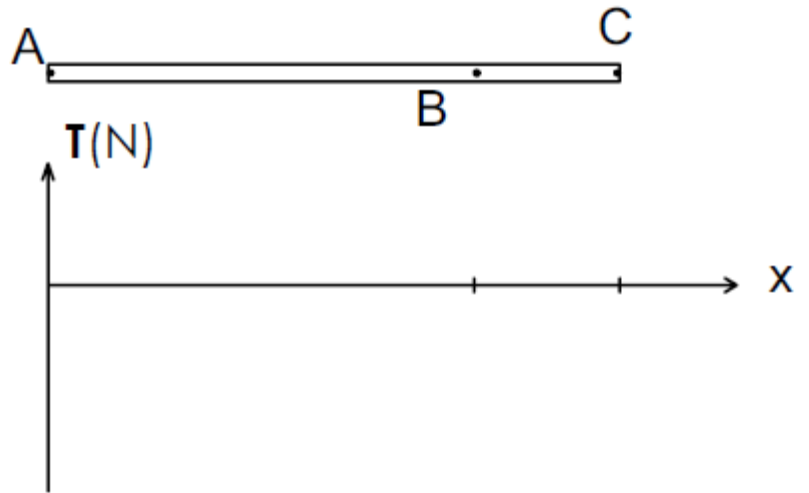
.....

.....

.....

.....

.....



Tracer le diagramme des moments fléchissant.

.....

.....

.....

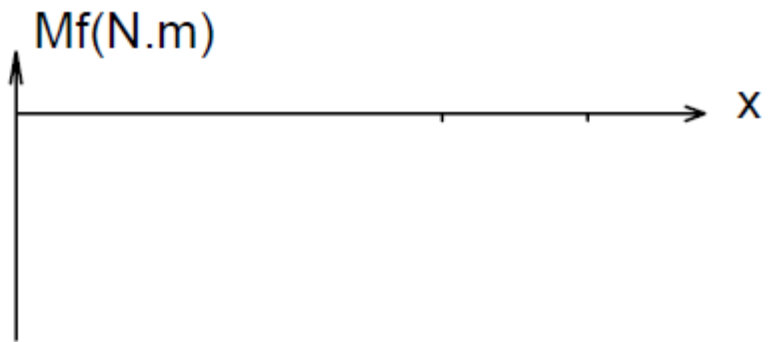
.....

.....

.....

.....

.....

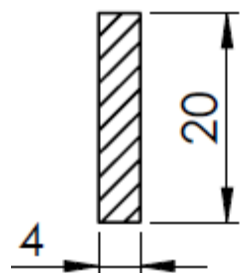


Détermination des contraintes $\vec{\sigma}_{max}$ et $\vec{\tau}_{max}$.

.....

.....

.....



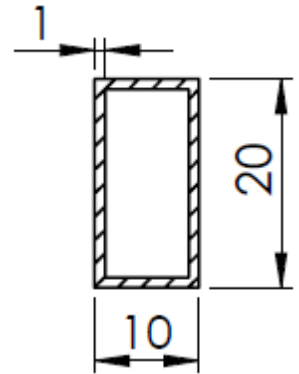
Vérification de la résistance du levier à la flexion sachant que $Re=185\text{Mpa}$ et $s=3$.

Moments quadratiques.

Voir M.C. page 277.

On change la section de la poutre par une autre tubulaire rectangle comme la figure ci contre.

Calculer $\|\sigma_{\max}\|$.



Vérifier la résistance du levier sachant que le matériau est le S185 avec $s=3$.

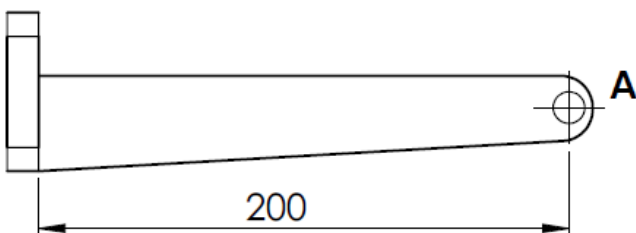
II. Développement de connaissances.

Etude de la flexion d'une poutre encastrée à une extrémité.

Soit une charge (2) raccroché à un bras (1) fixé sur un poteau (3).

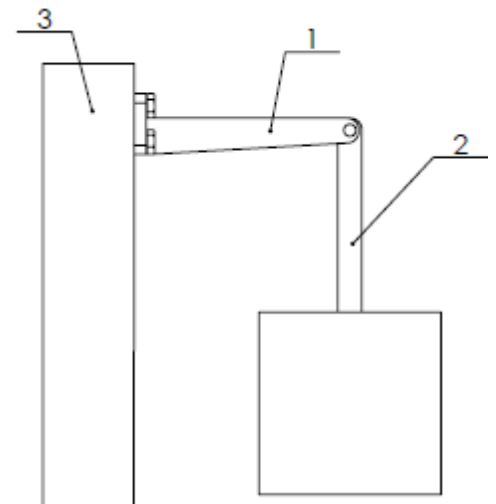
Le bras (1) est assimilé à une poutre rectangulaire à une longueur **200 mm**, largeur **$b=24\text{mm}$** et hauteur **$h=10\text{mm}$** . Le bras est en acier **55 Cr 3** dont la limite élastique est **$Re=900\text{Mpa}$** .

Etude de l'équilibre du bras (1)



L'action de la charge (2) sur le bras (1) modélisé à une force appliqué en A parallèle à l'axe (O,y) et de module 1200 N.

La liaison entre le bras (1) et le poteau (3) est modélisé par un encastrement.



On applique le P.F.S. en O.

.....

.....

.....

.....

.....

Construction des diagrammes de l'effort tranchant T et du moment fléchissant Mf le long de la poutre :

.....

.....

.....

.....

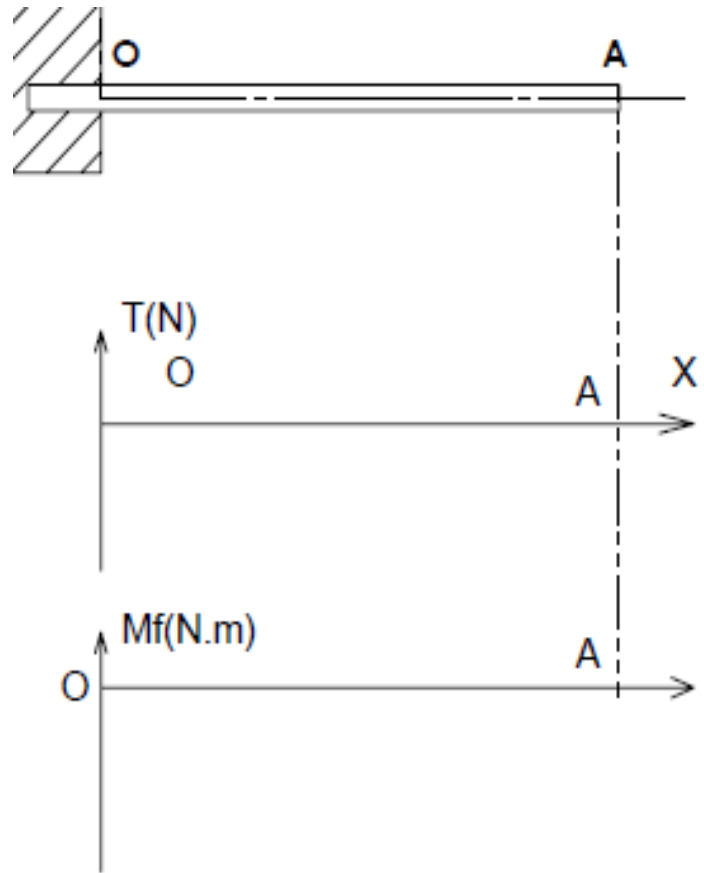
.....

.....

.....

.....

.....



Recherche du coefficient de sécurité adopté par le constructeur :

.....

.....

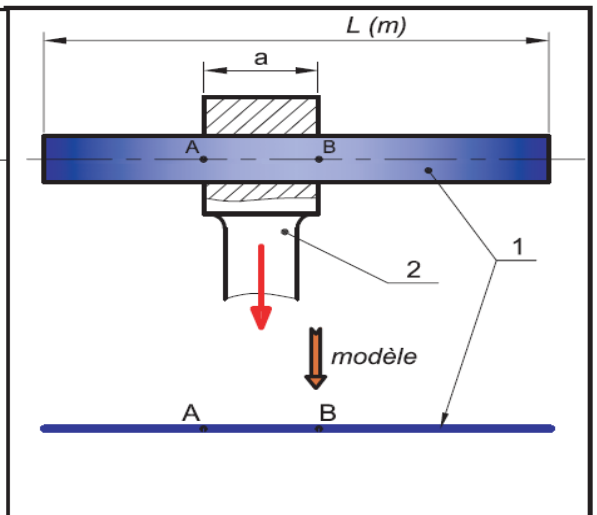
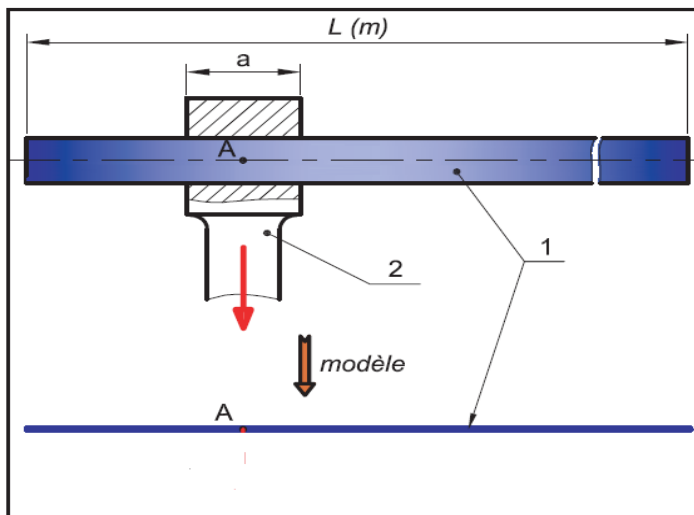
.....

Etude de la flexion d'une poutre recevant une charge uniformément répartie.

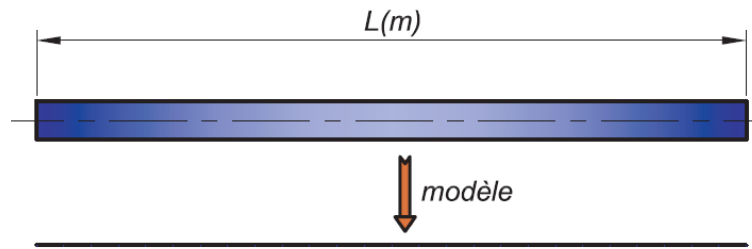
Notion de charge uniformément répartie :

- Cas d'un contact "court " : $a \leq \frac{L}{10}$
 ⇒ Charge localisée

- Cas d'un contact "long " : $a > \frac{L}{10}$
 ⇒ Charge uniformément répartie



Exemple d'une charge uniformément répartie :



Zone d'action longue $a > L/10$.

Cas particulier du poids : $a = L$

Soit P le poids total de la poutre.

.....

Etude de cas

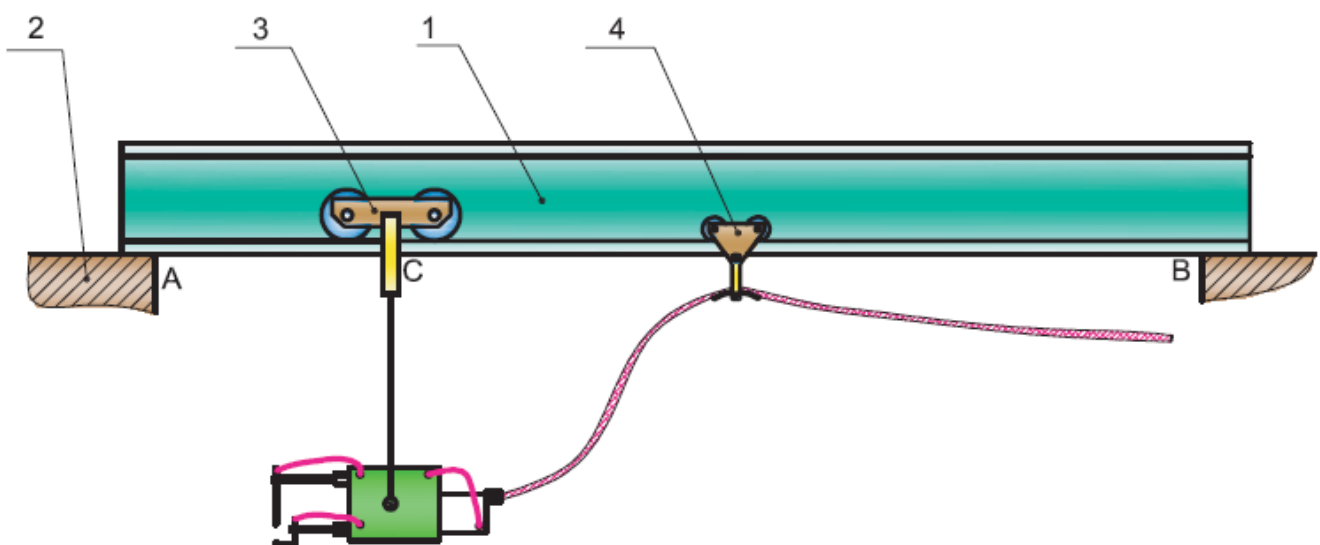
Support d'étude : pince à souder électrique.

Description :

La figure ci-dessous représente une pince à souder électrique conçue pour réaliser l'assemblage de métaux en feuille.

Cette pince doit pouvoir être déplacée manuellement par rapport aux pièces à souder.

Pour cela on a prévu les chariots (3) et (4) pour suspendre cet ensemble.

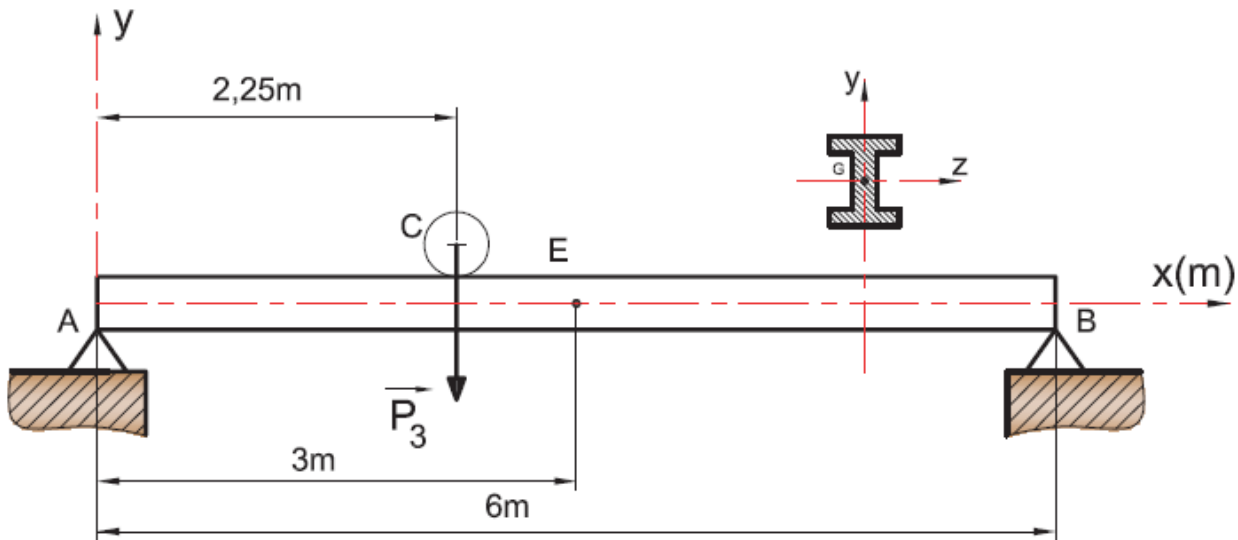


Au cours des déplacements de la pince, il est nécessaire que le chariot porte câble (4) suit le mouvement (dans cette étude on néglige l' action de (4) sur (1)).

Le profile IPN (1) qui supporte les chariots est suspendu au plafond de l' atelier (2) en deux appuis A et B distant de 6 mètres, qui sont considères comme appuis simples sans adhérence.

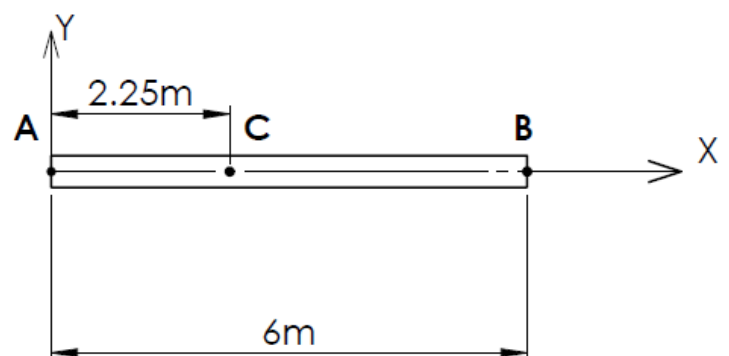
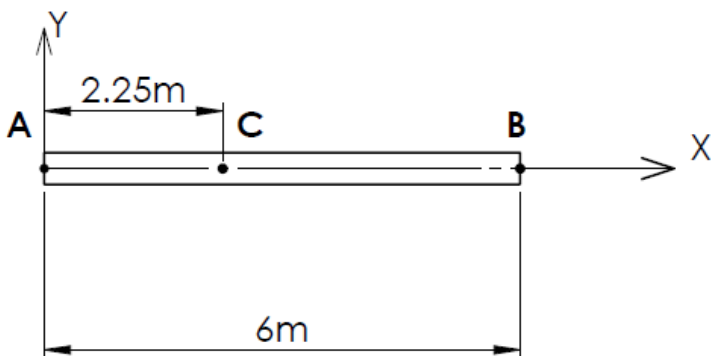
L'ensemble étudié est constitué (voir figure ci-dessous) par :

- un chariot porte pince (3) de poids P_3 applique en C : $\|\vec{P}_3\| = 800 \text{ N}$;
- un chariot porte câble (4) de poids suppose
- un profile de poids linéaire ($q = 100 \text{ N/m}$).



L'étude sera effectuée relative à la position de la pince donnée par la figure ci-dessus.

Déterminer les actions mécaniques des appuis simples : \vec{A} et \vec{B}



.....

.....

.....

.....

.....

.....
.....

Traçage du diagramme des efforts tranchants le long de la poutre : T :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

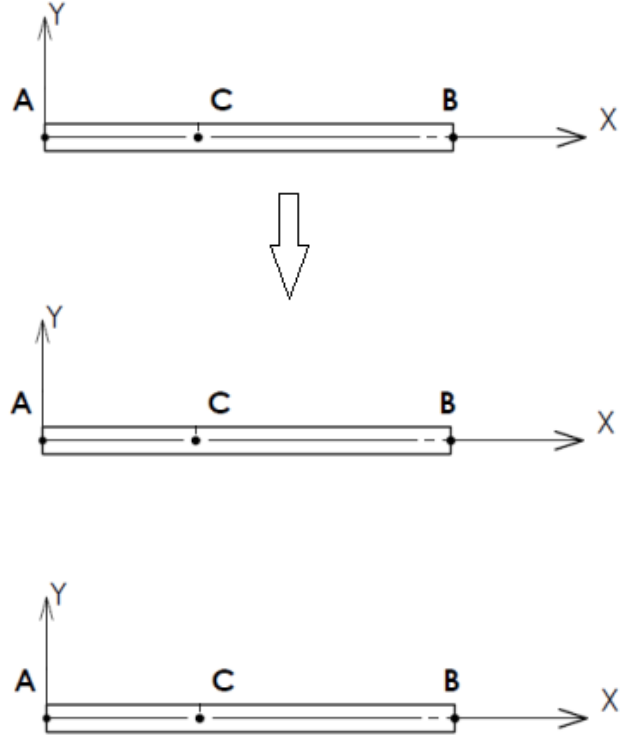
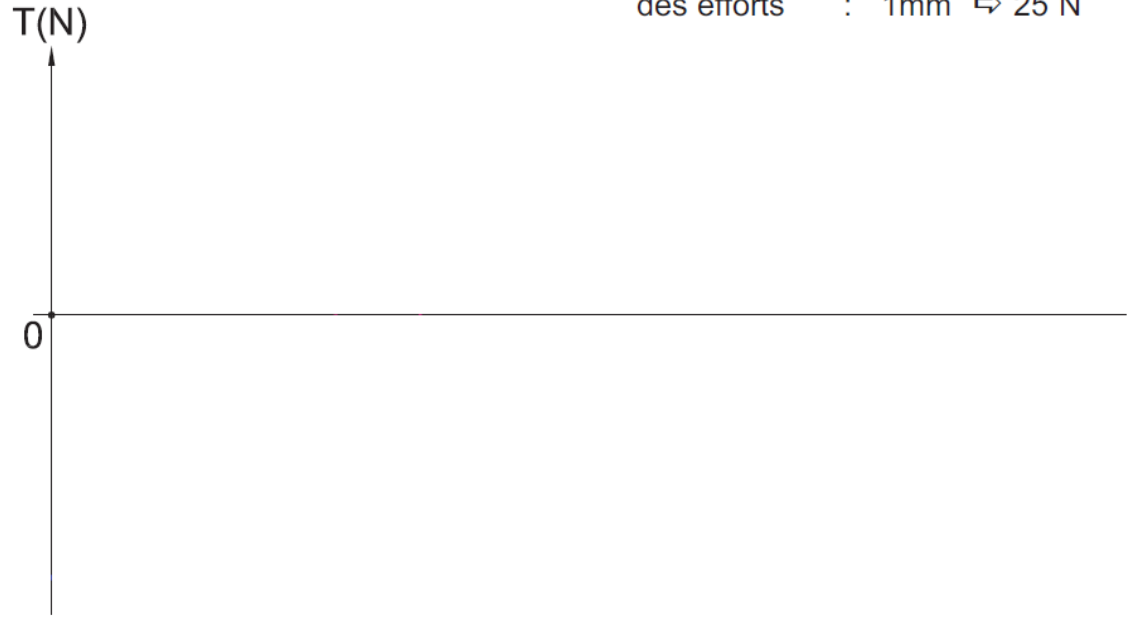


Diagramme des efforts tranchants :

Echelles:
des longueurs : 10mm ⇔ 1 m
des efforts : 1mm ⇔ 25 N



Traçage du diagramme des moments fléchissants le long de la poutre : M_f :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

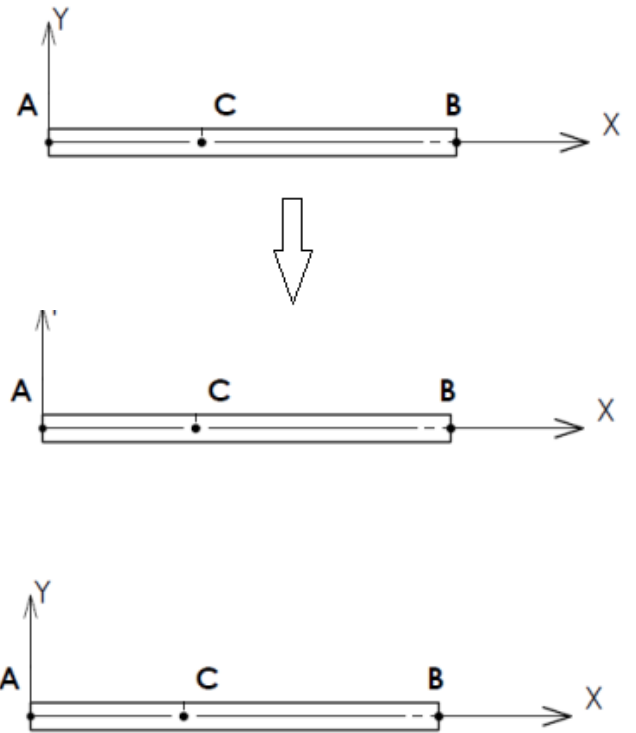
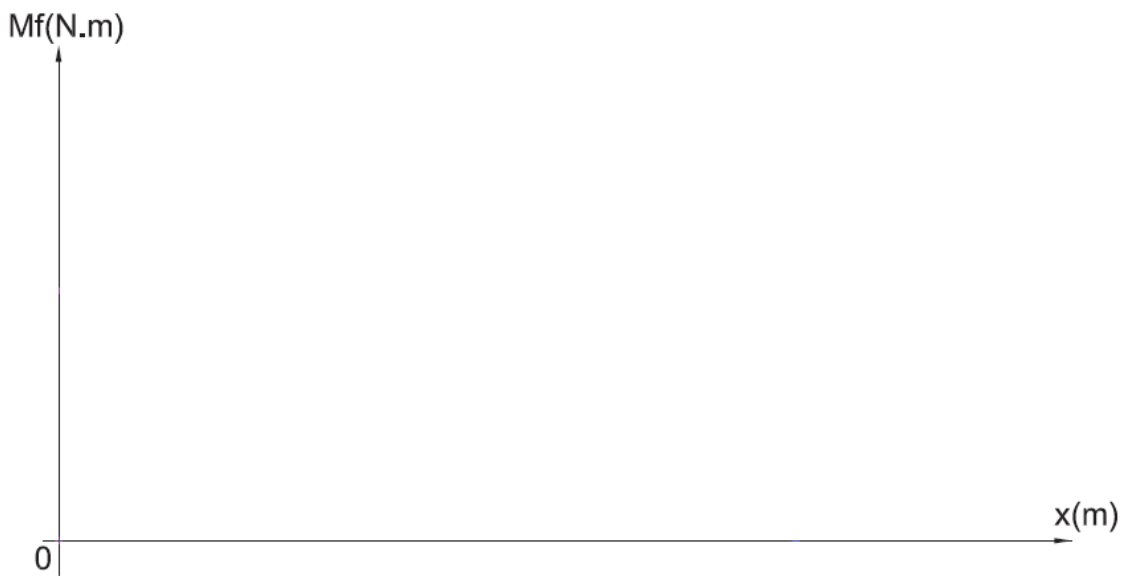


Diagramme des moments fléchissants :

Echelles:
 des longueurs : mm \Leftrightarrow 1 m
 des moments : mm \Leftrightarrow 50 N.m



Déduire du diagramme la section la plus sollicitée.

.....

Calculer le module de flexion minimal I_{Gz} / v .

.....

.....

.....

.....

Réaliser l'évaluation au M.C. page 291, 292 et 293.

Extrait de l'examen du Bac 2012 session de contrôle.

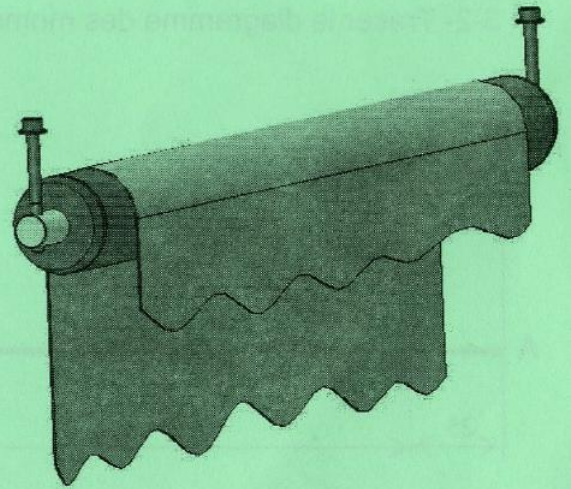
3- Etude comportementale

Le rouleau arrière (18) est supposé sollicité à la flexion plane simple sous l'action du tapis.

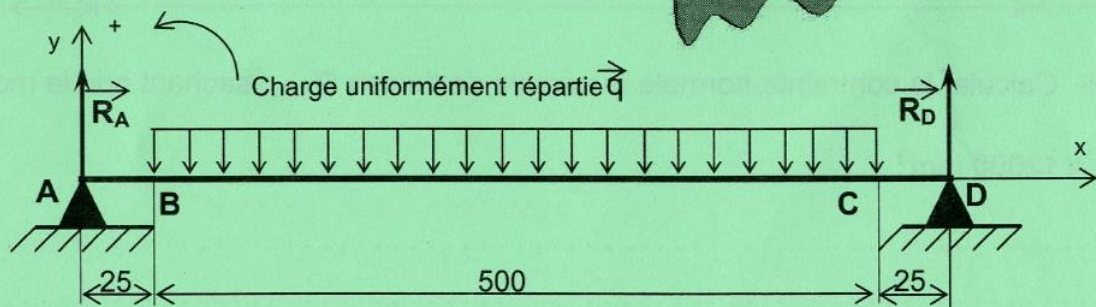
Le tapis tendu exerce une charge uniformément répartie sur une partie de la longueur du rouleau.

La charge équivalente Q est estimée à 400N, le tapis est de largeur 500 mm.

Le rouleau et son arbre sont assimilés à une poutre cylindrique modélisée comme suit :

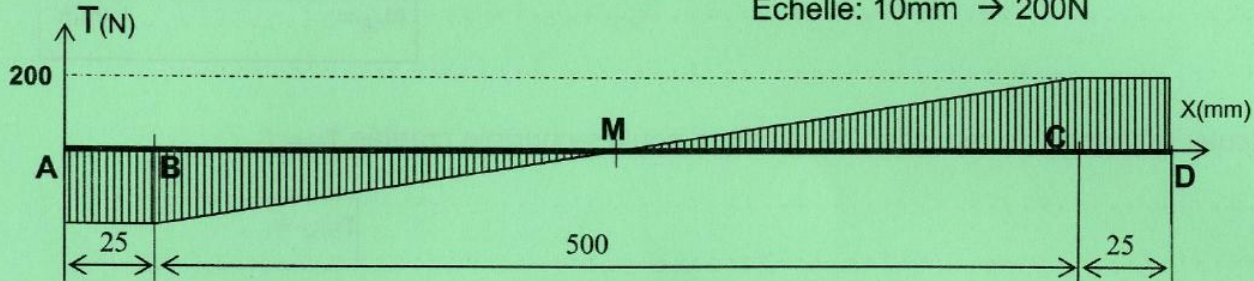


$$||\vec{R}_A|| = ||\vec{R}_D|| = 200\text{N}$$



On donne le diagramme des efforts tranchant

Echelle: 10mm → 200N



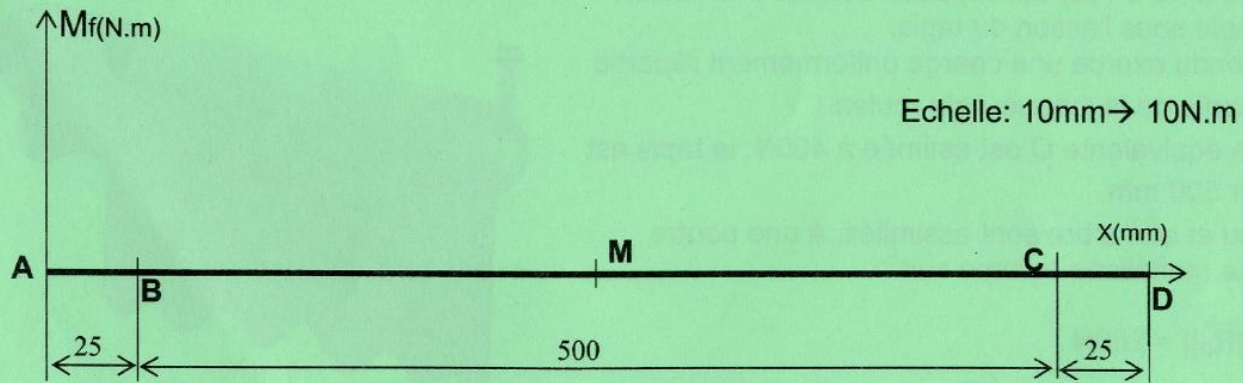
3-1- Ecrire pour chaque zone l'expression du moment fléchissant et calculer ses valeurs aux points extrêmes.

Entre A et B $M_{fz} = \dots\dots\dots$
 en A. $\dots\dots\dots$ et en B $\dots\dots\dots$

Entre B et C $M_{fz} = \dots\dots\dots$
 en B. $\dots\dots\dots$, en M $\dots\dots\dots$ et en C $\dots\dots\dots$

Entre C et D $M_{fz} = \dots\dots\dots$
 en C. $\dots\dots\dots$ et en D $\dots\dots\dots$

3-2- Tracer le diagramme des moments fléchissant le long de la poutre :



3-3- Calculer la contrainte normale maximale de flexion σ_{\max} sachant que le module de flexion

$$\frac{I_{GZ}}{v} = 12000 \text{ mm}^3$$

.....

$$\sigma_{\max} = \dots\dots\dots \text{N/mm}^2$$

Activité

Réaliser l'activité 3 pages 225 – 229 du M.A.