

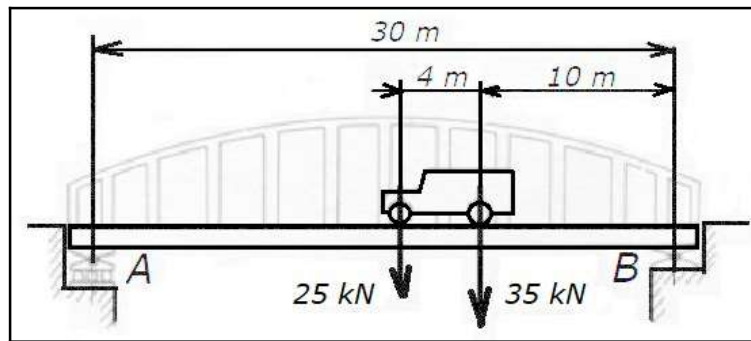
<u>Problèmes sur le chapitre 7</u>	- ex7.1 -
Exercices concernant principalement les “diagrammes de cisaillement - flexion”	- ex7.1 -
Exercices concernant les “applications en flexion”	- ex7.2 -
A) Généralités	- ex7.2 -
B) Eurocode	- ex7.5 -
C) Planchers	- ex7.6 -
D) Engrenages	- ex7.7 -
E) Charge(s) roulante(s)	- ex7.8 -
Exercices de “synthèses”	- ex7.9 -

Problèmes sur le chapitre 7

Exercices concernant principalement les “diagrammes de cisaillement - flexion”

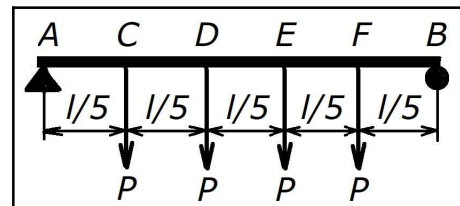
72.01. Un pont routier est prévu pour le passage d’un camion pesant 60 kN. La charge du camion se répartit sur les roues avant et arrière comme l’indique la figure ci-dessus.

- Calculer les efforts maxima supportés par les culées du pont du fait de la présence du camion;
- Dessiner le diagramme des efforts tranchants et des moments fléchissants. En déduire le moment fléchissant maximum.



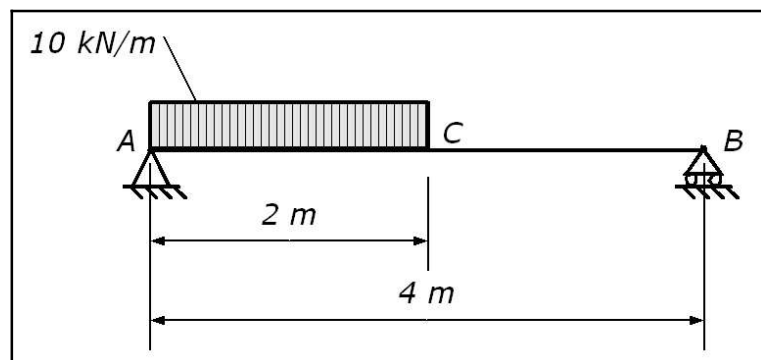
Réponses : a) $R_A = 36.7 \text{ kN}$; $R_B = 23.3 \text{ kN}$ b) $M_{f \text{ max}} = 372 \text{ kNm}$ à 14 m de A

72.02. Une poutre sur 2 appuis supporte 4 charges ponctuelles P égales divisant la portée en 5 parties égales. Tracer le diagramme des moments fléchissants et des efforts tranchants.



Réponses : $R_A = R_B = 2 P$
 $M_{f C} = M_{f F} = \frac{2 P l}{5}$
 $M_{f D} = M_{f E} = \frac{5 P l}{5}$

72.03. Une poutre de 4 m de portée, reçoit, sur une moitié de sa longueur à partir de l’appui A, une charge uniformément répartie de 10 kN/m. Déterminer l’effort tranchant maximum ainsi que le moment fléchissant maximum. (Tracer les 2 diagrammes).



Réponses : $V_{\text{max}} = 15 \text{ kN}$; $M_{f \text{ max}} = 11.25 \text{ kNm}$

Exercices concernant les “applications en flexion”

A) Généralités

78.01. Soit une barre d’acier de section carrée, $a = 20 \text{ mm}$ de côté, encastrée à une de ces extrémités et avec une charge de 100 N à son extrémité libre. Calculer sa longueur l pour que la contrainte admissible ne dépasse pas 20 N/mm^2 . Dans ce cas que vaut la flèche maximale ?

Réponses : $l = 267 \text{ mm}$ $f = 0.23 \text{ mm}$

78.02. Un UPN 200 de 3 m de long est encastré à une extrémité, l’autre étant libre. Quelle charge uniformément répartie, en N/m , peut-il porter si la flèche ne peut pas dépasser $1/600$ de la portée ?

Réponse : $p = 1980.7 \text{ N/m}$


78.03. Une poutrelle IPN, reposant sur 2 appuis, doit supporter en son milieu une charge de 30 kN . Sa portée est de 5 m et la contrainte admissible est de 80 N/mm^2 . Quel profil faut-il admettre ?

Réponse : IPN 280

78.04. Une tige cylindrique en acier XC 42 de diamètre $d = 20 \text{ mm}$, de longueur $l = 4 \text{ m}$ est encastrée à l’une de ses extrémités. Sous la seule action de son poids propre (masse volumique de l’acier $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$), déterminer :

- la contrainte maximale;
- la flèche maximale.

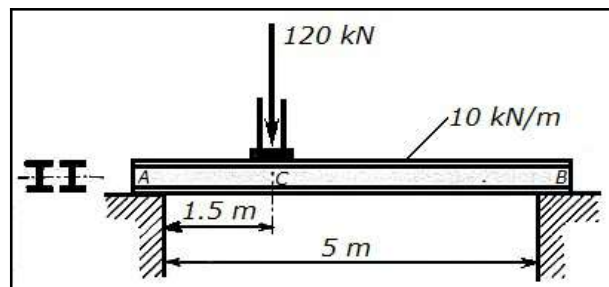
Réponses : a) $\sigma_{\max} = 246.4 \text{ N/mm}^2$ b) $f_{\max} = 469.4 \text{ mm} (!)$

78.05. Une poutre, d’une longueur de 3.5 m , de palan doit supporter en son milieu une charge de 100 kN . Elle est formée de 2 UPN accolés . Quel profil UPN faut-il admettre sachant que la contrainte admissible est de 120 N/mm^2 ?

Réponse : 2 UPN 260

78.06. Une poutre de 5 m de portée supporte une charge uniformément répartie de 10 kN/m et une charge concentrée de 120 kN localisée au point C.

- Tracer le diagramme de l’effort tranchant.
- Déterminer les diagrammes du moment fléchissant correspondant à la charge uniformément répartie et à la charge concentrée. En déduire celui du moment fléchissant résultant.
- Évaluer le moment fléchissant maximal.
- Quel profil de poutrelle IPN faut-il adopter, sachant que la poutre est formée de deux

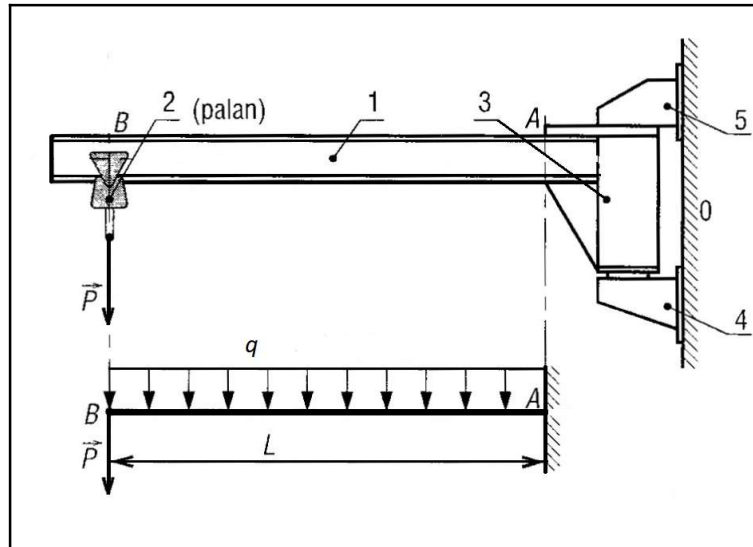


Cette poutre est formée de 2 profilés IPN placés côte à côte.

- poutrelles identiques et que la résistance pratique adoptée est $\sigma_{adm} = 120 \text{ N/mm}^2$?
 e) Calculer la contrainte de glissement au droit de la section dangereuse.

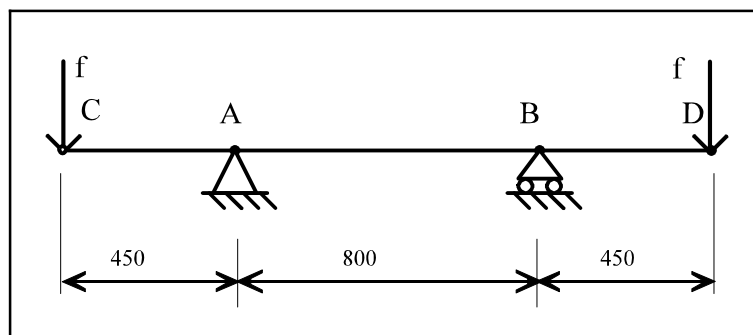
Réponses : c) $M_{f \max} = 152.25 \text{ kNm}$ d) IPN 300 e) $\tau = 15.8 \text{ N/mm}^2$

- 78.07.** Une poutre principale de potence pour manutention est réalisée à partir d'un profilé IPE 330 en S235. La poutre supporte une charge concentrée de 20 kN à son extrémité B, et une charge répartie $q = 0.5 \text{ kN/m}$ (schématisé le poids de la poutre). Déterminer la flèche maximale de cette poutre ainsi que la contrainte maximale. La longueur $l = 5 \text{ m}$.



Réponses : $f = 33.2 \text{ mm}$ $\sigma = 145.7 \text{ N/mm}^2 \leq 156.7 \text{ N/mm}^2$ OK

- 78.08.** Une barre d'haltérophilie est chargée symétriquement en C et D par une force $f = 1500 \text{ N}$. Les mains de l'haltérophile sont situées en A et B, à 0.45 m de C et D.
 a) Déterminez le diagramme des moments fléchissants et des efforts tranchants de cette barre.
 b) Si l'on adopte une contrainte admissible de 200 MPa pour l'acier de la barre, quel devrait être son diamètre d minimal (A arrondir au mm supérieur) ?
 c) Quelle est la valeur de la flèche au milieu de \overline{AB} ?

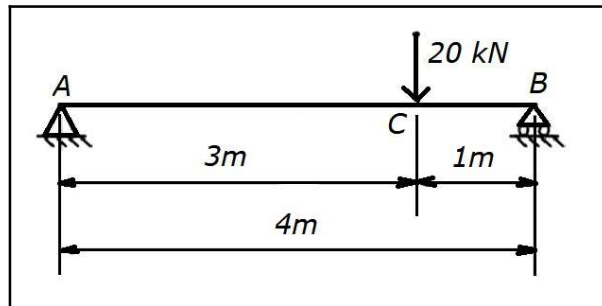


Réponses : a) $V_{\max} = 1500 \text{ N}$; $M_{f \max} = 675 \text{ Nm}$ b) $d \geq 32.5 \text{ mm} \Rightarrow 33 \text{ mm}$
 c) $f = 4.42 \text{ mm}$

- 78.09.** Une tige cylindrique en acier XC 42 de diamètre $d = 20 \text{ mm}$, de longueur $l = 4 \text{ m}$ est encastrée à l'une de ses extrémités. Sous la seule action de son poids propre (masse volumique de l'acier $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$), déterminer :
- la contrainte maximale;
 - la flèche maximale.

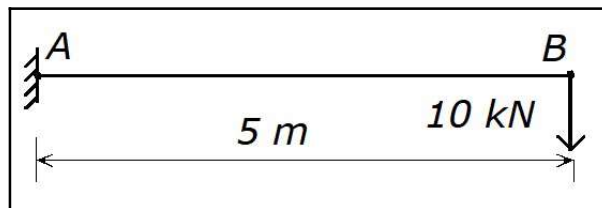
Réponses : a) $\sigma_{\max} = 246.4 \text{ N/mm}^2$ b) $f_{\max} = 469.4 \text{ mm (!)}$

- 78.10.** Une poutre en acier \overline{AB} repose sur deux appuis et est sollicitée par une charge ponctuelle en C de 20 kN . Déterminez la poutrelle IPN, en S235, à utiliser si la flèche admissible est de 10 mm .



Réponse : IPN 160

- 78.11.** Une poutre IPN 240, en acier S235, encastrée en A, est sollicitée par une charge ponctuelle en B de 10 kN .
- Déterminez la valeur du moment fléchissant maximum;
 - Calculez la valeur de la flèche en B.



Réponses : $M_{f \max} = 50 \text{ kNm}$; $f_{\max} = 46.7 \text{ mm}$

B) Eurocode

C) Planchers

78.51. Le plancher d'une pièce de 5 m sur 5 m est supporté par des IPN 300. Les poutres sont écartées (entr'axe) de 600 mm.

- Quelle sera la charge uniformément répartie que pourra supporter le plancher, si la contrainte maximale admissible dans les "I" est de 120 N/mm^2 .
- Tracez les diagrammes des moments fléchissants et des efforts tranchants.

Réponses : a) $p_s = 41.8 \text{ kN/m}^2$ ($p = 25.08 \text{ kN/m}$)
 b) $M_{f \text{ max}} = 78.36 \text{ kNm}$; $V_{\text{max}} = 62.69 \text{ kN}$

78.52. Les solives d'un plancher en bois ont 4 m de portée. Elles sont écartées de 0.40 m d'axe en axe. La charge uniformément répartie est de 2.5 kN/m^2 . On utilise des solives 7/18 (63x175). Quelle est leur tension ?

Réponse : $\sigma = 6.22 \text{ N/mm}^2$

78.53. Un plancher en bois est formé de solives 8/23 (75x225). Leur portée est de 5 m. La surcharge uniformément répartie est de 3.5 kN/m^2 . A quelle distance d'axe en axe faut-il placer ces solives pour qu'elles travaillent à 6 N/mm^2 ?

Réponse : $e \geq 347 \text{ mm} \Rightarrow e = 40 \text{ cm}$

78.54. Les chevrons d'une couverture en tuiles ont 2.40 m de portée et sont écartés de 1.25 m. La charge normale est de 1.8 kN/m^2 . On utilise des UPN 65. Quel est leur contrainte ? *Remarque* : on considérera que dans ce cas, c'est un toit "plat" et que donc les UPN travaillent uniquement suivant leur axe fort.

Réponse : $\sigma = 40.7 \text{ N/mm}^2$

78.55. Le plancher d'une travée de la salle d'un garage d'automobiles comprend des poutrelles de 5 m de portée espacées de 0.7 m d'axe en axe. Le poids mort du plancher est évalué à 3 kN/m^2 et chaque poutrelle peut avoir à supporter une charge concentrée de 7.5 kN due au poids reporté par une roue de voiture.

- Déterminer le moment fléchissant maximal en admettant que, dans le cas le plus défavorable, la charge concentrée est appliquée au milieu d'une poutrelle.
- Quel profil IPN faut-il adopter pour les poutrelles sachant que $\sigma_{adm} = 100 \text{ N/mm}^2$?
- Quelle est la flèche correspondante ?

Réponses : a) $M_f = 15.9 \text{ kNm}$ b) IPN 180 c) $f = 12 \text{ mm}$

78.56. Un plancher métallique a 5 m de portée. Les poutrelles IPN sont écartées de 0.80 m. La charge totale par mètre carré est de 6 kN.

- Quel profil IPN faut-il adopter pour les poutrelles sachant que la contrainte ne dépasse pas 100 N/mm^2 ?
- Quelle est, dans ce cas, la flèche correspondante ?

Réponses : a) IPN 180 b) $f = 12.8 \text{ mm}$

D) Engrenages

78.71. Un arbre transmet une puissance de 10 kW à 300 tr/min à l'aide d'un engrenage à denture droite de diamètre primitif $d_p = 0.6 \text{ m}$. Déterminer le module m de la denture sachant que sa largeur est $b = 10 \text{ mm}$ et que la roue est en fonte dont la résistance admissible à la flexion sera prise égale à 20 N/mm^2 .

Réponse : $m = 5.39 \Rightarrow 5.5 \text{ mm}$

78.72. Une roue d'engrenage de diamètre primitif 0.40 m transmet une puissance de 15 CV à la vitesse de 120 tr/min . Calculer :

- le couple moteur;
- l'effort tangentiel F_t ;
- le module de la denture sachant que la roue est en fonte dont la résistance pratique sera prise égale à 3 daN/mm^2 .

Réponses : a) $C_m = 878.5 \text{ Nm}$ b) $F_t = 4392.7 \text{ N}$ c) $m \geq 8.95 \Rightarrow m = 10$

E) Charge(s) roulante(s)

Exercices de “synthèses”

7S.01. Des madriers de $10\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ de section et de 8.5 m de long sont utilisés dans la construction. Peut-on utiliser un de ces madriers comme passerelle pour des ouvriers ? La portée serait de 7 m et le madrier disposé à plat. La tension normale admissible étant de 1000 N/cm^2 et le poids moyen d'un ouvrier étant de 800 N , combien d'ouvrier pourront emprunter simultanément la passerelle ?

Réponse : 3 ouvriers en “ponctuel” ou 6 ouvriers distant de 1 m

7S.02. Un engrenage A (40 dents, module 3, $n = 1500\text{ tr/min}$, largeur de denture $b = 24\text{ mm}$) transmet à un engrenage B (80 dents, module 3), une puissance de 8 kW .

Entre A et B, un engrenage intermédiaire C est identique à B. Les axes des engrenages A, C, B, sont alignés.

- Calculer la contrainte dans la denture; choisir le matériau convenable.
- Étudier l'équilibre de l'engrenage intermédiaire C et déterminer son action F sur l'axe fixe sur lequel il tourne.
- Cet axe fixe est encastré dans le bâti de la machine; longueur $l = 40\text{ mm}$; force F supposée uniformément répartie sur cette longueur l . Calculer le diamètre d de cet axe sachant que la pression : $\frac{F}{l d} \leq 120\text{ N/cm}^2$ (condition de graissage). Calculer ensuite la contrainte dans cet axe.

Des deux conditions (graissage et résistance) quelle est celle qui est déterminante dans le choix du diamètre de l'axe ?

Réponses : a) $\sigma = 64.6\text{ N/mm}^2 \Rightarrow \text{acier XC32}$ b) $F = 1700\text{ N}$
c) $d = 35.4\text{ mm}$ $\sigma = 11.9\text{ N/mm}^2$