

Concepts d'analyse limite et contraintes résiduelles

Problème 1

La poutre ABCD (fig. 3a) est un profilé d'acier W 150 x 22 dont les propriétés sont données à la figure 3b). Cette poutre, simplement appuyée au point A, est encastrée au point D et supportée par un barreau d'acier BE (aire = 100 mm²); les joints B et E sont des rotules.

Le matériau de la poutre et du barreau peut être idéalisé comme étant élastique parfaitement plastique; sa limite d'écoulement est $S_Y = 300$ MPa.

Déterminez la valeur de la charge limite P_L qui provoquera l'effondrement de la structure.

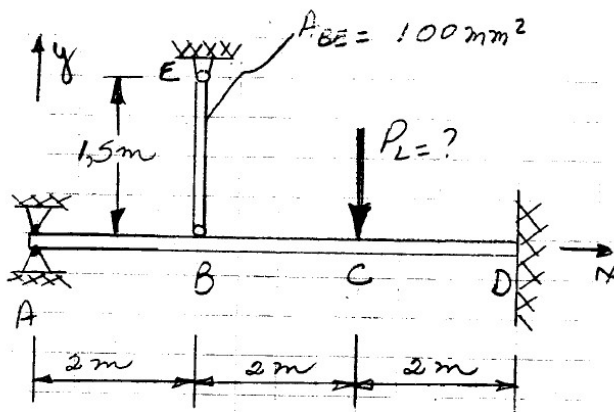


Fig. 3a)

Propriétés de l'acier

(poutre ABCD et barreau BE) :

Module de Young, $E = 200 \times 10^3$ MPa

Coefficient de Poisson, $\nu = 0,3$

Limite d'écoulement, $S_Y = 300$ MPa

Section de la poutre :

Aire = 2850 mm²

$S_y = 50,9 \times 10^3$ mm³

$S_z = 159 \times 10^3$ mm³

$Z_y = 77,6 \times 10^3$ mm³

$Z_z = 176 \times 10^3$ mm³

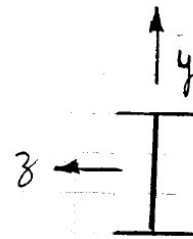


Fig. 3b)

Réponse :

$$M_L = 52.8 \text{ kN.m}$$

$$F_L = 30 \text{ kN}$$

$$P_L = \begin{cases} 105.6 \\ 81 \end{cases} \text{ (kN)}$$

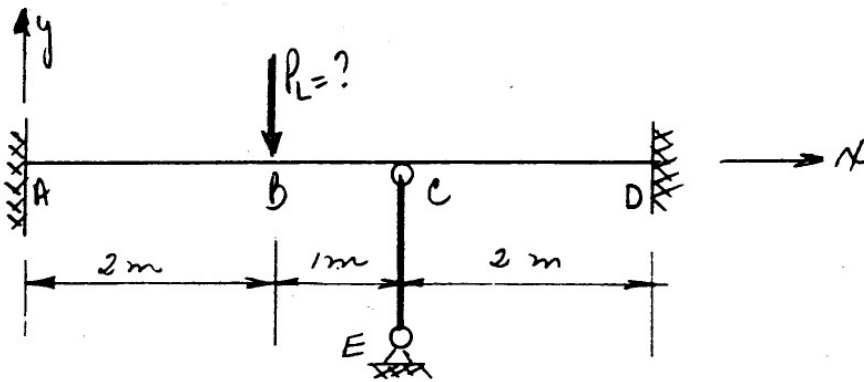
Problème 2

La figure ci-dessous illustre une poutre d'acier encastrée à ses extrémités A et D et supportée au point C par un barreau CE (Aire = 100 mm²). Les joints C et E sont des rotules. La poutre est une section de type W150x22 ayant un module plastique $Z_z = 176 \times 10^3 \text{ mm}^3$.

Le comportement du matériau de la poutre et du barreau peut être idéalisé comme étant élastique-parfaitement plastique; sa limite d'écoulement (en tension ou en compression) est $S_Y = 300 \text{ MPa}$.

a) Illustrez les mécanismes d'effondrement possibles de cette structure ($P = P_L$);

b) Déterminez la valeur de la charge limite P_L pour l'un de ces mécanismes.



Réponse :

Deux mécanismes d'effondrement

$$M_L = 52.8 \text{ kN.m}$$

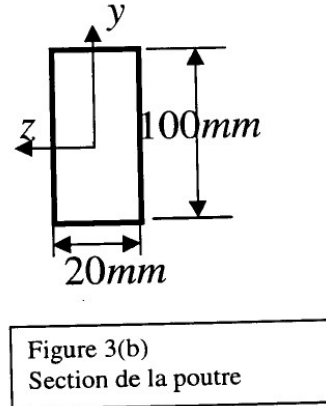
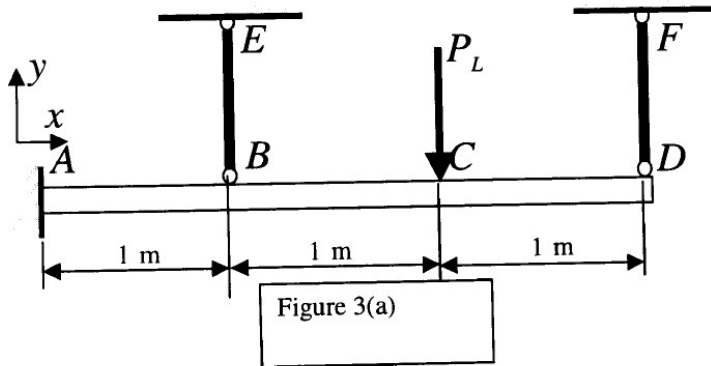
$$P_L = \begin{cases} 158.4 \\ 108 \end{cases} \text{ (kN)}$$

Problème 3

La poutre ABCD (fig. 3a) a une section rectangulaire (fig. 3b). Cette poutre, est encastree au point A et supportee par des barreaux d'acier BE (aire = 60 mm²) et DF (aire = 60 mm²); les joints B, E, D et F sont des rotules.

Le materiau de la poutre et des barreaux peut etre idealise comme etant elastique parfaitement plastique; sa limite d'ecoulement est $S_Y = 300$ MPa.

- a) Illustrez les trois mecanismes d'effondrement de cette structure;
- b) Determinez la valeur de la charge limite P_L .



Proprietes de l'acier

(poutre ABCD et barreaux BE et DF) :

Module de Young, $E = 200 \times 10^3$ MPa

Coefficient de Poisson, $\nu = 0,3$

Limite d'ecoulement, $S_Y = 300$ Mpa

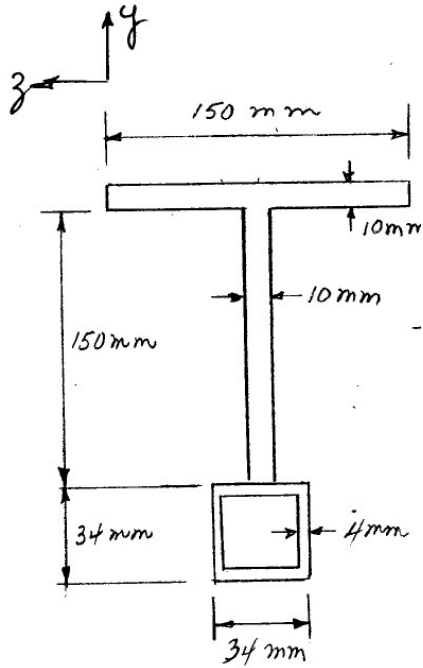
Réponse :

$$M_L = 15 \text{ kN.m}$$

$$P_L = \begin{cases} 43.5 \\ 39 \\ 45 \\ 51 \end{cases} \text{ (kN)}$$

Problème 4

Déterminez le moment limite en flexion que peut supporter la section illustrée sur la figure (plan y-z) ci-dessous, sachant que le matériau a un comportement élastique-parfaitement plastique et que sa limite d'écoulement est égale à 400 MPa.



Réponse :

$$M_L = 77.76 \text{ kN.m}$$

Problème 5

La figure a) montre une poutre fabriquée par l'assemblage de deux membrures ① et ②. Le matériau de chacune des membrures a un comportement élastique- parfaitement plastique ; les limites d'écoulement respectives sont :

Matériau ① : $S_{Y1} = 300 \text{ MPa}$;

Matériau ② : $S_{Y2} = 400 \text{ MPa}$

La poutre est soumise à une force axiale $F = 120 \text{ kN}$ (appliquée à la fibre supérieure de la face a, fig. a, selon le sens montré) et à un moment M_p , de valeur inconnue (suivant le sens indiqué). Sous l'application de ce chargement, la section de la membrure (figure b) est complètement plastifiée.

Déterminez la valeur de M_p .

Note : la distribution des contraintes sur la face b, fig. a) a volontairement été omise. Votre solution vous permettra d'établir cette distribution.

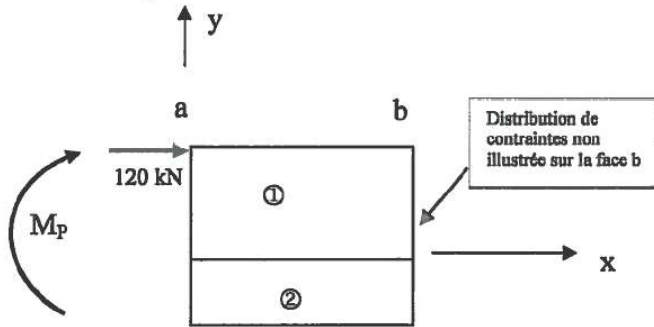


Fig. a) poutre et son chargement

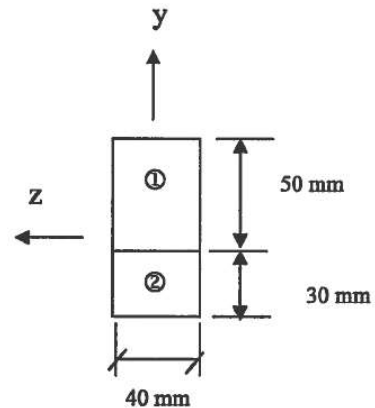


Fig. b) section de la membrure

Réponse :

Attention : deux matériaux 1 et 2

$$y = 30 \text{ mm}$$

$$M_p = 16,2 \text{ kN.m}$$