

<u>Problèmes sur le chapitre 8</u> .....	- ex8.1 -
Exercices concernant principalement “Rankine - Euler” .....	- ex8.1 -
Exercices concernant principalement la théorie “EUROCODE” .....	- ex8.2 -
Exercices concernant principalement la théorie “Flambage - Flexion” (§ 8.10.) .....	- ex8.3 -
Exercices de “synthèse” .....	- ex8.4 -

## Problèmes sur le chapitre 8

### Exercices concernant principalement "Rankine - Euler"

**81.01.** Calculez le diamètre d'une tige cylindrique en acier S235 de 1.5 m de longueur, articulée aux deux extrémités sachant que la charge axiale supportée est de 20 kN. On prendra un coefficient de sécurité égal à 5.

Réponse :  $d_{\min} = 38.6 \text{ mm} \Rightarrow 40 \text{ mm}$  Euler est applicable

**81.02.** Une colonne tubulaire en fonte de 200 mm de diamètre extérieur et 100 mm de diamètre intérieur d'une longueur de 4 m est encastrée à la base et libre à son extrémité supérieure. On demande quelle charge peut-on appliquer au sommet pour que la matière travaille à 50 N/mm<sup>2</sup>? Caractéristiques de la fonte utilisée :  $E = 100\,000 \text{ N/mm}^2$  et  $R_e = 150 \text{ N/mm}^2$ .

Réponse :  $N = 380 \text{ kN}$

**81.03.** Une machine à vapeur à condensation a un piston de 400 mm de diamètre et 800 mm de course. Pression effective de marche : 8 atm à l'admission. Longueur de tige : 1600 mm. On demande :  
a) le diamètre à donner à la tige pour une sécurité au flambage égal à 10;  
b) la contrainte réelle existant alors dans la tige.

On prendra un acier XC48 avec les caractéristiques suivantes :  $R_m = 650 \text{ N/mm}^2$ ,  $R_e = 430 \text{ N/mm}^2$ . On peut, de plus, considérer la tige comme encastrée dans le piston et articulée à son autre extrémité.

Réponses : a)  $d = 59.83 \text{ mm} \Rightarrow 60 \text{ mm}$  b)  $\sigma = 42.5 \text{ N/mm}^2$

**81.04.** Une barre pleine en acier, d'un mécanisme, a une section circulaire de 5 cm de diamètre et est articulée aux extrémités mais guidée à sa partie libre. Elle est sollicitée en compression axiale. Sachant que  $R_e = 250 \text{ N/mm}^2$  et que  $E = 210\,000 \text{ N/mm}^2$ , déterminez la longueur minimum de la barre pour laquelle la formule d'Euler est valable. Calculez également la charge axiale maximale dans le cas où la barre a sa longueur minimum si on adopte un coefficient de sécurité de 5.

Réponses :  $l_{\min \text{ Euler}} = 1138 \text{ mm}$ ;  $N_{adm} = 98.2 \text{ kN}$

**81.05.** Une poutre en bois bi-articulée a une longueur de 4.5 m. Sa section droite est carrée (20 cm x 20 cm). Les caractéristiques mécaniques du bois sont  $E = 100\,000 \text{ N/mm}^2$  et  $R_e = 25 \text{ N/mm}^2$ . Peut-on appliquer la formule d'Euler? Quelle est la charge maximale admissible sur cette poutre?

Réponses : Non;  $N_{adm} = 433.56 \text{ kN}$

## Exercices concernant principalement la théorie "EUROCODE"

**82.01.** Un profilé IPN vertical en acier S235 de 2.5 m de longueur est articulé à ses deux extrémités. Il supporte une charge pondérée, centrée, de 22.5 kN. Quel est la poutrelle IPN qui convient ?

Réponse : IPN 100

**82.02.** Un profil UPN 240, en S235, est encastree à sa base tandis que son sommet, muni d'une rotule, est guidé. Sa longueur est de 2 m.

a) Quelle est la charge permanente admissible de cette colonne ?

b) Que devient cette valeur si longueur de cette colonne est portée à 2.8 m ?

Réponses : a)  $N_{adm} = 571 \text{ kN}$       b)  $N_{adm} = 459 \text{ kN}$

**82.03.** Déterminer le poteau de charpente ci-contre. Il a une hauteur de 6 m et est encastree-articulé. Il supporte une charge verticale, centrée, de 400 kN de surcharge et de 200 kN de charge permanente. Quel est la poutrelle européenne à larges ailes (HEB), en S235, qui convient ?

Réponse : HE 220 B

**82.04.** Déterminez quel "L" (en S235) à branche égale convient si celui-ci supporte une charge permanente de compression centrée de 20 kN et qu'il est simplement encastree à sa base. Sa longueur est de 1 m.

Réponse : 60 x 60 x 5 (pour 33.9 kN)

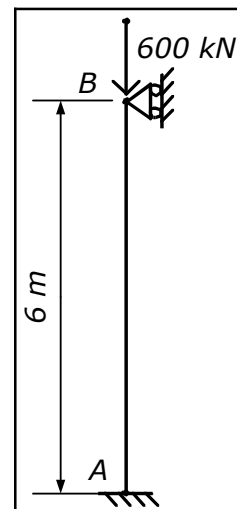
**82.05.** Une cornière en S235, à branche égale de 3.6 m de longueur, encastree aux deux extrémités est soumise au flambage sous une charge axiale permanente de 5.5 kN. On demande quelle sera la cornière utilisée.

Réponse : 40 x 40 x 4 (pour 10.4 kN)

**82.06.** Quelle est la charge admissible permanente pour une cornière 70 x 70 x 7 servant de poteau, celle-ci est encastree aux 2 extrémités et a une hauteur de 3 mètres ? Comparer les réponses si l'on prend un acier S 235 ou S 355.

Réponses : S 235 :  $N_{Ed} = 81.8 \text{ kN}$       S 355 :  $N_{Ed} = 90.2 \text{ kN}$

Remarque : la charge admissible n'augmente pas dans les mêmes proportions que la résistance de l'acier.



**Exercices concernant principalement la théorie “*Flambage - Flexion*” (§ 8.10.)**

**810.01.** Une colonne représentée ci-contre à 3.75 m de haut et est soumise à une charge verticale de 85 kN et à un effort horizontal au sommet de la colonne de 25.2 kN, dans le sens du moment d’inertie maximum. Cette colonne peut-être considérée comme encastree à sa base. Quelle est la contrainte maximale dans cette colonne ?

Réponse :  $\sigma_{\max} = 94.0 \text{ N/mm}^2$

## Exercices de “synthèse”

**8S.01.** Une colonne cylindrique creuse, constituée par un tube laminé fini à chaud, a un diamètre extérieur de 20 cm, une épaisseur de 10 mm et une hauteur de 4 m. Elle est parfaitement encastrée à sa base et son extrémité supérieure est libre. Le matériau est de l'acier S235. Estimer la charge admissible permanente verticale que peut supporter cette colonne par la méthode Euler-Rankine et au moyen de l'EUROCODE.

Réponses :  $N_{adm Euler} = 291.6 \text{ kN}$  (avec  $S = 3$ )

$N_{Ed} = 509.8 \text{ kN}$  (avec  $S = 1.35$ )

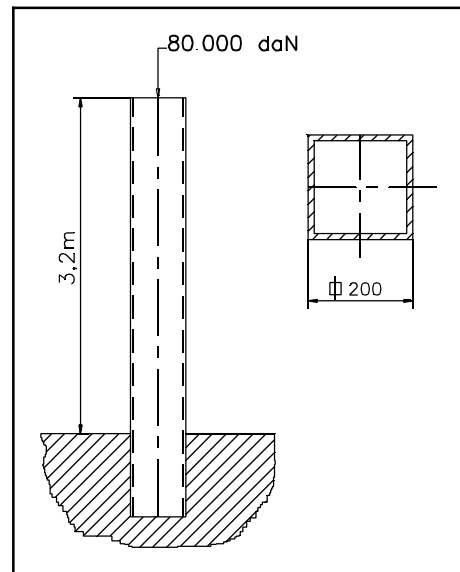
Remarque : Le coefficient utilisé traditionnellement par la méthode Euler-Rankine est trop élevé. On pourrait se limiter à  $S = 2.5$ .

**8S.02.** Un poteau réalisé au moyen d'un profilé IPN 140 (en S235) a une hauteur de 5 m et est soumis à une charge axiale permanente de 30 kN. En supposant qu'aucune indication n'est donnée quant à la fixation des extrémités du poteau, on demande de vérifier la validité de la charge appliqué.

Réponse : Si bi-encastré :  $N_{Ed} = 73.9 \text{ kN}$

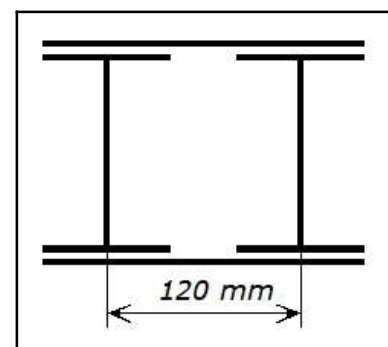
Si articulé-encastré :  $N_{Ed} = 40.3 \text{ kN}$

**8S.03.** Une colonne en acier S235 de 3.2 m de hauteur est encastrée à la base et libre au sommet. Elle reçoit une charge axiale permanente de compression de 800 kN. Sa section est un tube carré soudé formé à froid de 200 mm de côté. Calculez l'épaisseur de la tôle utilisée pour la fabrication de ce tube. Choisir les épaisseurs normalisées suivantes : 5 - 6 - 8 ou 10 mm



Réponse : 200 x 200 x 10 ( $N_{Ed} = 812.2 \text{ kN}$ )

**8S.04.** Calculer la charge permanente admissible de la colonne constituée de 2 profilés IPE 100 (S235) assemblés comme le montre la figure ci-contre. La longueur de flambement de la colonne est  $l_f = 5 \text{ m}$ . On négligera la présence des “plats” d'assemblage, ceux-ci ne sont pas sur toute la hauteur de la colonne.



Réponse :  $N_{Ed} = 140.4 \text{ kN}$

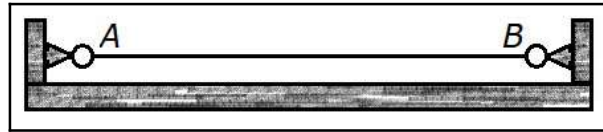
**8S.05.** Une tige d'acier de diamètre  $d = 2 \text{ cm}$  et de longueur  $l = 1 \text{ m}$ , supposée parfaitement rectiligne, est fixée au sol (mécaniquement et thermiquement indéformable) par deux chapes (pivots d'axes parallèles) en hiver sous une température de  $T_0 = -10^\circ \text{ C}$ . Le poids propre de la poutre est négligé.

On notera le module d'Young de l'acier  $E$  ( $E = 210 \text{ GPa}$ ) et le coefficient de dilatation  $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ \text{ C}$ . La température augmente : soit  $T$  cette nouvelle valeur.

a) Exprimer l'effort axial  $N$  dû à la dilatation empêchée en fonction de la différence de

température  $\Delta T$ .

b) Quelle est la température critique  $T_{critique}$  susceptible de provoquer le flambage ?



Réponses :     a)  $N = \alpha E A \Delta T$      b)  $T_{critique} = 10.5^\circ C$

**8S.06.** On désire comparer le comportement au flambage de trois colonnes en acier S235 encastées - articulées de même longueur ( $l = 1.5 m$ ), de même section  $A$  mais de forme de section différente.

Poutre 1            : section circulaire :  $d = 50 mm$

Poutre 2            : section carrée de côté  $c$

Poutre 3            : tube de section : diamètre extérieur  $d_{ext} = 60 mm$ , diamètre intérieur  $d_{int}$  à déterminer.

a) Déterminer le plan de flambage pour chacune des poutres.

b) Calculer le moment d'inertie de chaque section droite.

c) Déterminer pour chaque poutre la charge admissible.

(Par Euler-Rankine ainsi que au moyen de l'EUROCODE)

Réponses :