

Chapitre 6

FLEXION Simple

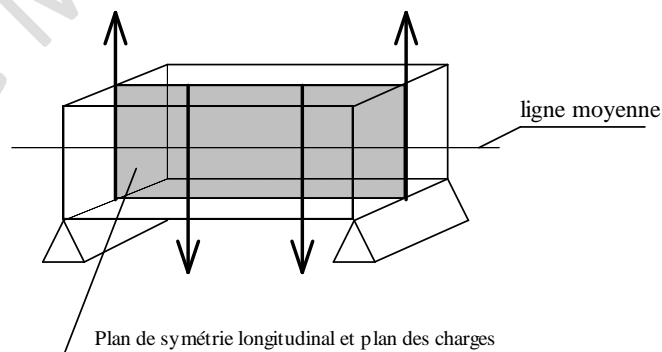
Il existe plusieurs types de flexions (pure, plane, déviée).

Nous limiterons notre étude au cas de la flexion plane simple.

6.1 Hypothèses

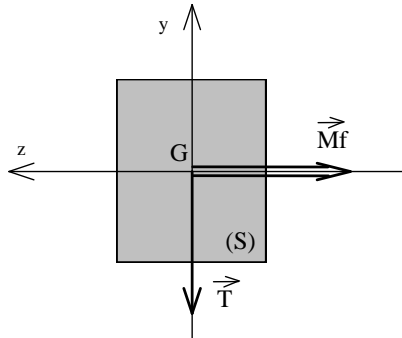
En plus des hypothèses déjà énoncées au début du cours de RDM, la flexion plane simple nous amène à supposer que :

- ◆ la ligne moyenne de la poutre est rectiligne.
- ◆ la section droite de la poutre est rectiligne.
- ◆ la poutre admet un plan de symétrie longitudinal (voir fig.).
- ◆ toutes les forces appliquées à la poutre sont disposées perpendiculairement à la ligne moyenne et dans le plan de symétrie longitudinal (ou symétriquement par rapport à celui-ci).
- ◆ les forces appliquées sont soit concentrées en un point, soit réparties suivant une loi déterminée.



6.2 Définition

Une poutre est sollicitée en flexion plane simple lorsque le système des forces extérieures se réduit à un système coplanaire et que toutes les forces sont perpendiculaires à la fibre moyenne (voir ci-dessous).

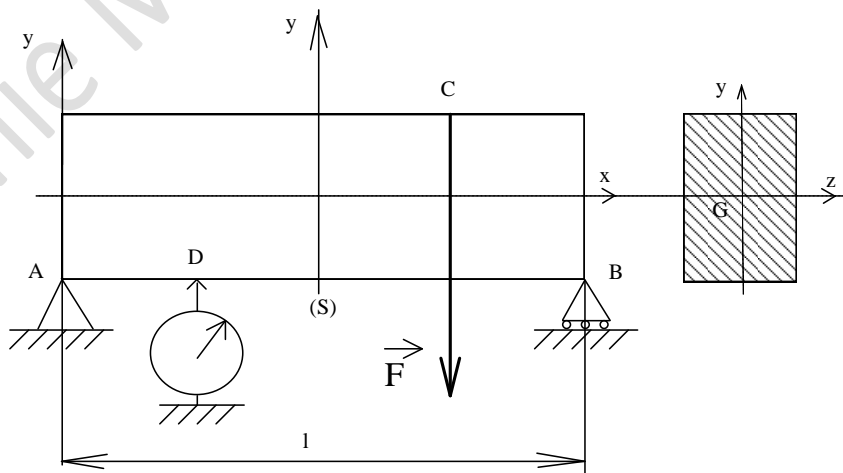


Les éléments de réduction en G du torseur des efforts de cohésion s'expriment par :

$$\{ Cohésion \}_G = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ Ty & 0 \\ 0 & Mfz \end{Bmatrix}_{(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})}$$

6.3 Essai de flexion (domaine élastique)

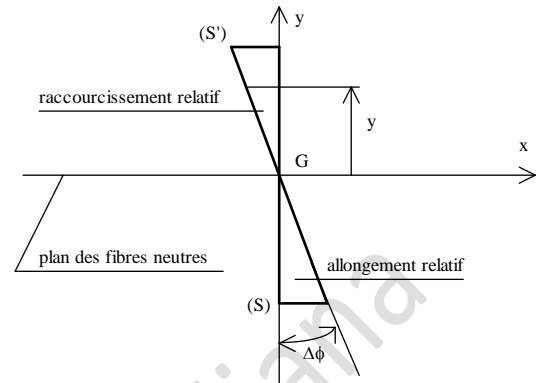
Un dispositif représenté ci-dessous permet d'effectuer un essai de flexion plane simple sur une poutre reposant sur deux appuis A et B et soumise en C à une force \vec{F} .



Un comparateur placé en D permet de mesurer la flèche lorsque F varie.

Constatations :

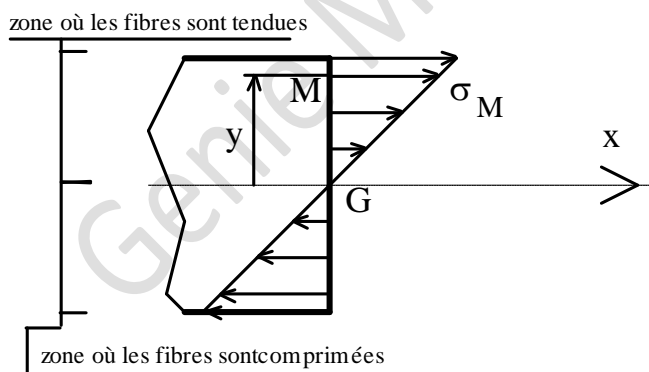
- La flèche est proportionnelle à l'effort F appliqué et ceci quelque soit le point D choisi.
- Pour une même valeur de F, la flèche est maximum lorsque D est au milieu de la poutre.
- On observe, en effectuant l'essai avec différentes poutres, que la flèche en D est inversement proportionnelle au moment quadratique I_{Gz} de la section.
- Les fibres longitudinales situées au dessus de la ligne moyenne se raccourcissent et celles situées en dessous de la ligne moyenne s'allongent.
- Les fibres appartenant au plan (G,x,z) ne changent pas de longueur.
- Les allongements et raccourcissement relatifs ($\Delta l/l$) sont proportionnels à la distance de la fibre considérée au plan (G,x,z).
- Les sections planes normales aux fibres restent planes et normales aux fibres après déformation.



6.4 Contraintes

Dans le cas de la flexion plane simple, les contraintes se réduisent essentiellement à des contraintes normales σ .

Les contraintes de cisaillement τ sont négligeables.



La contrainte normale σ en un point M d'une section droite (s) est proportionnelle à la distance y entre ce point et le plan moyen passant par G.

$$\sigma = \frac{Mf}{I_z} \cdot y$$

6.5 Conditions de résistance

Pour des raisons de sécurité, la contrainte normale σ doit rester inférieure à une valeur limite appelée contrainte pratique à l'extension σ_{pe} .

$$\text{On a : } \sigma_{pe} = \frac{\sigma_e}{s}$$

s est un coefficient de sécurité

La condition de résistance traduit simplement le fait que la contrainte réelle ne doit pas dépasser le seuil précédent, soit :

$$\sigma_{réelle} = \frac{Mf_{\max i}}{\left(\frac{I_{Gz}}{y_{\max i}} \right)} < \sigma_{pe}$$

6.6 Influence des variations de section

Si le solide étudié présente de fortes variations de sections, les relations précédentes ne s'appliquent plus. Il faut alors appliquer un coefficient de concentration de contraintes.

6.7 Etude de la déformée

Cette étude permet de donner l'équation de la déformée de la poutre sous la forme $y = f(x)$.

Elle est principalement basée sur la résolution de l'équation différentielle suivante :

$$Mf = -E.I.y''$$

Il faut alors procéder à deux intégrations successives.

Les constantes d'intégration s'obtiennent grâce aux conditions aux limites

(appuis, encastremets...).

Exemple de conditions aux limites :

Appui simple	$y = 0$	
Encastrement	$y = 0$	$y' = 0$

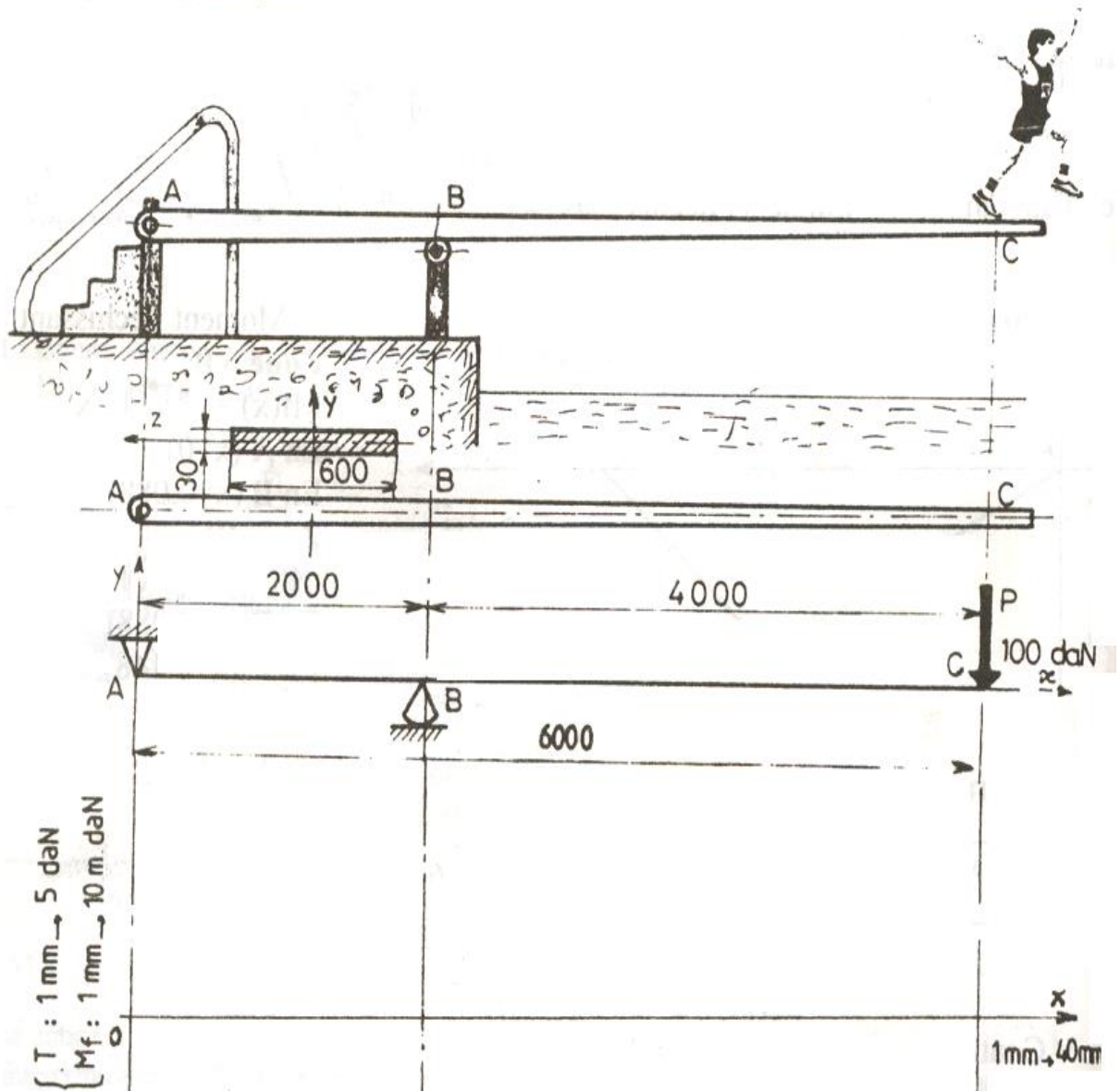
TD flexion

Exercice 1 :

PLONGEOIR

L'ensemble proposé sur la figure est un plongoir à une seule planche utilisé sur le bord des piscines. Soit à étudier la flexion de la planche ABC représentée schématiquement sur les figures 2 et 3. Le poids propre de la planche est négligé.

- 1) Déterminer les actions exercées en A et B par les appuis scellés.
- 2) Déterminer et tracer les diagrammes des efforts tranchants T et des moments fléchissants M_f . Quelle est la valeur du moment fléchissant maximum ?
- 3) Calculer la contrainte maxi de flexion dans la planche. La section est rectangulaire (30 × 600mm) sur le tronçon AB. Indiquer les fibres les plus chargées. La planche est réalisée à partir de matériaux composites.



Exercice 2 :

PALONNIER

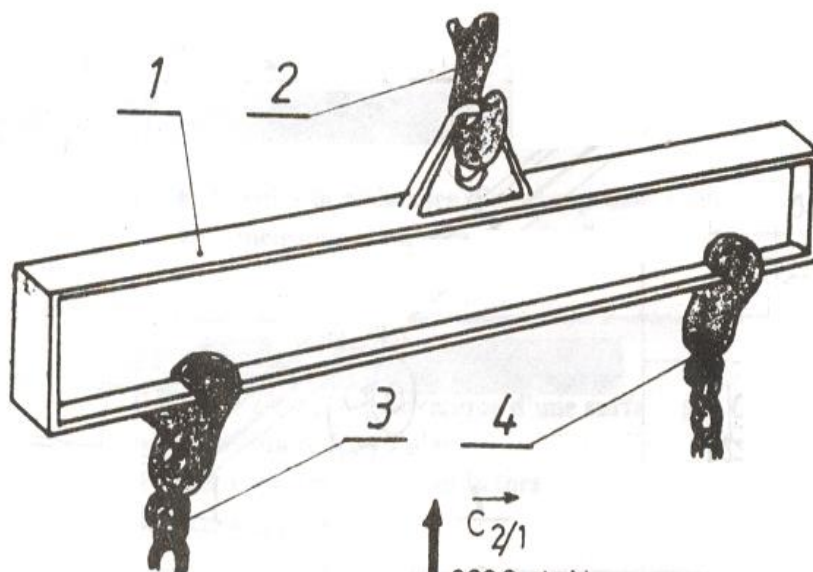


Fig. 1

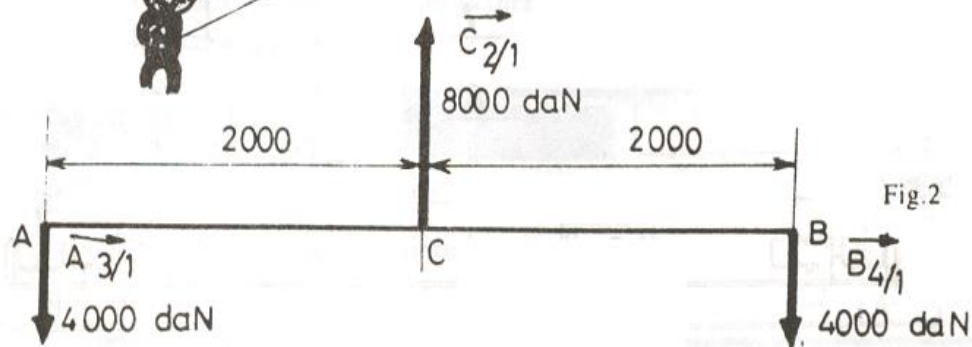
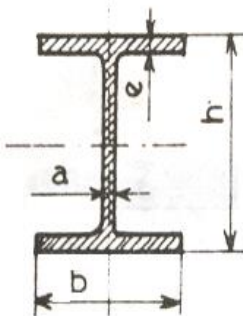


Fig.2



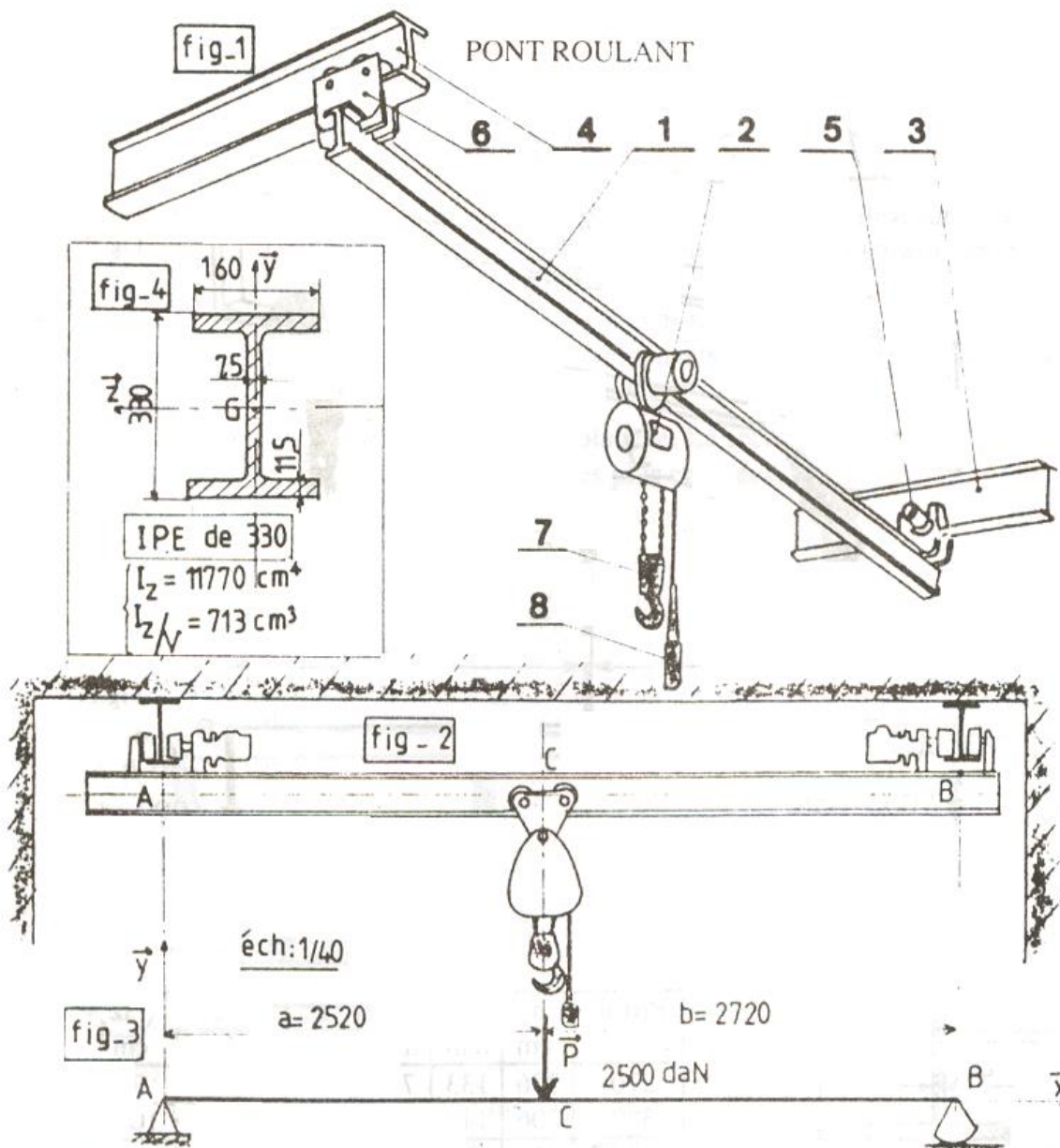
Profil	h mm	b mm	a mm	e mm	masse kg/m	I_z cm^4	I_z/v cm^3
270	276	133	7,7	13,1	43,9	7312	530
300	306	147	8,5	13,7	51,7	10499	686
330	336	158	9,2	14,5	60,3	14688	874
360	366	168	9,9	16,0	70,3	20288	1109

Le palonnier proposé sur la figure 1 est utilisé pour le levage des charges de grandes dimensions. Les charges sont fixées en A et B par l'intermédiaire de deux élingues à crochet 3 et 4. L'effort de levage est exercé en C sur le crochet 2 par l'intermédiaire d'un palan ou d'une grue.

Soit à construire le palonnier 1 à partir d'une poutre IPER standard. La charge maximum à lever est de 8000 daN (2×4000). L'étude se ramène au schéma de la figure 2.

- 1) Déterminer et tracer les diagrammes des efforts tranchants T et des moments fléchissants M_f . Indiquer la valeur du M_f maximum.
- 2) Sachant que l'on impose une contrainte normale admissible de flexion de 10 daN/mm^2 déterminer dans le tableau ci-dessus le profilé à choisir.

Exercice 3 :



Les figures 1 et 2 ci-dessus représentent un pont roulant. La partie roulante se compose d'une poutre principale 1 (profilé IPE) montée sur deux supports 6. Cet ensemble translate sur deux rails fixes 3 et 4 à l'aide de deux moteurs de translation 5. La charge à soulever est fixée au crochet 7. Elle est manoeuvrée par le palan motorisé 2. Ce dernier réalise à la fois le levage et la translation de la charge le long du rail 1.

Soit à étudier en flexion la poutre principale 1. Le système occupe la position de la figure 2 ($a = 2520$, $b = 2720$). L'étude se ramène au schéma de la figure 3. La charge \vec{P} maxi soulevée est de 2500 daN.

- 1) Déterminer les actions exercées par les appuis en A et B.
- 2) Déterminer et tracer les diagrammes des efforts tranchants et des moments fléchissants M_f . Quelle est la valeur du M_f maximum ?
- 3) Pour quelle valeur de a le M_f maxi est-il le plus grand ?
- 4) Calculer la contrainte maxi dans la poutre. Voir fig. 4 la section IPE.